



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria de l'Energia

**ESTUDIO TÉCNICO Y DE MERCADO DE WISER ENERGY
CENTER**



Memoria y Anexos

Autor: Joan Figueras i Llopart
Director: Ángel Silos Sánchez
Codirector: Jesús Pascual Requena de Haro
Convocatoria: Junio 2021

Resum

Aquest projecte inclou l'estudi tècnic i de mercat previ al llançament de la solució Wiser Energy Center, de Schneider Electric, a Espanya. Conjuntament, s'ha realitzat una eina de càlcul pel dimensionat de l'ecosistema elèctric residencial associat i la seva rendibilitat econòmica.

L'estudi de mercat s'ha focalitzat en l'estat d'implantació i perspectives de futur de l'autoconsum energètic, el vehicle elèctric, l'emmagatzematge d'energia i diferents solucions de gestió energètica d'òptica residencial tenint en compte els canvis produïts fins al mes de juny de 2021 en l'àmbit del sector elèctric.

L'estudi tècnic s'ha centrat en l'obtenció i justificació dels requisits normatius de la regulació aplicable a instal·lacions domèstiques dels aspectes constructius de les instal·lacions elèctriques en baixa tensió.

Finalment, la calculadora de dimensionat elaborada amb Excel contempla l'aproximació als consums de qualsevol llar a partir d'introduir diferents inputs relatius als seus elements constructius i les càrregues elèctriques associades. Posteriorment, s'ha realitzat l'aproximació econòmica i constructiva de la solució del quadre general, a més d'una instal·lació fotovoltaica híbrida.

Per a la confecció del treball s'han emprat fulls de dades de fabricants de material elèctric i institucions oficials. Addicionalment, s'ha atès a seminaris telemàtics, entrevistat a professionals dels àmbits d'estudi i realitzat cerca bibliogràfica.

L'estudi tècnic i de mercat clouen que la gestió de la demanda genera, proporcionalment, una major rendibilitat en grans habitatges amb sistemes d'obtenció tèrmics ineficients. Sent positiu també, el ROI, en instal·lacions amb bombes de calor.

Resumen

Este proyecto incluye el estudio técnico y de mercado previo al lanzamiento de Wiser Energy Center, de Schneider Electric, en España. Conjuntamente, se ha realizado una calculadora para el dimensionado del ecosistema eléctrico residencial asociado y su rentabilidad económica.

El estudio de mercado se ha focalizado en el estado de implantación y perspectivas de futuro del autoconsumo energético, el vehículo eléctrico, el almacenamiento de energía y diferentes soluciones de gestión energética de óptica residencial.

El estudio técnico se ha centrado en la obtención y justificación de los requisitos normativos de la regulación aplicable a las instalaciones eléctricas en baja tensión en vivienda.

Finalmente, la calculadora de dimensionado elaborada con Excel contempla la aproximación a los consumos de cualquier hogar a partir de introducir diferentes inputs relativos a sus elementos constructivos y cargas eléctricas asociadas. Posteriormente, se realiza la aproximación económica y constructiva de la solución del cuadro general, además de una instalación fotovoltaica híbrida.

Para la confección del trabajo se han empleado hojas de datos de fabricantes de material eléctrico e instituciones oficiales. Adicionalmente, se ha atendido a seminarios telemáticos, entrevistado a profesionales de los ámbitos de estudio y realizado busca bibliográfica.

El estudio técnico y de mercado concluyen que la gestión de la demanda genera, proporcionalmente, una mayor rentabilidad en grandes viviendas con sistemas de generación térmica ineficientes. Siendo positivo también, el ROI, en instalaciones con bombas de calor.

Abstract

This project includes the technical and market study prior to the launch of Schneider Electric's Wiser Energy Center in Spain. In addition, a calculator has been developed for the sizing of the associated residential electricity ecosystem and its economic profitability.

The market study determined the state of implementation and prospects of energy self-consumption, electric vehicles, energy storage and different residential energy management solutions.

The technical study focused on obtaining and justifying the regulatory requirements of the regulations applicable to low-voltage electrical installations in housing.

Finally, the sizing calculator was developed with Excel provides an approximation of the consumption of any home by introducing different inputs relating to its construction elements and associated electrical loads. Subsequently, the economic and constructive approximation of the general switchboard solution is carried out, in addition to a hybrid photovoltaic installation.

Data sheets from manufacturers of electrical material and official institutions have been used for the preparation of the work. In addition, webinars were attended, professionals in the fields of study were interviewed and a literature search was carried out.

The technical and market study concluded that demand-side management generates a proportionally higher ROI in large households with inefficient thermal generation systems. The ROI is also positive in installations with heat pumps.



Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mi madre y mi padre la apuesta absoluta, tanto en tiempo, afecto y recursos, para brindarme las herramientas que me han permitido escribir este proyecto y, al fin y al cabo, dotarme de herramientas para encarar la vida adulta que se abre al finalizar esta etapa. Del mismo modo, quiero hacer una especial mención a mi hermano Aniol por todo el apoyo y aprecio que le tengo, esperando que, si así él lo desea, más pronto que tarde pueda escribir él también su trabajo final de grado.

Quiero destacar que la realización de este trabajo no habría sido posible tampoco sin el constante apoyo recibido durante estos últimos cuatro años por parte de las personas con las cuales he tenido la oportunidad de compartir clase y horas de estudio. Para mis amigas ingenieras, por no haber participado del dilema de andar lejos o andar rápido y haber compartido, aprendido y vivido juntos.

También me gustaría reconocer el desempeño del director del proyecto, Ángel Silos. Personalmente le quiero agradecer su elevada dedicación y compromiso durante estos últimos meses, destacando su calidad personal e involucración desde el primer momento.

Tampoco me quiero olvidar de mencionar a Jesús Requena, codirector del proyecto, y a Raúl Romero por su paciencia, inestimable ayuda y sobre todo por la confianza depositada en mí. Del mismo modo, quiero extender mi agradecimiento a las personas que conforman el departamento de Marketing de la división Home & Distribution del cual he procurado poder reflejar en esta memoria lo aprendido durante los últimos 9 meses.

Finalmente, quiero dar las gracias a la empresa Schneider Electric por el reto y la oportunidad brindadas.

I, a vegades, ens en sortim.

Glosario

2.0 TD	Nuevo modelo de tarificación eléctrico para consumidores de potencia inferior a 15 kW
3-D	3 Dimensiones
5-D	5 Dimensiones
ACS	Agua Caliente Sanitaria
AEE	Association of Energy Engineers
BOE	Boletín Oficial del Estado
BREEAM	Building Research Establishment
BTR	Build to rent
CEO	Chief Executive Officer
CNMC	Comisión Nacional del Mercado de Valores
COVID	Enfermedad por coronavirus
CPR	Construction Product Regulation
DA	Antigua tarifa sin discriminación horaria
DALI	Digital Adressable Lightninh Interface
DB	Documento Básico
DB HE	Documento Básico de Ahorro de Energía
DHA	Antigua tarifa con discriminación horaria de dos tramos
DHS	Antigua tarifa con discriminación horaria de tres tramos
GDD15C	Grados Día de Calefacción con temperatura de referencia de 15 °C
GDD20R	Grados Día de Refrigeración con temperatura de referencia de 20 °C
HSP	Hora Solar Pico
I+D	Investigación y Desarrollo
ICIO	Impuesto sobre construcciones, instalaciones y obras
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IGIC	Impuesto General Indirecto Reducido
IPSI	Impuesto sobre la Producción, los Servicios y la Importación
IRENA	International Renewable Energy Association
IRPF	Impuesto sobre la renta de las personas físicas
ITC	Instrucción Técnica Complementaria

ITeC	Instituto de Tecnología de la Construcción
IVA	Impuesto sobre el Valor Añadido
KNX	Estándar de comunicación domótico administrado por la Konnex Association
LEED	Leadership in energy & Environmental Design
MIBEL	Mercado Ibérico de la Electricidad
MPPT	Maximum Power Point Tracker
NMOT	Nominal Module Operating Temperature
NOCT	Nominal Operating Cell Temperature
nZEB	Near Zero Energy Building
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OM	Operador del Mercado
OMIE	Operador del Mercado Ibérico Español
OS	Operador del Sistema
PVP	Precio de Venta al Público
PVPC	Precio de Venta al Pequeño Consumidor
PWM	Pulse Width Modulation
RD	Real Decreto
RDI	Real Decreto-ley
REBT	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
REE	Red Eléctrica Española
ROI	Return of Investment
SA	Sociedad Anónima
SE	Schneider Electric
STC	Standard Test Condition
UE	Unión Europea
UNE	Una Norma Española
UNEF	Unión Española de Energías Renovables
USBC	US Green Building Council
VERDE	Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios
Wi-Fi	Red inalámbrica sin hilos

Índice

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMIENTOS	V
GLOSARIO	VI
1. PREFACIO	1
1.1. Origen del proyecto	2
1.2. Requerimientos previos.....	2
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1. Objetivos del Trabajo.....	3
2.2. Alcance del Trabajo.....	4
3. SCHNEIDER ELECTRIC	5
3.1. La empresa.....	5
3.2. Soluciones enriquecidas para la vivienda.....	5
3.2.1. Solución Wiser.....	6
3.2.1.1. Funcionalidades Wiser.....	7
3.2.1.2. Programación de la solución Wiser	8
3.2.2. Sistema KNX	9
3.2.2.1. Funcionamiento del sistema KNX.....	9
3.2.2.2. Funcionalidades del sistema KNX	10
3.2.3. Vehículo eléctrico.....	11
3.2.4. Generación fotovoltaica	13
4. ANÁLISIS DE MERCADO	15
4.1. Estudio del sector inmobiliario residencial	16
4.1.1. Situación actual	16
4.1.2. Tendencias del sector residencial	17
4.1.3. Certificaciones energéticas y de sostenibilidad.....	20
4.1.3.1. LEED.....	21

4.1.3.2.	BREEAM	22
4.1.3.3.	Passivhaus.....	22
4.1.3.4.	VERDE (Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios)	23
4.2.	Estudio del autoconsumo eléctrico solar residencial.....	23
4.2.1.	Situación actual	23
4.2.2.	Tarificación de energía eléctrica para consumidores residenciales	27
4.2.2.1.	Estudio de los valores económicos relativos al autoconsumo residencial.....	35
4.2.3.	Marco regulatorio del autoconsumo en España	40
4.2.3.1.	Marco regulatorio del autoconsumo colectivo	42
4.2.3.2.	El agregador de demanda en España y sus posibilidades de futuro .	45
4.2.4.	Subvenciones para el autoconsumo residencial.....	49
4.2.5.	Evolución tecnológica del autoconsumo residencial.....	53
4.2.6.	Evolución del autoconsumo fotovoltaico en España.....	55
4.3.	Estudio del vehículo eléctrico	59
4.3.1.	Situación Actual	59
4.3.2.	Tipos de carga.....	61
4.3.3.	Previsiones de futuro	63
4.4.	Estudio del almacenamiento de energía.....	64
4.4.1.	Situación Actual	64
4.4.1.1.	Almacenamiento térmico de energía	64
4.4.1.2.	Almacenamiento de energía eléctrica	67
4.4.2.	Previsiones de futuro	69
4.5.	Estudio del generador electrógeno	71
4.6.	Estudio de mercado de Wiser Energy Center	72
4.6.1.	Otros modelos de panel eléctrico conectado.....	74
4.6.1.1.	Square D Energy Center de Schneider Electric	74
4.6.1.2.	Legrand Smart Panel	75
5.	ESTUDIO TÉCNICO DE WISER ENERGY CENTER _____	79
5.1.	Cuadro de distribución eléctrica.....	79
5.1.1.	Interruptor de control de potencia	81
5.1.2.	Protección contra sobretensiones	81
5.1.3.	Protección diferencial.....	83

5.1.4.	Protección magnetotérmica y automática.....	85
5.1.5.	Protección de arco eléctrico	89
5.1.6.	Envolvente modular.....	90
5.1.7.	Otros componentes	91
5.2.	Integración con la red de distribución.....	92
5.3.	Integración con los equipos de generación eléctricos.....	93
5.4.	Integración del vehículo eléctrico	95
5.5.	Wiser Energy.....	97
5.6.	Estructura de la solución Energy Center	99
5.6.1.	Wiser Energy Center para una electrificación avanzada básica.....	101
5.6.2.	Wiser Energy Center para una electrificación avanzada superior	102
5.6.3.	Protecciones eléctricas para los recursos energéticos locales.....	103
6.	CALCULADORA DE WISER ENERGY CENTER	105
6.1.	Introducción.....	105
6.1.1.	Ejemplos de calculadoras solares y retorno de inversión	105
6.1.1.1.	Repsol Solify	106
6.1.1.2.	Stemy Energy	107
6.1.1.3.	Contigo Energía – Ikea	107
6.1.1.4.	Sotysolar.....	108
6.1.1.5.	Svea Solar	109
6.2.	Metodología.....	109
6.3.	Parámetros y variables	113
6.3.1.	Definición de la vivienda.....	113
6.3.2.	Elaboración del perfil de demanda.....	115
6.3.2.1.	Demanda de agua caliente sanitaria	115
6.3.2.2.	Demanda de climatización.....	122
6.3.2.3.	Cocina.....	134
6.3.2.4.	Vehículo eléctrico.....	135
6.3.2.5.	Piscina.....	139
6.3.2.6.	Lavavajillas	140
6.3.2.7.	Lavadora y secadora	141
6.3.2.8.	Dispositivos electrónicos	143

6.3.2.9. Iluminación	144
6.3.2.10. Stand-by.....	146
6.3.3. Generación fotovoltaica e hibridación con batería	146
6.3.3.1. Consideraciones iniciales.....	146
6.3.3.2. Recurso solar	148
6.3.3.3. Paneles solares	151
6.3.3.4. Seguidores de máxima potencia	152
6.3.3.5. Inversores cargadores	153
6.3.3.6. Componentes estructurales y protecciones eléctricas.....	154
6.3.3.7. Baterías.....	155
6.3.3.8. Otros componentes.....	155
6.3.3.9. Dimensionamiento de la instalación solar	156
6.3.4. Tarificación del consumo eléctrico.....	167
6.4. Dimensionamiento de Wiser Energy Center	172
6.5. Coste económico de las instalaciones	176
6.5.1. Wiser Energy Center.....	176
6.5.2. Solución solar.....	177
6.5.3. Integración de un sistema de almacenamiento	177
6.6. Obtención y valoración de los resultados	178
6.6.1. Obtención de los valores económicos de la calculadora	178
6.6.2. Discusión de los resultados	180
7. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	185
CONCLUSIONES	187
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	189
BIBLIOGRAFIA	191
ANEXO A. PROFORMAS DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA UNA VIVIENDA CONCRETA DEL ECOSISTEMA WISER ENERGY CENTER	211
ANEXO B. TABLAS DEL APARTADO 6 RELATIVO A LA CALCULADORA DE WISER ENERGY CENTER	214

ANEXO C. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA DE LA CALCULADORA DE DIMENSIONADO Y RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN	227
ANEXO D. HOJAS DE COMPONENTES	233

1. Prefacio

Wiser Energy Center es la revolucionaria propuesta de Schneider Electric para integrar al panel de distribución tradicional de cualquier vivienda una instalación solar, el cargador de vehículo eléctrico, un sistema de almacenamiento de energía eléctrica y sus ecosistemas digitales en un único espacio tanto físico como virtual. Todo esto combinado con soluciones de inteligencia artificial y en la nube para maximizar el aprovechamiento del autoconsumo y el ahorro, tanto energético como económico, de la vivienda repercutiendo positivamente en el confort del usuario y colaborando activamente en los objetivos de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo elaborado por el Gobierno de España.

En este proyecto se realiza un exhaustivo estudio de mercado referente a las diferentes tecnologías energéticas que componen la vivienda del futuro, avanzando hacia una construcción más sostenible, eficiente y resiliente. De este modo, se analiza el parque de vivienda construido en España y las diferentes tendencias del sector de la construcción. También se hace hincapié en los diferentes vectores eléctricos renovables con los cuales se alimentarán las viviendas, estudiando de forma minuciosa la figura del autoconsumidor y sus perspectivas de futuro mediante la agregación de la demanda y los nuevos mercados de flexibilidad y capacidad. Por otra parte, se estudia la implementación del vehículo eléctrico y el almacenamiento de energía desde un punto de vista tecnológico, pero también contextualizado respecto al grado de adopción de los diferentes países europeos. Finalmente, el estudio de mercado incluye también el análisis de dos modelos de cuadro eléctrico conectado, uno estadounidense y otro anunciando recientemente para su venta en España.

El estudio técnico del proyecto analiza los diferentes elementos constructivos de Wiser Energy Center, haciendo foco en las diferentes protecciones eléctricas, sus aplicaciones y estipulaciones de acorde con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se definen también en este apartado los requisitos para la integración de la vivienda con la red de distribución, los equipos de generación y el vehículo eléctrico. Se explica también en este apartado la posible estructura y mecanismos que adoptará el panel conectado para dotarlo de funcionalidad, definiendo también dos casos tipo para un grado de electrificación elevado. Por último, también se seleccionan las protecciones eléctricas que se instalarán para el correcto funcionamiento de la distribución eléctrica integrada con los nuevos vectores energéticos en la vivienda.

Para contextualizar ambos estudios y establecer una oferta de dimensionado de la solución, se ha realizado mediante software Excel una calculadora de dimensionado y retorno de la inversión. Se ha elaborado de forma inicial un estudio relativo a los consumos energéticos de la vivienda. A partir de la síntesis de documentación oficial y hojas de producto de diversos fabricantes, se ha conseguido modelizar el grueso principal de las cargas eléctricas que componen la vivienda. Estos consumos han

sido vinculados en función de su ubicación para ofrecer una herramienta de cálculo más precisa, especialmente para los consumos de agua caliente sanitaria y climatización. Ambos consumos, pueden ser simulados acorde a diferentes tecnologías. La demanda total obtenida es usada para el dimensionado correspondiente de Wiser Energy Center, una instalación solar y una instalación solar híbrida. Se realizará una aproximación del ahorro económico estimulado por la implementación de las tres soluciones de forma anual en una vivienda además del cálculo del ahorro durante el primer año, el retorno de la inversión y la obtención de los precios y listas de materiales que conforman Wiser Energy Center y las instalaciones de generación renovable.

1.1. Origen del proyecto

Desde el mes de octubre del 2020 he estado desarrollándome profesional y personalmente en la división de *Home & Distribution* de la empresa Schneider Electric. Prácticamente a la par de mi incorporación, se perfilaba el lanzamiento en España de Wiser Energy Center, la principal apuesta de la compañía en el segmento residencial para el año 2021. La realización de documentación relativa a la implementación del *New Energy Landscape* en España, el nuevo paradigma energético multisectorial impulsado por la compañía basado en la descarbonización, la electrificación y la digitalización han ocupado gran parte de mi tiempo y labores como estudiante en prácticas.

El origen del proyecto deriva de mi interés para poder realizar un proyecto que realmente tenga una contribución a mi entorno, en este caso el departamento del cual formo parte. Finalmente, se decidió optar por vincular este proyecto de la empresa, en concreto, con este proyecto final de grado para complementar la formación obtenida durante mi estancia en la empresa sobre equipos de protección eléctricos por el cambio de paradigma que se espera que suponga en la vivienda.

1.2. Requerimientos previos

Para la comprensión de este documento no se requieren conocimientos previos. La redacción está adecuada al lenguaje usual de las diferentes personas que componen el departamento de ventas de la división *Home & Distribution* de Schneider Electric. De este modo, se pretende que este documento pueda enriquecer al lector y ayudarlo en su día a día desde un punto de vista comercial.

2. Introducción

2.1. Objetivos del Trabajo

Inicialmente, el proyecto pretende mostrar el estado del arte actualizado de la implementación actual de las tecnologías que componen la domotización de la energía en el sector residencial: el autoconsumo solar fotovoltaico, la recarga de vehículo eléctrico, el almacenamiento de la energía y los sistemas de gestión energética de la vivienda. El proyecto contempla e incorpora los cambios normativos relativos a la nueva tarificación eléctrica en vigor desde el primero del primero de junio de 2021, los avances normativos en materia de implementación de la figura del agregador de la demanda y los mercados de flexibilidad y capacidad.

En segundo lugar, se obtienen los requisitos técnicos a cumplir por parte de los diferentes elementos constructivos que forman la instalación eléctrica de una vivienda: la instalación de enlace con la red de distribución y la instalación interior de la vivienda compuesta, principalmente, por los circuitos que derivan del cuadro general de mando y protección. Se contempla también el estudio técnico de la integración de los equipos de generación local y la infraestructura de recarga de vehículo eléctrico en la vivienda.

En tercer punto, se define técnicamente y desde un punto de vista constructivo la solución Wiser Energy Center. Se incluye la elección de sus componentes de acuerdo con las especificaciones técnicas obtenidas en el punto segundo y los productos de gama residencial y de la división solar de Schneider Electric. Con el objetivo de brindar una oferta de máxima calidad, en caso de no disponer de productos propios para la elaboración de la instalación fotovoltaica y de almacenamiento de energía se usarán primeras marcas.

En relación con el punto anterior, se establecen los costes de la solución Wiser Energy Center a la vez que también se contempla el precio su precio de venta al público. El precio que se establece es calculado para una instalación llaves en mano con la finalidad de facilitar la realización de proformas relativas a la instalación de la solución.

Finalmente, se realiza una calculadora de dimensionado y rentabilidad de la inversión de la instalación de los diferentes grupos de productos definidos en el punto tercero y siempre de acuerdo lo establecido en el estudio técnico. Para el dimensionado de la instalación se contempla la realización de un estudio relativo a los consumos eléctricos residenciales para su parametrización y

estandarización matemática, del mismo modo que se usaran los valores económicos obtenidos en el punto cuarto de los objetivos para el cálculo de la rentabilidad.

2.2. Alcance del Trabajo

Dado que es una oferta nueva aun en definición, el alcance del trabajo nace limitado de forma intrínseca por aquellos aspectos que no sean comunicados al equipo ibérico de desarrollo del producto y/o que no puedan ser escritos en el proyecto. La oferta, a mes de junio de 2021, se encuentra aún en desarrollo no habiendo sido realizadas más comunicaciones con información relativa al proyecto por parte de la empresa más allá de aquellos aspectos que se puedan encontrar en este proyecto.

Por otra parte, el diseño de la calculadora estará limitado, en esta versión, a los componentes solares de la empresa Schneider Electric. Si bien, con elevada probabilidad, Wiser Energy Center será compatible con otros sistemas de inversores, como es el caso estadounidense, no se han considerado para no incurrir en posibles imprecisiones. Del mismo modo, únicamente se ha considerado un tipo de panel fotovoltaico y un modelo concreto de sistema de almacenamiento de energía eléctrico, dejando para una actualización futura de la calculadora la extensión de nuevas características de productos relacionados con la generación de energía. Por otra parte, se espera poder actualizar en la segunda versión de la calculadora los datos derivados a partir del futuro estudio SPAHOUSEC III relativo a los consumos eléctricos de la vivienda. La calculadora ha sido desarrollada de una forma que permita, en un futuro, la escalabilidad y reajuste de la solución con la introducción de las extensiones de la oferta conectada del ecosistema Wiser.

3. Schneider Electric

3.1. La empresa

Schneider Electric es una empresa con más de 180 años de historia. Fundada en 1836 por los hermanos Schneider en una fundición abandonada en Le Creusot, Francia. La empresa se dedica en sus inicios a la industria del hierro y el acero; dedicándose en parte a la confección de armamento, material para ferrocarriles y fundición naval. A finales del siglo XIX la empresa Schneider-Creusot (su nombre original) empieza a diversificarse apostando por la emergente maquinaria eléctrica, viendo reimpulsada su producción armamentística durante las guerras mundiales destacándose la producción del Schneider CA1 (1), el primer tanque de guerra francés producido durante la primera guerra mundial. Al finalizarse la segunda guerra mundial la empresa realizó una profunda reestructuración, si bien ya tenía presencia en parte de Alemania y la Europa oriental después de las expansiones realizadas en el período de entreguerras. Finalmente, en el año 1981 Schneider SA se separó de todas las actividades que no estuvieron relacionadas con la industria eléctrica, vendiendo entre otros su división ferroviaria a Alstom en el año 1987 a la vez que adquirió importantes empresas de material eléctrico como Merlin Gerin y Télémécanique (2). Es en el año 1999 cuando la empresa pasa de apodarse Schneider SA para pasar a ser Schneider Electric. Durante el siglo XXI la empresa ha diversificado sus activos apostando por la digitalización, la automatización y la gestión energética contando con un extenso porfolio de productos, aplicaciones y servicios y más de ciento treinta mil trabajadores en los cinco continentes(3).

3.2. Soluciones enriquecidas para la vivienda

Si bien la marca Schneider Electric, en el sector residencial, es ampliamente conocida en el sector por sus mecanismos y protecciones eléctricas; la empresa se ha diversificado apostando fuertemente para brindar la digitalización y la sostenibilidad a sus clientes. Por consiguiente, la empresa es líder actualmente en el sector de la domótica e inmótica, además de contar con una fuerte presencia de mercado en la carga de equipos de carga vehículos eléctricos y dispositivos para la generación solar fotovoltaica.

3.2.1. Solución Wiser

Wiser es la apuesta inalámbrica de Schneider Electric para la domotización de la vivienda. Si bien es cierto que las soluciones domóticas en el sector residencial han existido desde hace cerca de medio siglo, no ha sido hasta hace escasos años que estas han empezado a estar al alcance económico de la mayoría de los ciudadanos. Con el desarrollo de soluciones tecnológicas inalámbricas, que han llegado a reducir los costes de instalación en una orden de magnitud respecto aquellas cableadas, y la incorporación en el hogar de asistentes virtuales como Alexa, Google Home o Apple Home la modernización del hogar y su apuesta por el confort y el ahorro han impulsado la revolución tecnológica en el hogar.

Los elementos que se deseen controlar mediante Wiser funcionan, principalmente, a partir de la comunicación de los diferentes sensores y mecanismos que constituyen el hogar. La solución Wiser permite el reacondicionamiento de mecanismos instalados con anterioridad compatibles con el micromódulo inteligente que le aporta de funcionalidad, en el sector de la reforma, o la instalación de diferentes gamas de mecanismos de Schneider Electric que incluyen ya Wiser para una instalación compacta. De esta forma, en consonancia con el mensaje y los objetivos de la empresa se trabaja para alcanzar el residuo cero y una larga vida útil.

La conectividad de datos entre el conjunto de mecanismos y los mecanismos se realiza mediante Zigbee, un protocolo de comunicaciones inalámbrico de bajo consumo basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal(4). Cada mecanismo conectado incorpora la doble funcionalidad de actuador/repetidor con la finalidad de crear una red doméstica de alta velocidad resiliente. En este sentido, el funcionamiento del equipo sería posible incluso sin disponer de internet en la vivienda siempre y cuando se dispusiera del dispositivo Wiser *Hometouch* en proceso de descatalogación.

Para el funcionamiento del sistema Wiser es indispensable la instalación de Wiser Hub, la interfaz que permite la comunicación con todos los dispositivos conectados y permite su control. El dispositivo comunica vía Ethernet y WLAN, para poder intercambiar información con el servidor y recibir órdenes del móvil, y Zigbee para la comunicación interna con los diferentes dispositivos conectados. Es el *hub* quién capacita el sistema para poder crear momentos y escenas automáticas que incluyen el funcionamiento de una o más referencias.

3.2.1.1. Funcionalidades Wiser

El sistema Wiser dispone de múltiples funcionalidades enfocadas principalmente a un mayor control de la iluminación de la vivienda, una climatización más confortable y económica, el control de persianas y toldos, la introducción de mecanismos disuasorios a posibles hurtos y/o allanamientos, la posibilidad de visualizar el interior de tu vivienda de forma remota y otras soluciones relacionadas con una mayor domotización de la vivienda.

Con un máximo de hasta 60 dispositivos electrónicos conectados con el sistema, se detallan a continuación las diferentes opciones que puede realizar el sistema Wiser:

- Control remoto de los mecanismos conectados y escenas programadas de forma remota vía la aplicación Wiser by SE, a partir de internet, o desde Wiser Hometouch u otra pantalla compatible conectada con el sistema por Zigbee. Los dispositivos conectados podrán seguir siendo controlados de forma manual.
- Creación de hasta 80 escenas personalizables que permiten la unión y encendido de diferentes asociaciones de dispositivos electrónicos y mecanismos. Estas podrán ser activadas de forma manual o programada, pudiéndose programar para un día concreto o de forma recurrente. Se destaca la posibilidad de realizar escenas que funcionen mediante control astronómico.
- Control de los diferentes sistemas de iluminación, de manera manual o remota, que permiten su apagado, encendido y atenuación de su luminosidad.
- Integración de persianas y toldos motorizados para su control automático y remoto. Compatibles con la creación de escenas.
- Acoplamiento de los dispositivos de HVAC compatibles con Wiser Heat. La extensión de la oferta dispone de un *display* equivalente a un termostato convencional que permite la selección de la temperatura de consigna, un relé de caldera que dará la orden de apagado y encendido de la caldera además de ser el *hub* del sistema (el dispositivo encargado de mandar los dispositivos a la nube y comunicar con el control remoto), un radiador de termostato que permite el control zonal de las estancias para el cierre y/o regulación de los radiadores cuyo funcionamiento no sea de interés para aquél momento y la toma de corriente inteligente que podrá tener tensión en función de la voluntad del usuario y servir de repetidor en caso de disponer de mala conexión en la vivienda.
- Integración de los sistemas de climatización y otros dispositivos compatibles con el sistema que permiten ser controlados por infrarrojo. Esta se realiza mediante un convertidor entre infrarrojo y Zigbee. Este punto es muy destacable dado que puede ser usado para la gestión eficiente de la climatización en la vivienda, siendo esta conjuntamente con la obtención de agua caliente sanitaria en la vivienda las principales cargas de consumo.

- Los sistemas de climatización permiten la fijación de una temperatura de confort y regulación automática a partir de sensores o condiciones horarias, del mismo modo que también son programables su funcionamiento con las diferentes escenas.
- Establecimiento de un modo de disuasión de hurtos y allanamientos que permite el encendido aleatorio o programado de luces para simular presencia.
- Poder visualizar de forma remota las cámaras IP y conocer el estado del resto de los sensores de la vivienda a partir de la aplicación *Wiser by SE*.
- Recepción de notificaciones en el móvil de posibles irregularidades que puedan ocurrir en la vivienda, incluyendo alarmas técnicas de escapes de agua, detectores de cerramiento de puertas y ventanas, detectores de presencia y termómetros e higrómetros.
- Compatibilidad con asistentes de voz y del hogar.

El sistema también integra la posibilidad de poder realizar una programación horaria y/o control astronómico de los diferentes mecanismos que integran la vivienda y sean controlables por la solución. De este modo, se permite la creación de hasta un máximo de 80 escenas personalizables que podrán ser activadas de forma automática o manual por el usuario.

3.2.1.2. Programación de la solución Wiser

La conexión de los dispositivos compatibles con Wiser es sencilla, no requiere de una persona especializada para realizar la conexión de los dispositivos con el sistema de gestión en la mayoría de los casos (indicándose principalmente para la instalación inicial en caso de una vivienda de nueva construcción o una importante reforma). Aun así, se recomienda que la instalación inicial de Wiser en la vivienda la realice una persona experta y familiarizada con la baja tensión, especialmente para los mecanismos relacionados con la iluminación y las persianas que estarán conectados con la red eléctrica de la vivienda. El sistema de programación está hecho para guiar en todo el proceso el usuario y permite programar la mayoría de los dispositivos en menos de 10 minutos.

Para la instalación del sistema es obligatorio el registro en la aplicación Wiser, disponible en las principales plataformas de distribución de aplicaciones digitales para teléfonos móviles y/o tabletas. El registro requiere de la asociación de la instalación con una vivienda física, requiriendo de su dirección y el número de las salas de la vivienda. Se requiere esta información para poder brindar una mejor conectividad, ubicando los datos provenientes de la vivienda en el servidor más próximo y para la configuración equivalente del interruptor astronómico. El número de salas de la vivienda servirá para poder asociar cada dispositivo conectado en su espacio correspondiente. La mayoría de los dispositivos Wiser vienen de serie configurados con el modo conexión activado, aun así, es posible que en los asistentes del hogar y otros dispositivos se requiere de la activación manual de dicho modo para poder

proceder con la instalación. Una vez el ecosistema Wiser haya detectado dicho mecanismo, se vinculará al dispositivo y ya podrá ser usado.

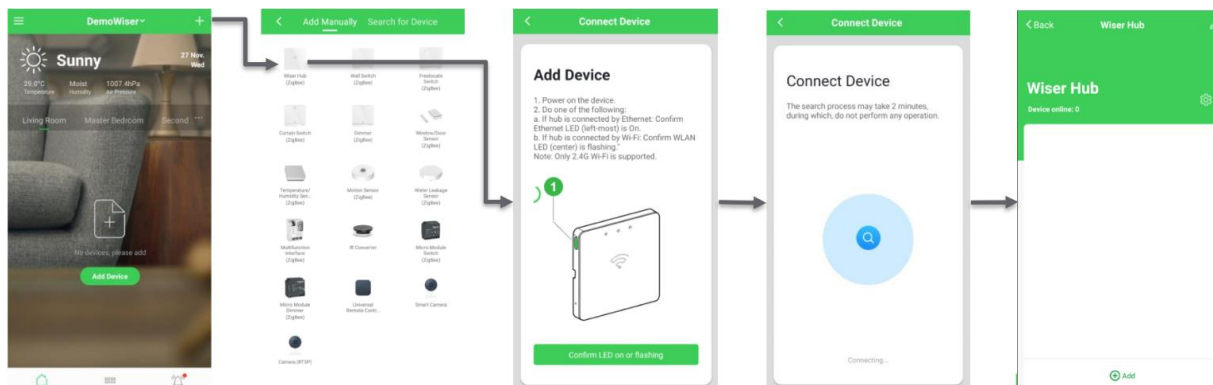


Figura 3.1 - Captura de pantalla de los diferentes pasos mediante el cuál se realiza la instalación de un mecanismo. Fuente: (5)

3.2.2. Sistema KNX

3.2.2.1. Funcionamiento del sistema KNX

KNX es un protocolo de comunicaciones de red estandarizado basado en el modelo OSI, protocolo de comunicación creado en el año 1980 por la Organización Internacional de Normalización. El sistema KNX es el resultado de la fusión en 1997 de los estándares Batibus, EIBs y EHS surgidos a principios de los 90 para el control de edificios(6). En el año 2002 se publicó la especificación KNX a partir de medios de comunicación física. Consiguientemente, los mecanismos que se requieran controlar vía KNX deberán estar conectados, por norma general, con un cable de par trenzado también apodado como cable bus. Por este cable bus se transmite la tensión de alimentación de los aparatos mediante corriente continua y la transmisión de datos en forma de corriente alterna. Ambas señales se transmiten por el mismo cable sin causar problemas a la electrónica, si bien los dispositivos pueden separar correctamente ambas señales. Los sistemas KNX también pueden transmitir datos por medio de la red eléctrica, por radiofrecuencia o mediante sistemas IP. El sistema KNX permite la incorporación de hasta 64 dispositivos por fuente de alimentación disponiendo de un máximo de dos fuentes por línea. Se pueden elaborar conjuntos de varias líneas con un máximo de 15 filas conectadas a la línea principal, creando consiguientemente un área (7). Finalmente, se pueden unir un máximo de 15 áreas

alcanzando la posibilidad de conectar más de 10.000 dispositivos. Por esto motivo, el sistema KNX es presente no únicamente en viviendas y otros edificios sino también en grandes construcciones como fábricas, aeropuertos y hospitales.

La instalación del sistema KNX requiere obligatoriamente de un profesional si bien los mecanismos podrán ser programados para cumplir con las funcionalidades que el usuario desee. De este modo, mediante la familia de Software ETS (*Engineering Tool Software*) de la asociación KNX se podrá programar mediante un ordenador la configuración de los sensores y actuadores previamente alimentados por la fuente de alimentación. Los dispositivos conectados mediante KNX dispondrán de una dirección física para poder ser identificados a la hora de programar la instalación, constando de tres números en función de su ubicación de su área, su línea y el número de componente(8).

3.2.2.2. Funcionalidades del sistema KNX

El sistema KNX ofrece más funcionalidades que la solución Wiser y se usa eminentemente en viviendas de lujo en el sector residencial, además de grandes infraestructuras e industrias. Esto se debe a su elevado coste al ser una solución cableada y que requiere de más trabajo de instalación. Con la solución KNX se pueden realizar las siguientes acciones siempre y cuando se hayan programado previamente:

- Flexibilidad del sistema por la resiliencia y flexibilidad que brinda el sistema KNX de permitir la configuración y reconfiguración a voluntad del usuario.
- Control de apagado y encendido de una o un grupo de luminarias desde cualquier punto de la instalación.
- En caso de disponer de una instalación DALI conectada con KNX, será posible conmutar las luminarias, ajustar la iluminación mediante regulación relativa y absoluta, recibir información sobre el fallo de una lámpara o balastro, soportar dispositivos con función de iluminación de emergencia (EN 52386-202), monitorizar el estado y modo de funcionamiento de la iluminación, realizar diferentes procedimientos de pruebas y ajustar la iluminación a los ciclos circadianos del cuerpo humano.
- Posibilidad de incorporar al sistema diferentes sensores como el detector de movimientos o presencia para poder regular no solamente las luminarias, sino también otros sistemas como el de climatización.
- Elaboración de un modo de simulación de presencia que cambie el estado de diferentes luminarias y persianas para disuadir un posible hurto o allanamiento.
- Posibilidad de acoplar a la instalación una estación meteorológica compatible con el sistema KNX para proteger la vivienda (los toldos del exceso de viento, los cristales de la lluvia, incrementar el aislamiento de la vivienda en caso de heladas...)

- Incorporación de sistemas de control y protección solar para el aprovechamiento de la radiación solar de forma eficiente, brindando un mejor confort visual y térmico y ahorro energético.
- Desde la pantalla táctil de Multitouch KNX de Schneider Electric se permite la configuración de hasta 9 páginas de navegación. En ellas se podrá albergar hasta 16 escenas y 15 acciones programadas y la visualización de datos de temperatura, consumos, humedad, nivel de dióxido de carbono en la vivienda.
- Integración de detectores de presencia o ausencia para la regulación de luminarias, consumos y climatización. Automatización de las tomas de corriente de uso no prioritario y del apagado y encendido de los sistemas de climatización en función de la presencia.
- Zonificación la climatización de la vivienda.
- Optimización de diferentes tecnologías de climatización de una estancia acorde con sus velocidades e inercias en el alcance de una temperatura de consumo para alcanzar la temperatura de consigna maximizando la eficiencia y el ahorro.
- Control de los sistemas de climatización con control proporcional integrar para maximizar el ahorro.
- Control remoto de la vivienda mediante Wisser for KNX.

3.2.3. Vehículo eléctrico

Schneider Electric es una de las marcas punteras a nivel mundial en la confección de cargadores eléctricos. La empresa había construido y homologado más de 125.000 cargadores eléctricos a finales de 2020.

El ecosistema de productos y servicios para la carga de vehículo eléctrico va más allá de los cargadores. Entre los productos se destaca la canalización Canalis, cableado diseñado para la distribución de potencia que puede llegar hasta los 160 A para la gama de distribución de baja potencia y los 5.000 A para la gama de distribución de alta potencia. Mediante la instalación de Canalis es posible ahorrar tiempo y costes de material e instalación. Esto se debe a la posibilidad de hacer derivaciones de la canalización donde un único cable puede transportar toda la potencia a un conjunto de cargadores frente una instalación convencional, en el cual se optaría por una derivación para cada cableado creando puntos donde el riesgo de incendio es más elevado frente la canalización.

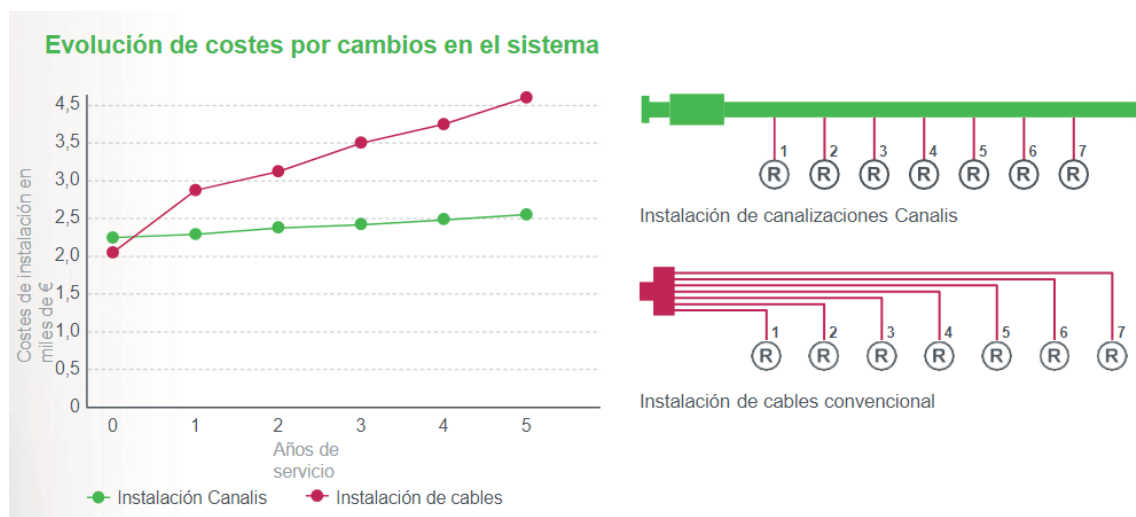


Figura 3.2 - Prestaciones del sistema de canalización Canalís. Fuente: interna.

Por otra parte, el sistema de gestión de cargas es uno de los puntos fuertes de la empresa. Indicado para aquellas instalaciones que cuenten con más de un cargador; el software de gestión está disponible para la gestión mediante coeficientes estáticos, gestionar la carga de los diferentes vehículos a partir de una potencia fija dentro de la potencia total del edificio, y mediante coeficientes dinámicos, gestionar la carga de los vehículos eléctricos en cada momento con la potencia disponible en el edificio. El software está disponible para la gestión de cargas de 5, 15, 50 y 100 cargadores eléctricos que pueden ser escalados hasta 1.000 mediante la integración de los diferentes sistemas. El sistema permite además la monitorización del sistema en todo momento para poder realizar una programación horaria de carga, asignar cargadores / vehículos prioritarios cuya carga se priorizará en caso de tener que desconectar cargadores para no superar el término de potencia y herramientas de mantenimiento preventivo.

La propuesta de Schneider Electric para la carga de vehículo eléctrico se integra dentro de la familia de productos EvLink. Para el modo de carga 2, se dispone de una solución precableada para una mayor protección del cargador, el vehículo y la vivienda a partir de un cuadro de baja tensión con protección automática, diferencial tipo B-EV, contra sobretensiones permanentes y transitorias tipo 2.

Para el modo de carga 3, el indicado para la carga de vehículo eléctrico en el sector residencial, la empresa dispone de una gama de cuatro modelos según la máxima potencia transferible (3,7 kW, 7,4 kW, 11 kW o 22 kW). Las gamas EVLink Wallbox y EVLink Smart Wallbox, cuya diferencia recae principalmente en la conectividad de los dispositivos con el sistema de gestión de cargas, están enfocadas en el sector residencial. Se dispone también de la gama EVLink Parking pensada eminentemente para aparcamientos públicos o privados. Ambos dispositivos son compatibles para tomas tipo 1 y tipo 2.

Finalmente, para el modo de carga 4, la familia de cargadores EVLink también dispone de una solución de carga rápida en corriente continua que permite la carga a hasta 24 kW, el EVLink DC 24 kW.

3.2.4. Generación fotovoltaica

Schneider Electric dispone de una unidad de negocio enfocada a la producción de energía solar fotovoltaica. Ofrece soluciones para instalaciones conectadas a red, aislables o aisladas para los sectores residencial, comercial, industrial y también para grandes instalaciones de generación.

Para instalaciones en el sector residencial la gama de productos está compuesta básicamente de los inversores híbridos Conext y seguidores de máxima potencia, además de otros componentes que ayudan a optimizar la instalación:

- Conext SW: Inversor con cargador disponible en tres modelos: En 24 V 2,5 kW y 4 kW y para 48 V 4 kW. Aun así, el cargador de batería funciona hasta los 90 A en el segundo cargador. Es válido para aplicaciones aisladas y para conexión a red. Puede soportar picos de arranque de hasta 7 kW con un pico de 9,7 kWp y dispone de entrada auxiliar AC para la red o un grupo electrógeno.
- Conext XW Pro: Inversor híbrido de 12 kWp y 6,8 kW en modo continuo. Apto para instalaciones aisladas y que dispongan de batería. Dispone de un puerto de salida de corriente alterna para cargas críticas.
- Conext SCP: Panel de control del sistema de generación que proporciona funciones de supervisión y configuración de los inversores(9).
- Conext AGS: Arrancador automático para controlar la generación del sistema. Está pensado especialmente para aquellas instalaciones que dispongan de generador de soporte y/o baterías para instalaciones aislables o aisladas. Permite la supervisión de más parámetros como la tensión de la batería, el estado de carga o la energía de red.
- Battery monitor: Dispositivo electrónico que permita determinar el estado de carga del banco de batería e indica las horas de funcionamiento de estas.
- Paneles de distribución de potencia: Cajas prefabricadas con todas las protecciones necesarias para el funcionamiento de la instalación solar.
- Insight: Plataforma digital para la visualización y gestión de la energía en la vivienda. Se requiere de Conext Gateway, Insight Facility o Insight Local con la función de caja de comunicación del sistema. El sistema comunica mediante RS485 A con los equipos de medición, XANBUS con el inversor y el seguidor de máxima potencia, con bus CAN con el equipo de gestión de la batería y mediante Wi-Fi con la plataforma Cloud donde el cliente

puede optimizar su instalación. La plataforma es accesible por teléfono móvil mediante la aplicación InsightMobile SE.

4. Análisis de mercado

La finalidad del análisis de mercado realizado para la elaboración de este proyecto es identificar las necesidades actuales del mercado, a la vez que estudiar su madurez e implantación del ecosistema energético que compone la vivienda del futuro y la oferta de la competencia. De este estudio se derivan diferentes aspectos técnicos tratados dentro del apartado relativo a la definición de las especificaciones técnicas del producto y servirá de guía para orientar la calculadora.

Para realizar el análisis de mercado se ha procedido a investigar los diferentes sectores y factores que pueden ser determinantes para el diseño de la solución y sus posteriores ventas. Empezando por un análisis de la situación derivada en el mercado inmobiliario y de la construcción durante los últimos años, para reflejar una imagen fidedigna sobre el parque de vivienda en España y el estado actual del mercado de viviendas. Se hace referencia también a las nuevas tendencias de futuro en el sector residencial a partir de las certificaciones energéticas de mayor prestigio en el mercado y otras tendencias que están impactando ya a día de hoy el sector.

Por otra parte, se realiza un estudio enfocado también en el autoconsumo energético donde se ahonda para comprender el estado actual de su implantación entre prosumidores domésticos, sus perspectivas de futuro, se desarrolla sobre las diferentes opciones de futuro mediante la figura del agregador y se trata de forma detallada la tarificación eléctrica para consumidores residenciales, siendo un potencial argumento de venta el cambio de la tarifa eléctrica en vigor desde el primero de junio de 2021. Se hace también una disertación relativa a los costes actuales de una instalación solar en el sector residencial y sus previsiones. También se profundiza en los diferentes vectores energéticos que afectarán la vivienda del futuro: la presencia del vehículo eléctrico, el almacenamiento energético y se estudia también la posible implantación de grupos electrógenos no renovables.

Finalmente, se realiza un breve estudio desde una óptica comercial de la solución Wiser Energy Center a partir de la información disponible hasta el día de hoy, no habiendo sido pública ni comunicado al equipo de marketing de la empresa en España más información que la expuesta en este documento. Por contraparte, se ha realizado un estudio de las soluciones de panel inteligente de la propia empresa en Estados Unidos y de la competencia en España.

4.1. Estudio del sector inmobiliario residencial

4.1.1. Situación actual

El mercado de la vivienda, tanto en España como en el resto de Europa, venía de marcar máximos relativos durante el año 2019 respecto a los años posteriores a la crisis económica de 2008. Esta tendencia al alza se mantuvo en ambos mercados durante los inicios de 2020 hasta la irrupción de la pandemia de COVID-19. (10) (11) El sector de la construcción residencial en España terminó el año 2020 cayendo un 12,5% respecto el año anterior, de acuerdo con el informe ITeC de noviembre de 2020, cerrando el ejercicio con una caída menor a lo pronosticada por el informe de primer cuadrimestre de la misma entidad. (11) Dónde si se ha registrado la mayor caída ha sido en la compraventa de inmuebles de segunda mano (10), especialmente en aquellas zonas más enfocadas al turismo como podrían ser las zonas costeras vacacionales. De acuerdo con el portal inmobiliario idealista, las transacciones de viviendas cayeron un 37,4% durante el primer semestre del año 2020 respecto del primer semestre de 2019 (12), empujando en parte que la transacción de viviendas cayera entre un 20 % y un 25 % respecto el año anterior.

El sector del alquiler, por otro lado, no se está viendo afectado primordialmente por la dificultad de acceder a una vivienda por parte de la población. Esta situación podría extenderse e incluso agravarse con el impacto de la crisis del COVID-19 y atraer un incremento en la demanda en vivienda en alquiler para consolidar la tendencia del segmento de vivienda plurifamiliar. Solo en el primer trimestre de 2020 el volumen de inversión en *Building to Rent* y *Private Rented Sector* fue de más de 500 millón de euros, representando cerca del 40% de inversión total en plurifamiliar. (10)

Por otra parte, España es el país con más propiedad relativa a viviendas y a gente viviendo en edificios plurifamiliares de la Unión Europea. Se estima que 2 de cada 3 personas que viven en España reside en un edificio plurifamiliar, principalmente bloques de pisos. De acuerdo con los datos ofrecidos por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en el año 2018 había construidas en España cerca de 25,790 millones de viviendas construidas, considerándose 19,350 millones de vivienda principal y 6,440 millones destinadas a usos no principales (segundas residencias, alquileres turísticos, etc). El sector de la construcción añadió al parque instalado 3,800 millones de viviendas durante los años 2001 y 2008, justamente durante los años del *boom* inmobiliario y se encontró atenuado durante los siguientes diez años, añadiendo únicamente un millón de viviendas durante los siguientes diez años. (13)

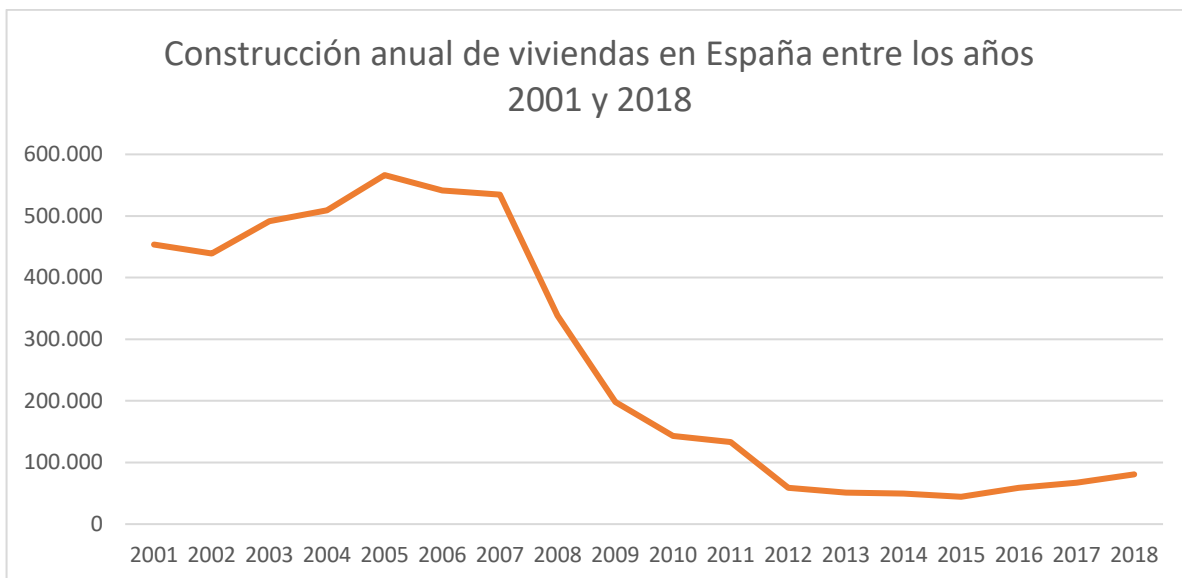


Figura 4.1 - Construcción anual de viviendas en España entre los años 2001 y 2018. Elaboración propia. Fuente: (13)

Por consiguiente, el parque de vivienda construido cumple en una muy pequeña parte con los requisitos relativos a lo establecido en los diferentes documentos básicos de ahorro de energía que se han sucedido durante los últimos 15 años siendo en la mayor parte viviendas extremadamente ineficientes y que magnifican los efectos de pobreza energética al tener elevadas demandas de climatización. Si bien la rehabilitación de edificios es una prioridad del Gobierno de España vigente para conseguir también los objetivos de neutralidad climática a partir del Programa de Rehabilitación Energética de Edificios con una dotación de 300 millones de euros, este es un inconveniente importante por todas sus problemáticas asociadas.

4.1.2. Tendencias del sector residencial

- **Sostenibilidad:** La llegada de más de 2.500 millones de personas en las ciudades para el año 2050 en todo el mundo provocará un agravio en las disparidades territoriales relativas al consumo y extracción de los recursos (14). Desde un punto de vista energético, la generación descentralizada en un mundo totalmente eléctrico es una de las herramientas para velar por una mayor equidad territorial en el nuevo paradigma energético. Del mismo modo también será vital aumentar la productividad de la energía, la eficiencia energética, para poder emprender con paso firme la descarbonización de la sociedad indispensable para alcanzar la neutralidad de carbono comprometida por la Unión Europea en el año 2050.

En este sentido, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 pretende alcanzar para el año 2030 una mejora del 39,5% de mejora de la eficiencia energética, correspondiente a una disminución del consumo de energía primaria. Algunas de las acciones que el plan contempla es avanzar hacia ciudades y comunidades inteligentes, con sistemas de generación de calor y frío conectados a redes urbanas de distribución y edificios que cuenten con soluciones activas, pasivas y con generación renovable mediante las figuras de comunidades energéticas y el autoconsumidor. Para la consecución de este aspecto está previsto la rehabilitación de 1.200.000 viviendas hasta el año 2030 alcanzando un pico anual de 300.000 en el último año. La mayoría de las actuaciones estarán enfocadas en la actuación de mejora de la envolvente térmica y las de generación térmica, aquellas que cuentan con peores rendimientos y mayor porcentaje de energía primaria no renovable del sector residencial en la actualidad. Para las medidas enfocadas en la mejora de la eficiencia energética en edificios existentes del sector residencial se espera que se destinen 5.509 millones de euros en ayudas públicas durante este periodo de tiempo. (15)

- Tecnología y digitalización: Históricamente la industria de la construcción residencial ha sido una de las menos digitalizadas y que menos ha invertido en I+D en España. Aun así, la digitalización está impactando fuertemente en los edificios y los hogares del presente y del futuro. Algunos aspectos que brindaran de mayor eficiencia en la edificación son la implantación de nuevas tecnologías como la geolocalización de mayor definición, que permite la integración de la fotografía de alta definición y el escaneo láser 3-D junto con herramientas analíticas y sistemas de planificación y visualización, el modelado de información de próxima generación 5-D para la planificación de proyectos, diseño, construcción, operaciones y mantenimiento; la industrialización 4.0 que implicará la combinación de nuevas técnicas de producción y operación como la impresión modular 3-D que comportaran un importante ahorro de recursos y energía, reducciones en los plazos, eliminación de cuellos de botella en los proyectos y sus correspondientes sobrecostes, la reducción de riesgos laborales y la incorporación de nuevos profesionales al sector. Por otra parte, el desarrollo de nuevos materiales puede tener un impacto importante en la posible reducción de costes asociados al material de una vivienda, valor que puede llegar a superar el 60% del peso total del valor de construcción de un inmueble (16). Algunos materiales que podrían revolucionar el sector son el hormigón autocurado (17), que incluye bacterias con la capacidad de producir piedra caliza para poder rellenar las grietas que pueden sucederse en el interior de un edificio, el aerogel, un material que podría reducir drásticamente los puentes térmicos de los edificios (18), el topmix permeable, un tipo de cemento que podría absorber hasta 4.000 litros de agua por minuto y que podría servir para regular la temperatura en zonas de lluvias torrenciales (19), y por último la introducción de nanomateriales.

Por otra parte, y de acuerdo con los informes anuales de hogar conectado de la consultoría Berg Insight, durante el año pasado la región europea superó a la región de América del Norte en el número de viviendas “Smart home” (20). Cifran, de hecho, que cerca de 60 millones de viviendas en Europa son inteligentes; definiendo el concepto “Smart Home” como viviendas que disponen de al menos un dispositivo controlable de forma remota mediante un teléfono. De acuerdo con la consultoría los principales ámbitos de actuación de la digitalización en la vivienda afectan a la seguridad y el control de acceso, la gestión de clima y energía de la vivienda, sistemas de entretenimiento y audiovisuales, control de luminarias y persianas, sistemas relacionados con la salud de las personas y electrodomésticos conectados.

- **Build To Rent:** El nuevo modelo de tenencia inmobiliaria con fuerte crecimiento en España e importante implementación alrededor del mundo. El Build To Rent (en adelante BTR), como el nombre indica, es la tendencia de construir viviendas con la finalidad de alquilarlas. La vivienda construida bajo este modelo suelen ser viviendas de calidad para personas con poder adquisitivo superior a la media y que quieren habitar una vivienda durante un largo plazo de tiempo, pero sin querer incurrir a la compra. Los complejos de vivienda BTR suelen contar con servicios comunitarios como gimnasios, terrazas y salas de eventos comunes (que pueden ser alquiladas) para ofrecer un ecosistema de servicios al arrendador. En el Reino Unido, cerca del 70% de personas que habitaban edificios BTR en ambientes urbanos y un 50% en entornos suburbanos eran personas menores de 35 años (21), siendo una opción respaldada por consiguiente para personas cuyo poder adquisitivo no permite la compra y aprecian la vida en comunidad. También se destaca como está creciendo la incorporación de personas mayores de los 34 años con un ritmo anual del 2%, en los edificios BTR. Su presencia es destacable en países europeos como Alemania, Países Bajos o el Reino Unido donde, en este último, ya se ha consolidado con más de 180.000 viviendas en planificación y concatenando, desde el año 201 y, una inversión anual mínima superior a los 2.000 millones de libras que rozó los 3.500 millones el anterior año 2020 (22). En el Reino Unido ya son más de 180.000 las viviendas construidas, en construcción o planeadas que siguen el esquema BTR.

Uno de los motivos que ha impulsado el modelo BTR en España es su elevada rentabilidad que alcanzó de media en España el 6,16%, valores incluso mayores para Catalunya y Madrid donde hay mayor liquidez de mercado y mayores precios (23). Será en la Comunidad de Madrid el lugar donde está previsto que se ubique la mayor parte de proyectos de BTR en España hasta 2028, de acuerdo con el diario especializado en el sector inmobiliario EjePrime (24). El diario prevé la construcción de 90.180 viviendas hasta 2028 de esta tipología, de los cuales 3.166 serán en 2021 y 16.229 en 2022. Se espera también que el ministerio de fomento aposte por la construcción de 20.000 viviendas de dicha tipología durante este periodo de tiempo.

Otro revulsivo del sector BTR es el hecho que Hacienda haya adoptado medidas fiscales favorables para el alquiler de viviendas (25). El estado español bonifica dicha actividad

económica en un 85% a aplicar sobre la cuota íntegra que corresponda a las rentas derivadas del arrendamiento de viviendas, pasando del tipo general del 25% a un tipo adaptado del 3,75%. Para darse esta bonificación la sociedad debe contar con un número de viviendas arrendadas u ofrecidas de arrendamiento superior a 8 para un período superior de 3 años, que estas estén ubicadas en territorio español y adquiridas con la entidad, cuya finalidad no sea estacional o turística, que cada inmueble cuente con una renta por separado y que al menos el 55% de las rentas de la sociedad se correspondan a la actividad económica principal de arrendamiento de viviendas.

4.1.3. Certificaciones energéticas y de sostenibilidad

De acuerdo con estimaciones de Víctor Regidor, redactor del diario La Razón, se prevé que cerca del 87,7% del parque de vivienda para el año 2050 en España ya está construido, contando con más de 40 años de antigüedad cerca de la mitad del parque de vivienda actual (26). Para el cumplimiento del objetivo de neutralidad en carbono de la Unión Europea es de vital importancia que los edificios que se edificaran en el resto de mitad de siglo sean construidos con elevados estándares de eficiencia y ahorro energético, además de profundizar en la rehabilitación y adecuación de la base construida. A parte de dar cumplimiento a la directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo (27), relativa a la eficiencia energética de los edificios, que obliga a que todos los nuevos edificios deberán ser nZEB; la normativa obliga a los estados a elaborar un certificado de eficiencia energética siempre que se quiera realizar una transacción inmobiliaria. Esta normativa se transpone en la actualidad con la reformulación del nuevo Documento Básico de Ahorro de Energía que incorpora en la sección 0 del nuevo documento las limitaciones del consumo energético del edificio en función de su superficie, zona climática y uso.

Cuando se habla desde un punto de vista energético de la edificación, esto debe realizarse desde tres niveles o puntos de vista:

- La energía embebida: Aquella relativa a la fabricación de los materiales constructivos, su transporte, el proceso de construcción, ... La energía embebida del edificio puede ser equivalente a el conjunto de toda la energía consumida durante toda la vida útil del edificio.
- La energía inducida: Aquella demandada en el edificio. Actualmente se hace especial énfasis con todos los productos digitales y domótica en este aspecto, pero la mayoría de la energía inducida en los edificios residenciales proviene de grandes electrodomésticos y sistemas de climatización.
- La movilidad que generan: Un área relativamente nueva de estudio que está tomando fuerza últimamente juntamente con tendencias como la ciudad de los 15 o 20 minutos. El hecho de

ubicar un edificio en una zona ubicada en la lejanía de los centros de trabajo, espacios recreativos y otros espacios que puedan concurrir sus habitantes debería tenerse en cuenta también a la hora de construirse y comprar el usuario el inmueble.

Si bien la certificación energética que requiere el estado no añade, de por sí, un valor diferencial al edificio al ser obligatoria, aunque tenga claramente un impacto sobre el valor final de la vivienda; son las certificaciones energéticas respaldadas por instituciones independientes aquellas que aportan un mayor impacto en la valoración positiva del inmueble. A continuación, se presentan algunas de las certificaciones energéticas más conocidas. Presentes y valoradas en la actualidad.

4.1.3.1. LEED

El LEED (*Leadership in energy & Environmental Design*) está considerado el estándar de edificación con más prestigio en el mundo. Desarrollado por el *US Green Building Council* e implantado inicialmente en el año 1993, se estima que actualmente se certifican de forma semanal en más de 30 países del mundo más de un kilómetro cuadrado de superficie construida (28). La certificación ha ido evolucionando a lo largo de los años y actualmente es de aplicación la versión 4.1 (29), relativa a la actualización de los criterios del estándar implementados en 2018 de la versión 4 lanzada en el año 2009. Existen diferentes categorías para la certificación LEED en función del sistema de medición que se aplicará para el computo del estándar (diseño y construcción de edificios, diseño de interiores y construcción, operaciones y mantenimiento, sector residencial, ciudades y comunidades y, finalmente, recertificación). Para el sector residencial existen tres certificaciones enfocadas en casas unifamiliares, edificios plurifamiliares y enfocados en la estructura mecánica, hídrica y eléctrica de edificios plurifamiliares(30).

El Sistema LEED es un sistema de puntuación en el cual las edificaciones obtienen puntos por satisfacer criterios específicos de construcción sostenible. En cada una de sus seis categorías principales (sitios sostenibles, ahorro de agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad ambiental de los interiores) se deben satisfacer puntos o prerrequisitos para obtener puntos. Existe una base de 100 puntos que pueden ser complementados con 6 posibles puntos de innovación del diseño del edificio y otros 4 en la categoría de prioridad regional.

En función de los puntos obtenidos en el proceso de certificación, se obtendrá un certificado diferente siempre y cuando se superen los 40 puntos. El edificio obtendrá un certificado LEED si tiene de más de 40 puntos, la categoría LEED Silver si se encuentra entre los 50 y 59 puntos, la categoría LEED Gold si se encuentra entre 60 y 79 puntos y, finalmente, la distinción LEED Platinum en caso de superarse los 80 puntos o más.

El proceso de certificación se realiza a través de oficinas de consultores que actúan asesorando los proyectos, destacar que dichas empresas no son certificadoras ni revisores, ya que el único organismo facultado para otorgar la certificación LEED es el USGBC en Estados Unidos. Consiguientemente, la certificación debe realizarse completamente en línea a partir de adjuntar toda la documentación necesaria requerida.

4.1.3.2. BREEAM

La certificación BREEAM está respaldada por la institución británica *Building Research Establishment* (BRE), la primera asociación en el mundo enfocada a la investigación en el sector de la edificación. Cuenta con delegación oficial en España desde el año 2010 y hay más de medio millón de edificios certificados en más de una setentena de países. Esta certificación evalúa el edificio según diez impactos o áreas con las siguientes categorías: Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Uso ecológico del suelo, Contaminación, Innovación; otorgando una puntuación proporcional para cada una de ellas. Esta certificación no valora únicamente la construcción del inmueble, aunque es el factor mayoritario del estudio, haciendo también foco en el confort de las personas y los consumos del edificio (31).

4.1.3.3. Passivhaus

Una casa pasiva es aquel edificio estándar voluntario que tiene una huella de carbono muy reducida. Son principalmente edificios que disponen de una arquitectura bioclimática muy elaborada juntamente con elementos de alta eficiencia energética. Se llaman viviendas pasivas dado que disponen de un consumo, tanto de energía embebida como inducida, muy bajo. Son populares al no necesitar prácticamente de calefacción convencional para mantener una temperatura de confort. (32)

Como reacción a la crisis del petróleo se creó el estándar Passivhaus que incide directamente sobre 5 aspectos básicos: aislamiento, ausencia de puentes térmicos, hermeticidad, ventilación mecánica controlada con recuperación de calor y carpintería de altas prestaciones. Es interesante destacar este último punto dado que la madera presenta elevadas prestaciones en cerramientos, siendo uno de los mejores aislantes en el mercado.

El estándar establece unas exigencias muy concisas para poder optar a la distinción a nivel mundial: el edificio no debe poder superar los 15 kWh/m² año en calefacción, una demanda de energía primaria inferior a 120 kWh/m² año, debe tener un alto grado de hermeticidad (0,6 renovaciones de aire por

hora a 50 pascales de presión) y no superar más del 10% de las horas del año, en las zonas de estar, a temperaturas superiores a 25°C. (33)

Este sistema consigue ahorros en consumo energético de hasta el 80% respecto un edificio convencional y es aplicable en edificios de nueva construcción tanto como en rehabilitación. Se estima que el sobrecoste de construcción mediante esta metodología no supera al 5% respecto la construcción convencional, inversión que recupera el comprador con el paso del tiempo. Existe una delegación de la fundación Passivhaus en España.

4.1.3.4. VERDE (Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios)

La certificación VERDE, desarrollada por el *Green Building Council*, asociación que dispone de delegación en España, valora principalmente el impacto medioambiental de un edificio analizando el ciclo de la vida de sus diferentes fases. La certificación funciona a partir de comparar el edificio y su comportamiento ambiental, social y económico respecto un edificio de referencia. (34)

La certificación está encarada para que un edificio sostenible cumpla con las cinco “P”: calidad de vida y bienestar de las personas, desarrollo económico local y justo para fomentar la prosperidad, protección del entorno para el planeta, implicación y compromiso para todos en pacto y concordia y armonía en paz. Para la consecución de la certificación se valoran 7 categorías definidas como parcela y emplazamiento, energía y atmósfera, recursos naturales, calidad de ambiente interior, calidad de servicio, aspectos sociales y económicos e innovación.(34)

4.2. Estudio del autoconsumo eléctrico solar residencial

4.2.1. Situación actual

De acuerdo con el anuario *Renewable Power Generation Costs in 2019* de la International Renewable Energy Agency (IRENA) (35): la caída del coste nivelado de la energía eléctrica producida en centrales solares ha caído, durante la última década, en un 81% de media en el mundo y un 84% en España. Este hecho ha propiciado que el coste nivelado medio de la energía solar generada a partir de centrales de instaladas durante el año 2019 en España se encuentre, detrás de la China y la India, en el tercer menor coste nivelado mundial de dicho sector por países rondando los 0,056 \$/kWh (0,049 €/kWh).

Del mismo modo el informe también refleja como el autoconsumo solar en el sector residencial sigue, de forma más desacelerada, la misma tendencia a la baja. Si bien el coste nivelado se ha reducido durante los últimos 6 años en un 43% en España, pasando de 0,181 \$/kWh (0,15 €/kWh) en el año 2013 (primer año reflejado en el estudio) a los 0,104 \$/kWh (0,086 €/kWh) en el año 2019; se aprecia un estancamiento en la bajada del coste nivelado en España durante los años 2018 y 2019 donde este se ha reducido únicamente en medio céntimo en los últimos 2 años (equivalentes a un escaso 5%). Desde un punto de vista de coste nivelado por potencia instalada de autoconsumo en el sector residencial, el mismo informe estima un coste de 1.410 \$/kW (1.226 €/kW) para el año 2019.


Este hecho puede venir provocado por diferentes motivos:

- El estancamiento de la caída de los precios relativos a los componentes eléctricos de la instalación puede venir provocado por el hecho que actualmente los componentes de la instalación hayan alcanzado un elevado punto de madurez, encontrándose ya muy optimizados en el mercado los tres componentes claves de una instalación solar: los paneles fotovoltaicos, el regulador-inversor y el cableado. Actualmente también está despegando la instalación de baterías en pequeñas instalaciones residenciales pero este valor se encuentra únicamente bajo del 5 % de todas las instalaciones realizadas por los instaladores consultados para la elaboración de este apartado. De todos modos, la instalación de baterías no se corresponde con el coste nivelado de la energía obtenida mediante paneles solares (si bien sí impactaría en la disponibilidad de la energía y el balance económico de la instalación).
- El hecho que las instalaciones solares residenciales instaladas de media en España rondan los 4 kW de media, de acuerdo con estudios internos elaborados por Schneider Electric, significa una potencia relativamente baja para la instalación de un inversor convencional. Siendo claramente no lineales los precios de inversores y de una instalación solar, el hecho que se opte actualmente de forma mayoritaria para la instalación de un único inversor centralizado supone una pérdida de competitividad en el precio nivelado por kW instalado. Este hecho podría evitarse mediante la instalación de microinversores solares, siendo la mayoría de las nuevas instalaciones residenciales realizadas en Estados Unidos para el año 2019 resultantes de esta tecnología mediante los componentes de la empresa Enphase (36). Aun así, en el mismo informe de la IRENA, Estados Unidos presenta unos costes nivelados un 50% superiores que España. Donde sí son inferiores los costes nivelados de la energía solar residencial es en Australia, siendo el primer país con el coste nivelado más económico de la OCDE. La instalación solar media de pequeña capacidad en Australia, de acuerdo con el *Solar Report Quarter 3, 2019* del Australian Energy Council indicaba una instalación promedio durante el año 2019 de cerca de 7kW unitarios(37), suponiendo

un impacto sobre el precio final del kWh nivelado. De acuerdo con el webinar *Cables para instalaciones fotovoltaicas en edificios sostenibles* de la empresa Top Cable(38), el inversor y el optimizador del inversor suponen, según sus estudios, el 23,32% del coste de una instalación solar de 3 kW en el sector residencial respecto el 7% que supone en una instalación solar de 50/60 kW en el sector comercial o pequeño industrial. Este hecho es solo un ejemplo componentes cuyo precio en la instalación no es lineal, como por ejemplo si lo pudiesen ser los paneles solares. Si bien es cierto que Australia de forma genérica recibe una mayor radiación solar anual que el territorio peninsular español, la radiación incidente en aquellas zonas de mayor concentración de la población del país oceánico son similares a la media española minimizando el efecto que pueda tener una mayor radiación incidente, en una mayor producción de energía que repercuta en la más rápida amortización de la instalación.

Ejemplo costes autoconsumo fotovoltaico

1 – Esquema Autoconsumo
7 de 37



	TAMAÑO INDUSTRIAL GRANDE 2mW				TAMAÑO INDUSTRIAL MEDIANO 50-60kW				TAMAÑO RESIDENCIAL 3kW			
	unit	€/unit	Subtotal	% coste	unit	€/unit	Subtotal	% coste	unit	€/unit	Subtotal	% coste
Ingeniería y legalización	1	6.000	€ 7.500	0,67%	1	825	€ 1.031	3,14%	1	507	€ 633	11,16%
Estructura	1	93.000	€ 116.250	10,37%	1	850	€ 1.063	3,24%	1	290	€ 363	6,39%
Placas	5128	75	€ 483.750	43,14%	180	92	€ 20.700	63,03%	10	94	€ 1.175	20,71%
Inversor	16	4.500	€ 90.000	8,03%	2	695	€ 1.738	5,29%	1	694	€ 867	15,28%
Optimizador inversor	1	2.000	€ 2.500	0,22%	1	450	€ 563	1,71%	1	365	€ 456	8,04%
Meter	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%
Smart home	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%
Bateria	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%
Inversor de Bateria	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%	0	€ -	-	0,00%
PRL (Alquiler maquinaria, líneas de vida)	1	4.000	€ 5.000	0,45%	1	450	€ 563	1,71%	0	0	€ -	0,00%
Mano de Obra y material eléctrico	1	250.000	€ 416.250	37,12%	1	4100	€ 7.188	21,88%	1	1500	€ 2.180	38,43%
Material eléctrico:	1	0	€ 103.750	9,25%	1	2.063	€ 6.288	19,14%	1	244	€ 305	5,38%
Cable	1	30.000	€ 37.500	3,34%	1000	1	€ 688	2,09%	1	84	€ 105	1,85%
Canalización	1	45.000	€ 56.250	5,02%	1	800	€ 1.000	3,04%	1	81	€ 101	1,79%
Cuadro eléctrico	1	8.000	€ 10.000	0,89%	1	300	€ 375	1,14%	1	129	€ 161	2,84%
...
			Total: € 1.121.250				Total: € 32.844				Total: € 5.674	

Figura 4.2 – Tabla comparativa de precios segmentados por componentes para tres instalaciones tipo. (38)

La falta de personal formado para la instalación de energía solar está dificultando la implementación de esta en diferentes zonas de la península, de acuerdo con los profesionales de la empresa valenciana Primelec que fueron entrevistados para la confección de este

proyecto. También mencionaron la existencia de muchas empresas dedicadas a la instalación de paneles solares que no cuentan con personal calificado para dicha tarea, dedicando una parte económica de su tiempo en arreglar instalaciones solares fotovoltaicas instaladas y/o diseñadas erróneamente. Este hecho permite que los instaladores calificados puedan mantener un importante margen durante los anteriores años, incluso incrementándolo, aumentando consiguientemente su parte relativa al coste nivelado de la energía en la instalación.

Para poder contextualizar el valor citado previamente de IRENA, se procederá a realizar un estudio comparativo con los costes que afronta el consumidor de forma mensual relativa a la energía consumida proveniente de red. Este estudio se realizará con los históricos del precio de la energía PVPC para los años 2018 (a partir del primero de mayo), 2019, 2020 y 2021 (hasta el último día de abril). Para ambos se realizará un estudio del coste de la energía de las tarifas 2.0 A y 2.0 DHA y una aproximación a la futura tarifa en los términos de facturación de los peajes de acceso de la circular del 27 de noviembre de 2019 de la CNMC(39), realizándose también una aproximación para un consumidor tipo. Los cambios en la tarificación de la energía no entrarán en vigor hasta el primero de junio de 2021 después de haber sido pospuestos de forma reiterada por el gobierno. De acuerdo con la orden ministerial *“Proyecto de orden por la que se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico de los pagos por capacidad que resultan de la aplicación a partir del 1 de junio de 2021”*(40), se reducirá el peso del término fijo de potencia en favor de aumentar, llegando incluso a duplicar, el peaje relativo de la energía en aquellas horas consideradas como pico. De este modo, se espera incentivar el autoconsumo y distribuir de forma más equitativa los costes del sistema. Dicho estudio se encontrará dentro del apartado siguiente relativo a la tarificación de energía eléctrica.

El cambio de los peajes se corresponde también en el cambio global en el modelo de tarificación. Desde un punto de vista de consumidores residenciales, eminentemente aquellos que tienen una potencia contratada inferior a los 15 kW monofásicos, habrá cambios tanto en el término de potencia como en el de energía. Inicialmente, todas las tarifas eléctricas hasta el primero de junio de 2021 permitían la contratación de un único término de potencia monofásica inferior a los 15 kW: compuestas de las tarifas 2.0 (para una potencia contratada inferior a los 10 kW) y las 2.1 (para una potencia contratada entre los 10 kW y los 15 kW). Cada tipología de tarifa incluía la posibilidad de no disponer de discriminación horaria o de disponer de esta en dos o tres franjas, variando consiguientemente los peajes de acceso para cada franja horaria (en caso de disponer de discriminación horaria) y grupo tarifario. A partir del primer día de junio todas las tarifas inferiores a los 15 kW se unifican bajo la tarifa 2.0 TD, contando con discriminación horaria de tres franjas y dos términos de potencia diferentes para incentivar, entre otros, la adopción del vehículo eléctrico y desplazar los consumos hacia aquellas horas donde la generación de energía base es mayor en proporción con el total.

4.2.2. Tarificación de energía eléctrica para consumidores residenciales

La factura eléctrica en España está compuesta, principalmente, de tres grandes bloques (41) que debe hacer frente el consumidor ante una compañía comercializadora de electricidad con quién habrá contratado previamente el suministro de energía eléctrica:

- Impuestos: Actualmente, los consumidores finales de electricidad deben hacer frente a dos impuestos regulados por el estado español:
 - Impuesto especial a la electricidad (42): Regulado conforme la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de impuestos especiales. Dicho impuesto tasa el consumo eléctrico proveniente de red y el autoconsumo de energía (únicamente en aquellos casos cuando la potencia instalada de autoconsumo sea superior a 100 kW). Aún ser un impuesto que afecta el suministro eléctrico, y al conjunto de actividades que lo conforman, recae en fase única sobre el consumidor final. Este impuesto es aplicable a todo el territorio nacional, a diferencia del otro impuesto especial a la energía, el que graba el consumo de carbón, que no se aplica en las Islas Canarias y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. La base imponible del impuesto especial a la electricidad para instalaciones residenciales es el valor total del término de energía y de potencia, con los peajes incluidos, a los cuales se les aplica un 5,11269632% desde el 1 de enero de 2015. Por consiguiente, este impuesto no aplica a los costes derivados de los equipos de medida y control, en caso de que sean de propiedad de la empresa comercializadora de electricidad.
 - Impuesto sobre el valor añadido (IVA): Impuesto regulado por la Ley 37/1992, de 28 de diciembre del Impuesto sobre el Valor Añadido y el Real Decreto 1624/1992, de 29 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre el Valor Añadido. Están sujetas de dicho impuesto todas aquellas entregas de bienes y prestaciones de servicios realizados en el territorio peninsular y las Islas Baleares. Se aplica en dichos territorios el tipo impositivo general del 21% a la base imponible de la factura eléctrica, en este caso el valor resultante de la suma de la base imponible del impuesto especial a la electricidad, el impuesto especial a la electricidad y el alquiler de los equipos de medida y control (43). En Canarias se aplica, desde inicios de enero de 2020, el Impuesto General Indirecto reducido del 3% que tasa la factura eléctrica (44). En las ciudades autónomas la tasa correspondiente es el Impuesto sobre la Producción, los Servicios y la Importación, que actualmente tiene el valor del 1% (45). La base del IVA, el IGIC o el IPSI es la suma de la base imponible del impuesto

especial a la electricidad, el impuesto especial a la electricidad y el alquiler de los equipos de medida y control.

- Peajes eléctricos: Durante la liberalización, desregulación y separación de actividades realizada en el sector eléctrico español bajo la Ley 54/1997, se dirimió que las actividades de transporte y distribución, al constituir un monopolio natural, fuesen operadas mediante empresas gestoras. Red Eléctrica Española es el gestor de la red de transporte, además del operador del sistema, de todas aquellas líneas que ejecuten funciones de transporte que, por lo general, son aquellas con una tensión superior a 220 kV, de acuerdo con la Ley 54/1997. En cambio, para la distribución eléctrica son principalmente, aunque existen pequeñas zonas operadas por empresas locales o regionales, 5 empresas vinculadas con las principales corporaciones eléctricas quienes son las encargadas de las redes de distribución en España. Cada empresa es responsable de una o más zonas geográficas.

La retribución para ambas actividades se establecía mediante el cobro de peajes de acceso y conexión, hasta el primero de junio de 2021 (46), y a partir de dicho día del cobro de peajes relativos a fraguar por separado los cargos del sistema y los costes de transporte y distribución. La división de la componente variable de los peajes de acceso se establece en el Real Decreto-ley 1/2019, que marca que los costes de transporte y distribución (del mismo modo que fijaba los anteriores peajes de acceso) vienen fijados por parte de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia y los cargos del sistema eléctrico por la Administración General del Estado, determinados en la Orden TED/371/2021 (47).

Los cargos del sistema eléctrico, de acuerdo con El Periódico De La Energía, son principalmente *“el coste del régimen especial de las energías renovables, de la cogeneración y de la generación con residuos (RECORE), la cobertura del déficit de años anteriores y la compensación del 50% del sobre coste de la generación en los territorios no peninsulares”*. La retribución de dichas actividades se propone reglamentariamente de forma anual a partir de los mecanismos previamente establecidos: para los peajes relativos al transporte y la distribución eléctrica en las circulares 3/2020 y 7/2020 de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia y para los cargos del sistema eléctrico en forma de orden ministerial (40). Los costes que cada consumidor debe pagar dependen directamente de los costes regulados del sistema. Los valores consiguientes de ambos peajes son únicos para todo el territorio peninsular y tendrán en cuenta las especificaciones de los consumidores según si nivel de tensión y las características de sus consumos por periodos horarios y potencia contratada.

Los peajes eléctricos, del mismo modo que los cargos de la factura eléctrica suelen ser presentados en función de si repercuten sobre la energía consumida o la potencia contratada.

Con la finalidad de poder profundizar en este aspecto y desglosar sus costes asociados se han dividido estos en función de la parte variable y fija del peaje, respectivamente.

- Término variable del peaje: Grava la energía consumida a partir de establecer un cargo añadido fijo en función de la tarifa contratada. Hasta el primer de junio de 2021 existían diferentes peajes de acceso que eran, eminentemente, los causantes de la variación del precio de la electricidad en la tarifa PVPC entre las tarifas 2.0, 2.1 y sus respectivas modalidades de discriminación horaria. Por regla general, la discriminación horaria tenía, y tiene, como finalidad distribuir los consumos a lo largo de aquellas horas donde el consumo eléctrico tiene menos demanda y no tiene porqué necesariamente una menor generación eléctrica de base. Hasta hace poco los términos de variables del peaje eran más caros para aquellos clientes que requerían de una potencia contratada superior a la que puede entregar las tarifas 2.0, 10 kW. A continuación, se muestran los valores vigentes de los peajes de acceso de energía eléctrica para el año 2020 y prorrogados(48):

Figura 4.3 - Tabla de valores de los diferentes peajes de acceso para el termino de energía del año 2020 según la tarifa eléctrica contratada Elaboración propia. Fuente: (49)

		Horas punta (€/kWh)	Horas valle (€/kWh)	Horas supervalle (€/kWh)
Pc ≤ 10 kW Hasta 01/06/2021	2.0 A	0,044027		
		Todo el día		
	2.0 DHA	0,062012	0,002215	
		12h a 22h (13h a 23h)	22h a 12h (23h a 13h)	
2.0 DHS	0,062012	0,002879	0,000886	
	13h a 23h	23h a 1h y 7 a 13h	1h a 7h	
10 kW ≤ Pc ≤ 15 kW Hasta 01/06/2021	2.1 A	0,05736		
		Todo el día		
	2.1 DHA	0,074568	0,013192	
		12h a 22h (13h a 23h)	22h a 12h (23h a 13h)	
2.1 DHS	0,074568	0,017809	0,006596	
	13h a 23h	23h a 1h y 7 a 13h	1h a 7h	

Consiguientemente, al unificarse la tarificación para todos los consumidores que tengan contratada el suministro de energía eléctrica con tensión monofásica inferior a los 15 kW bajo la tarifa 2.0 TD, también se unifican los peajes para todos ellos acabando con las diferencias entre los consumidores de las antiguas tarifas 2.0 y 2.1. La discriminación horaria de los peajes es igual para todo el territorio estatal a

diferencia de las ciudades autónomas, cuyos horarios se incluyen también en la tabla siguiente. Es muy destacable el encarecimiento que sufre el peaje para la hora pico que, una vez se computen los impuestos y el término de energía, superará con toda probabilidad los 23 céntimos durante la mayoría del tiempo. Apreciándose que la generación fotovoltaica se comprende eminentemente en el mediodía, el coste de la mayor producción de esta fuente de energía se encontrará entre 2 y 3 veces más económica que la energía consumida por el prosumidor.

Figura 4.4 - Tabla de valores de los diferentes peajes de eléctricos relativos al término de energía para el año 2021 según la tarifa eléctrica contratada Elaboración propia. Fuente: (47)

Pc ≤ 15 Kw A partir 01/06/2021		Periodo 1 (€/kWh)		Periodo 2 (€/kWh)		Periodo 3 (€/kWh)	
	Cargos del Sistema(40)	0,10574		0,021148		0,005287	
	Transporte	0,00472		0,003548		0,000155	
	Distribución	0,022658		0,017076		0,000559	
	Horario	España	Ciudad Autónoma	España	Ciudad Autónoma	España	Ciudad Autónoma
		10 h a 14 h	11 h a 15 h	8 h a 10 h	8 h a 11 h	0 h a 8 h	0 h a 8 h
		18 h a 22 h	19 h a 23 h	14 h a 18 h	22 h a 18 h	Sábados y domingos	Sábados y domingos
			22 h a 24 h	23 h a 24 h	Festivos	Festivos	
Valor total peaje	0,133118		0,041772		0,006001		

- Peaje sobre el término fijo: Se aplica como coste asociado a la potencia contratada. Aunque los términos se fijan con un valor anual estos se pagan proporcionalmente a lo largo del año dentro de la factura eléctrica. Hasta el primero de junio de 2021, en el caso de consumidores residenciales, solo existía la posibilidad de disponer de un único término de potencia. Consiguientemente, los precios a pagar en concepto de término de potencia era el producto de los siguientes valores de la tabla por la potencia contratada.

Figura 4.5 - Tabla de valores de los diferentes peajes de acceso para el año 2020 según la tarifa eléctrica contratada. Elaboración propia. Fuente:(49)

		Peaje de acceso (€/kw)			
Pc ≤ 10 Kw Hasta 01/06/2021	2.0 A	38,043426 €	44,44471 €	2.1 A	10 Kw ≤ Pc ≤ 15 Kw Hasta 01/06/2021
	2.0 DHA			2.1 DHA	
	2.0 DHS			2.1 DHS	

Uno de los principales cambios del nuevo modelo de tarificación es la aparición de discriminación horaria en el término de potencia. Este hecho permitirá la contratación de dos términos de potencia en diferentes franjas horarias, impulsando una mayor distribución en el tiempo de las cargas eléctricas y una mayor repercusión a los consumidores de los costes reales asociados al sistema eléctrico. El bajo coste asociado de los cargos del sistema, transporte y distribución para el segundo periodo, el relativo a las horas de menor consumo y precio de la energía proveniente de la red de acuerdo con los históricos de Red Eléctrica Española, va a representar en primer lugar un impulso a los sistemas de gestión energética para el hogar y el abaratamiento de la carga del vehículo eléctrico. Como ejemplo, y desde un punto de vista focalizado en los peajes que afectan únicamente a la potencia contratada, la diferencia final de precio entre cargar un vehículo eléctrico con un cargador tipo 3 que permita la carga a 32 A monofásicos (7,2 kWh) o uno tipo 2 o tipo 3 que permita la carga a 16 A monofásicos (3,6 kWh) podría dejar de ser un factor determinante a la hora de valorar la compra de dichos cargadores si bien, económicamente, la diferencia sería prácticamente negligible por el consumidor final.

Figura 4.6 - Tabla de valores de los diferentes peajes de eléctricos relativos al termino de potencia para el año 2021 según la tarifa eléctrica contratada Elaboración propia. Fuente: (47)

	Periodo 1 (€/kWh)		Periodo 2 (€/kWh)	
	Cargos del Sistema	7,202828 €/kWh		0,463229 €/kWh
Transporte	4,1511 €/kWh		0,0863 €/kWh	
Distribución	19,3187 €/kWh		0,8749 €/kWh	
Horario	España	Ciudad Autónoma.	España	Ciudad Autónoma
	10 h a 14 h	11 h a 15 h	0 h a 8 h	0 h a 8 h
	18 h a 22 h	19 h a 23 h	Fin de semana	Fin de semana
			Festivos	Festivos
	30,672627 €/kWh		1,424429 €/kWh	

- Peaje de respaldo: Conocido popularmente como “impuesto al sol”. Fue una medida impulsada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España encabezado por el ministro José Manuel Soria desarrollada en el *“Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo”*. Aunque no se aplicaba en instalaciones solares aisladas o que contasen con una potencia instalada inferior a los 10 kW (50), rango de potencia de la mayoría de las instalaciones solares en el sector residencial, frenó prácticamente en seco la instalación de la energía solar en todos los segmentos en

España, también en el sector residencial. Fue derogado por el Real Decreto-ley 15/2018, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores (51).

- **Energía consumida:** Los costes relativos del consumo de energía están relacionados, en mayor o menor medida según la tarifa contratada por parte del consumidor, con el precio de la generación eléctrica del mercado. Dicho precio se obtiene del Mercado Ibérico de la Electricidad (MIBEL) gestionado por el Operador del Mercado Ibérico de Energía – Polo Español (OMIE). El mercado mayorista de la electricidad funciona mediante un sistema marginalista a partir de casar las ofertas de producción eléctrica y demanda según su precio y potencia para términos de una hora, donde el precio resultante para cada hora resulta del punto de casación entre la oferta y la demanda. El sistema consta del mercado diario, encargado de establecer a las 12:00 de la mañana la estructura de costes y programación del mercado eléctrico, y de 6 mercados intradiarios (además del mercado continuo transfronterizo europeo) cuya función es que los diferentes agentes del mercado puedan ajustar su programa resultante del mercado diario. El mercado también permite la posibilidad de que un productor eléctrico pueda realizar un acuerdo bilateral con un consumidor para realizar el suministro de energía eléctrica a un precio acordado sin tener que salir a mercado (52).

Existen dos modalidades de tarifa para consumidores residenciales según la forma de obtener el precio de la parte relativa a la energía consumida. En primer lugar, si la tarifa está contratada en el mercado libre se aplicará un precio fijo para la energía contratada para cada franja horaria (todas de tres períodos a partir del junio de 2021), obteniendo así una factura no fluctuante ante los precios de la evolución del mercado eléctrico. En cambio, mediante la contratación de una factura regulada, llamada actualmente como Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC), el precio de electricidad oscila cada hora influido principalmente por el precio de mercado y lo fija Red Eléctrica Española en calidad de operador del sistema y ser una entidad independiente a las actividades de generación y comercialización. Solo aquellos consumidores con una potencia contratada inferior a los 10 kW podrán acogerse a la tarifa PVPC. La PVPC se desarrolla normativamente dentro del Real Decreto 216/2014 habiendo sido actualizado dicho decreto por última vez en el Real Decreto 148/2021 (53), por el que se establece la metodología de cálculo de los cargos del sistema eléctrico. (54)

Los precios de la electricidad, por norma general, serán superiores durante la mayor parte del tiempo en caso de disponer de tarifa en el mercado libre, aunque no estarán sujetas a las fluctuaciones del precio voluntario para el pequeño consumidor (PVPC) que se prevé que aumenten debido a la integración de renovables, encontrando horas muy económicas en las cuales la generación renovable abunde y horas extremadamente caras donde la generación renovable sea escasa y cuando los derechos de emisiones alcancen precios muy elevados. Este hecho podría atenuarse a partir de la nueva normativa que quiere introducir el Ministerio de

Transición Ecológica y Reto Demográfico para disminuir la retribución a la hidráulica y la nuclear relativa a los apodados “*windfall profits*” causados por su sobre retribución por el impuesto que tasa las emisiones de CO₂.

Dentro del apartado de energía consumida se encuentran los cargos asociados a la financiación del operador del sistema, Red Eléctrica de España, y el operador del mercado, OMIE - Polo Español. Ambas actividades, de acuerdo con el título tercero de la Ley del Sector Eléctrico referente a la sostenibilidad económica y financiera del sistema eléctrico, se deben financiar eminentemente con los ingresos que genere el sistema siendo financiadas, por consiguiente, por los consumidores. Red Eléctrica, al ser la única empresa autorizada para la gestión de la red de transporte eléctrico se encuentra en una condición de monopolio natural y su remuneración para el año 2021 se basa con la “*Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la cuantía de retribución del operador del sistema eléctrico para 2021 y los precios a repercutir a los agentes para su financiación*”. En esta se establece una cuota variable de 0,14429 €/MWh (es decir, un valor que variará horariamente en función del mercado) para la generación y la demanda, fraguando consiguientemente la relativa a la demanda el consumidor. (55) Para la retribución al Operador del Mercado Ibérico de la Energía - Polo Español, la “*Orden TED/1271/2020, de 22 de diciembre, por la que se establecen diversos costes regulados del sistema eléctrico para el ejercicio 2021 y se prorrogan los peajes de acceso de energía eléctrica a partir del 1 de enero de 2021*” (56), el valor a fraguar para el consumidor está fijado en 0,02657 euros por cada MWh, valor invariable de acuerdo con el Real Decreto 216/2014. (54)

La estructura normativa de los costes de la PVPC contempla también los pagos por capacidad (apodados con anterioridad pagos por garantía de potencia). Es un mecanismo para garantizar la seguridad y fiabilidad del suministro del sistema de forma económica siempre de acuerdo a parámetros técnicos (57). Estos están, y estarán aún más, influenciados en el futuro próximo por la integración masiva de energías renovables en el sistema en los próximos años, respecto el cierre de centrales térmicas convencionales y su característica de generación. El valor de financiación de la capacidad de energía cuenta de una parte fija que depende del consumo de la energía consumida disponiendo de un valor de 0,001780 €/kWh para el primer periodo de potencia y 0,000297 €/kWh por el segundo de acuerdo con la orden TED/371/2021. (47)

Otro aspecto para tener en cuenta son los pagos a realizar para financiar el excedente o déficit de la liquidación de energía de subastas de renovables, si bien el usuario final es la entidad encargada de fraguar la retribución de su actividad. Este valor es publicado siempre el día anterior del suministro, para cada una de las 24 horas del día siguiente por el Operador del Mercado, pudiendo haber tanto excedente o déficit económico resultante de la liquidación. Este valor se calcula de acuerdo con el procedimiento de operación 14.12 “*Estimación del coste de los componentes del precio voluntario para el pequeño consumidor*” de la Comisión Nacional del Mercado de Valores.

No se ofrece un valor de dicho valor ya que se introduce dentro del valor de comercialización variable del término de energía.

La tarifa PVPC incluye también los márgenes que percibirán las empresas comercializadoras de energía eléctrica. Estas empresas percibirán una retribución tanto para la potencia contratada como la energía consumida de acuerdo con el Real Decreto 216/2014. El valor asociado al término de potencia está fijado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico y se corresponde a 4 €/kW/año. Para la parte relativa a la energía consumida el margen es variable ya que depende de múltiples factores de operación del sistema y del mercado, aunque suele rondar entre los 0,001 €/kWh y los 0,0025 €/kWh. (58)

El Real Decreto 216/2014 contempla también la cuantía relativa al pago de los comercializadores de referencia para la financiación del servicio de interrumpibilidad. Este pago descrito en la Orden IET/2013/2103 representaba un coste que fraguaban todos los consumidores a través de la factura para beneficiar aquellas empresas electrointensivas para que pudieran desconectar parte de su consumo en caso de que fuere requerido. Se organizaban subastas anuales en paquetes de potencia interrumpible de 5 MW y de 90 MW con muy alta disponibilidad y se asignaban a los competidores que fueren los últimos de la puja. Para contextualizar los datos, en la subasta de ese servicio para 2017 se asignaron 10 bloques de 90 MW y 415 de 5 MW, estos estaban limitados a un máximo de 360 horas y 240 horas anuales respectivamente y supondrá un coste de 525 millones de euros para los consumidores. Aunque dicho valor está incluido dentro del visualizador del precio de la PVPC su pago no es vigente para los consumidores residenciales.(59)

A parte de los servicios de interrumpibilidad, la adecuación de la oferta y la demanda energética se realiza eminentemente a partir de los servicios de ajuste y los servicios por capacidad. Los servicios de ajuste vienen definidos también en el procedimiento de operación 14.12 *“Estimación del coste de los componentes del precio voluntario para el pequeño consumidor”*. El coste de este equivale a la suma del precio horario de todos los servicios de ajuste del sistema, cuyo coste se asigna a la demanda (y por consiguiente al consumidor) y por otra parte el coste de los desvíos consumido por los comercializadores de referencia. La mayoría de los costes asociados a los servicios de ajuste están relacionados con tener que hacer frente a restricciones técnicas, eminentemente del funcionamiento de la red, y a la banda de regulación secundaria. De acuerdo con REE, el precio medio anual fue de 1,46 €/MWh frente los 2,65 €/MWh de capacidad (aun así, estos no son exactamente los valores que se reflejan en la factura eléctrica del consumidor). Los servicios y mercados de capacidad están explicados en este proyecto más adelante dentro de la parte del agregador de la demanda, profundizando en la próxima creación de un mercado de capacidad en el sistema eléctrico español. Es de destacar como los valores de ambos factores variaban en función de la tipología de los peajes de la tarifa contratada.

Finalmente, debe mencionarse también que en caso de verse excedentes a la red estos serán remunerados de acuerdo con lo establecido en los artículos 14 y 15 del RD 244/2019. La

compensación se realizará por la energía horaria excedentaria valorada al precio medio obtenido a partir de los resultados del mercado horario e intradiario, para la tarifa regulada, o al precio acordado entre la comercializadora y el usuario. Los valores económicos se aplicarán para cada hora en la cual se haya vertido la energía menos los costes de los desvíos mencionados con anterioridad. Dicha energía no debe hacer frente a los costes asociados a la red y el valor obtenido restará del valor económico asociado a la energía consumida sin que se pueda obtener un valor negativo y sin poder compensar el valor de los peajes de la energía consumida. Los impuestos se aplicarán al valor obtenido del grueso de la energía consumida, con sus peajes incluidos, y la resta del valor total de la venta de energía. La liquidación de la energía se realizará de forma mensual.

4.2.2.1. Estudio de los valores económicos relativos al autoconsumo residencial

Para poder discernir sobre los beneficios de la instalación de energía solar en una vivienda es vital conocer el retorno de la inversión. Si bien la disponibilidad de red en España es prácticamente del 100 % dicho factor, el establecimiento de una instalación de autoconsumo para aumentar la fiabilidad del suministro no será un factor determinante en la elección del consumidor para instalar o no equipos de generación en su vivienda. Hasta el momento la mayoría de las instalaciones provenían de dos vectores principales: uno de carácter ecologista donde la obtención de energía prácticamente libre de emisiones de carbono era el objetivo principal de su instalación y otro que buscaba reducir su factura eléctrica y aprovechar de paso las diferentes ayudas disponibles. Se espera que, en los próximos meses, por el encarecimiento de la parte variable de la factura eléctrica que va a provocar el aumento de los peajes relativos al consumo de energía de la tarifa, este segundo vector experimente un crecimiento adicional.

Para la realización de dicha parte se han extraído todos los valores relativos a la facturación de energía eléctrica del portal de datos de Red Eléctrica desglosados de forma adecuada. Se encuentran en ellos el margen de comercialización, la financiación del operador del mercado, la financiación del operador del sistema, el coste asociado a los servicios de interrumpibilidad, el coste asociado a los servicios de capacidad, el coste asociado a los servicios de ajuste y el valor del mercado diario e intradiario de energía. La suma de todos estos componentes compone prácticamente el termino de energía de la factura, que también se ha extraído de Red Eléctrica. Al termino de energía se les han considerado tres tipos de peajes diferentes: los antiguos 2.0 A, 2.0 DHA y 2.0 DHS de una, dos y tres franjas horarias respectivamente y los nuevos peajes de la tarifa 2.0 TD. Es importante mencionar que para los valores de la tarifa 2.0 TD dado que durante fines de semana y festivos el precio de los peajes se corresponde para todas horas al período valle, se ha realizado la parte proporcional de una semana al precio medio de dicho valor. Consecutivamente, tras su adición respectiva al termino de energía se ha obtenido el valor del precio de la energía para el consumidor final antes de impuestos. Finalmente, se ha aplicado el 21 % de IVA y el 5,11269632 % del impuesto especial de la electricidad. A estos valores obtenidos

debe añadirse la extracción del precio de la energía excedentaria que fija la PVPC para los clientes adheridos a dicha tarifa que disponen de compensación simplificada de excedentes. El desarrollo de la compensación simplificada de excedentes se establece en el RD 244/2019 y dicho valor se corresponde al precio del término de energía menos los costes relativos a los desvíos.

La extracción de datos se realiza a partir de los datos del día 1 de mayo de 2018 hasta el día 30 de abril de 2021 y con un paso de integración horario para poder hacer una adecuada segmentación. La base de datos obtenida finalmente permite la segmentación por año, mes, día y hora a la cual se añade una agrupación la agrupación de forma estacional. Se ha asignado, de aquí en adelante en este trabajo (especialmente en el apartado del cálculo de la calculadora) que los meses asociados al invierno serán enero, febrero y diciembre, que los meses asociados al verano serán julio, junio y agosto y finalmente el resto de los meses se considerarán como un único bloque con el nombre de otoño. Si bien incluye la primavera, las condiciones climáticas entre los meses de primavera y otoño son parecidas. Dicha elección se ha hecho basándose con las horas solares pico y temperaturas medias de cada estación, agrupándose los 3 meses óptimos del conjunto de parámetros que se valoran, entre otros, en el dimensionado de la calculadora desde un punto de análisis del consumo de una instalación térmica de calefacción (temperatura media ambiente, horas solares pico, temperatura de red y grados día de calefacción) y los 3 meses óptimos.

Inicialmente para el estudio, se han comparado los valores obtenidos sobre el coste medio del precio de energía excedentaria. Para este valor no existen datos hasta el primero de abril de 2019, fecha cercana a la que entró en vigor el RD 244/2019 que fija dicha retribución.

Para los valores medios de la energía se muestra cómo, para los dos años y un mes en que se ha llevado a cabo el estudio, se aprecia como los valores son más elevados durante aquellas horas durante la producción es más escasa (con la excepción de las primeras horas de la mañana en las cuales el precio de mercado también es más bajo) marcando un pico durante los meses de invierno en las horas tardías en las cuales la generación fotovoltaica ya es prácticamente nula dado que ya es de noche en la mayor parte de la península. Se aprecia que durante las horas de verano la venta de excedentes está mejor retribuida respecto los meses de invierno entre las 8 y las 13 horas del mediodía, siendo una relativa buena noticia para los autoconsumidores que viertan a red (que lo harán por debajo del precio de producción igualmente) dado que durante esas horas y dicha estación se ubicaran la mayor producción de excedentes con una elevada probabilidad. Aun así, el precio de venta de la energía es muy inferior al coste nivelado de la energía solar fotovoltaica producida a escala residencial en España de acuerdo con el anuario 2019 de IRENA. Por consiguiente, no se recomendará que el dimensionado de la instalación fotovoltaica ubicada en una vivienda realice excedentes dado que estaría vendiendo energía a la red a un coste inferior al de su producción. Como se aprecia en el siguiente gráfico, el precio de venta de excedentes ronda los 4 céntimos de euro por kWh.

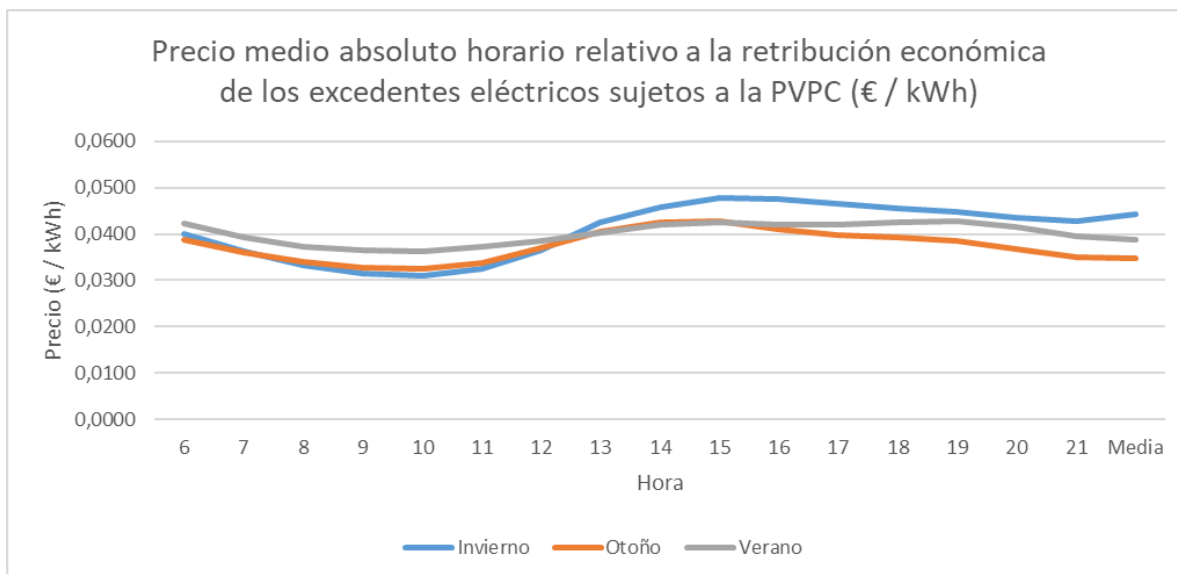


Figura 4.7 - Precio medio horario relativo a la retribución económica de los excedentes eléctricos sujetos a la PVPC (€/ kWh). Elaboración propia. Fuente: (60)

Aunque en el gráfico anterior no quede reflejado de forma explícita, se menciona también que los máximos históricos de precio de venta de energía excedentaria se encuentran durante los meses de invierno. En concreto, los valores máximos de retribución a la venta de excedentes fueron alcanzados para las horas comprendidas entre las 20 horas y las 22 horas del día 9 de enero de 2021 con un precio de 12 céntimos el kWh. Dicho valor es muy superior al valor máximo para la estación de otoño que se encuentra en 9 céntimos y el de verano que se encuentra en 6 céntimos, todos por debajo del coste estipulado por IRENA.

Un fenómeno a tener en cuenta durante la hora de realizar perspectivas de futuro relativas a la venta de energía es el fenómeno relativo a la conocida popularmente curva de pato. La curva de pato hace referencia al desequilibrio entre la producción de energía renovable a partir de energía solar fotovoltaica con la demanda, encontrándose principalmente durante las horas centrales del día la primera y siendo nula durante la noche. Este hecho impacta también en los mercados eléctricos que ya han visto días en los cuales los precios en el mercado han sido prácticamente iguales a 0 e incluso la remuneración excedentaria ha sido penalizada con un precio negativo para el generador. Este hecho, pero en la base de datos que se dispone únicamente se ha mostrado durante horas de elevada generación renovable durante la noche, especialmente a partir de una fuerte penetración eólica en el mix eléctrico en madrugadas de invierno donde se ha alcanzado un precio mínimo de -0,1 €/MWh (valor prácticamente equivalente a la no remuneración económica excedentaria). Este hecho, pero, podría repetirse e instaurarse durante ciertas horas centrales del día durante períodos de tiempo en los cuales la producción eléctrica renovable sea elevada y el consumo sea bajo, como por ejemplo un

fin de semana. Este es el caso que se produjo durante el domingo 16 de mayo de 2021 donde la fuerte penetración solar fotovoltaica en el mix eléctrico alcanzó el 34,45 % de la generación durante las 11 y las 12 GMT +2:00 y alcanzando una potencia pico de 8,5 GW dos horas más tarde. (60)

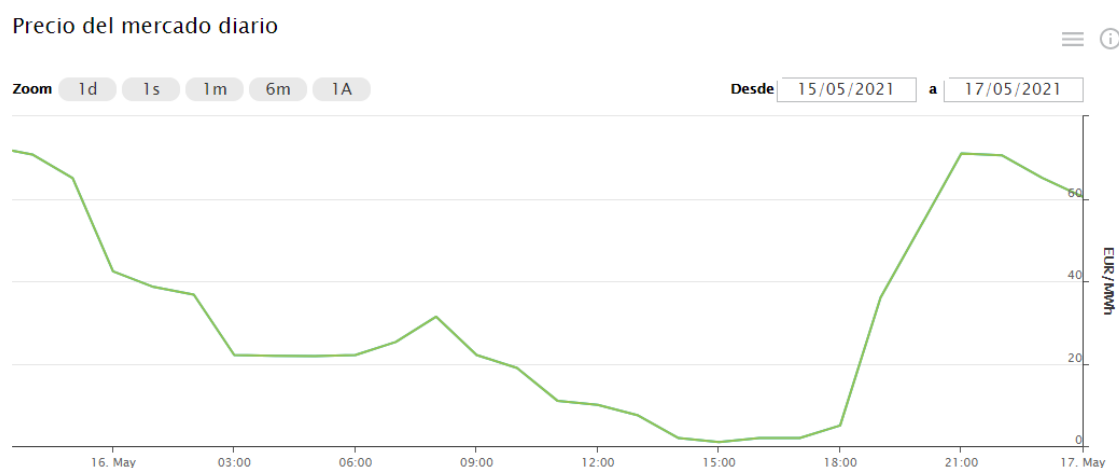


Figura 4.8 - Valor del precio del precio del mercado diario para el día 16 de mayo. Fuente: (61)

Una vez visto que la venta excedentaria de energía es desaconsejable dado que su remuneración está por debajo del precio de coste, se procede a estudiar la favorabilidad de la energía autoconsumida respecto la obtenida de la red eléctrica mediante la compra de esta.

Si bien con anterioridad se aconsejaba a la mayoría de los usuarios que usasen una tarifa con discriminación horaria y trasladasen sus consumos eléctricos para poder ahorrar en su factura eléctrica, este hecho se magnifica ahora con la introducción del nuevo sistema de tarificación que aumenta el peso de la parte relativa al consumo de energía y magnifica el valor de los peajes eléctricos durante las horas pico, donde se encuentra el grueso de la generación fotovoltaica.

Si bien podría considerarse incorrecto comparar los términos de energía de los tres modelos de tarificación anteriores respecto el modelo de tarificación vigente a partir del primero de junio, dado que el aumento del precio de la parte variable se ve compensada por la reducción de la parte fija, la instalación de energía solar fotovoltaica en una vivienda normalmente no implica una reducción del término de potencia (pudiéndose considerar si se instalaran baterías eléctricas pero únicamente se realizaría una adecuación del término de potencia en caso de estar sobredimensionadas). A continuación, se muestran los valores medios horarios para la estación de verano, aquella donde la producción eléctrica es mayor y, por consiguiente, los beneficios de la instalación de energía solar deberían maximizarse. De acuerdo con Paula Altimir, estudiante en prácticas en el departamento técnico de una empresa instaladora de energía solar fotovoltaica y compañera de clase que ha sido

preguntada para la elaboración de dicho apartado, no se recomienda en ningún caso que la producción excedentaria no sea superior en ningún caso al 30 % mensual si bien a partir de aquí ya no se acostumbra a considerar tan beneficiosa económicamente la instalación, afectando en el retorno de la inversión.

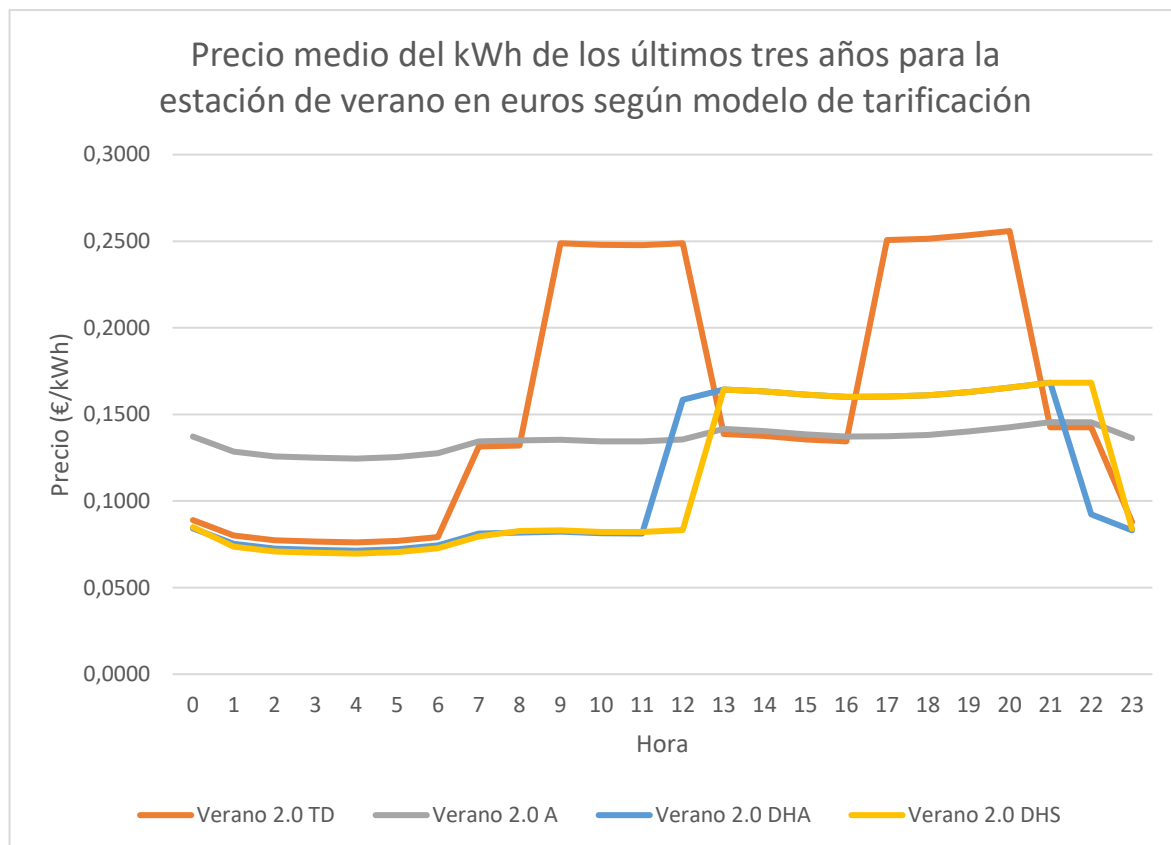


Figura 4.9 - Precio medio de los últimos 3 años del kWh para la estación de verano en euros según modelo de tarificación. Elaboración propia. Fuente:(60)

Como se muestra en el gráfico anterior, el impacto del precio del peaje representa para la tarifa 2.0 TD más de la mitad del coste total de la energía. Este hecho sitúa los consumos durante la parte central del día y la noche a un precio medio que ronda los 24 céntimos por kWh durante el primer tramo y los 25 céntimos por kWh durante el segundo. Estos valores aumentan hasta dos céntimos aproximadamente para la estación de invierno y se mantienen prácticamente a la par para la estación de otoño. En el gráfico también se muestra como el precio es prácticamente el mismo para la hora pico respecto las anteriores tarifas con discriminación horaria y la hora llana respecto la tarifa sin discriminación horaria. De este modo, se puede afirmar que la producción solar se podrá comparar con un valor económico de precio de mercado ubicado entre los 13 céntimos y los 25 céntimos por kilovatio hora. Estos peajes hacen que, incluso frente una hora con un precio de mercado bajo y haciendo frente al peaje plano, el coste nivelado de la energía sea inferior al coste medio de la energía

de la red maximizando el retorno de la inversión en las horas pico. El hecho que durante gran parte de la tarde noche, una de las principales franjas de consumo eléctrico en la vivienda, sea hora pico puede impulsar también en gran medida la instalación de un equipo de almacenamiento de energía.

4.2.3. Marco regulatorio del autoconsumo en España

En el Decreto-Ley 15/2018 (51) de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, el autoconsumo se define como *“el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos”*. La definición causa un importante cambio de paradigma respecto el anterior concepto regulatorio de autoconsumo, definido en la Ley del Sector Eléctrico 24/2013 (62), donde se contemplaba únicamente como un elemento individual entre posibles múltiples instalaciones de generación, pero hacia un único consumidor.

Si bien el principal cambio provocado por el Decreto-Ley 15/2018 y el Real Decreto 244/2019 por el cual se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica es la derogación del impuesto al sol; el nuevo marco normativo ha roto prácticamente con todas las trabas que podía encontrarse el consumidor: se simplifican los trámites para aquellas instalaciones inferiores a 100kW, se abre la puerta al autoconsumo colectivo, se disminuyen los requerimientos técnicos que deben incorporar las instalaciones, se permite instalar más potencia solar que la potencia contratada, se permiten instalaciones de autoconsumo donde el titular de la instalación sea diferente al titular de los paneles (ofreciendo la posibilidad de nuevas alternativas de mercado para las empresas eléctricas, como por ejemplo Holaluz (63)), se permite contratar la potencia que se desee, se racionalizan (no ascenderán a los 60 millones de euros que preveía la Ley 24/2013) las sanciones en caso de no haber regularizado una instalación de autoconsumo, se aporta estabilidad jurídica y se establecen tres modelos retributivos definidos:

- Autoconsumo individual o colectivo sin excedentes: la energía excedentaria elaborada por la instalación solar fotovoltaica no puede ser inyectada a la red. Esta modalidad exige de un equipo antivertido además de un equipo de medida bidireccional. Su principal ventaja es el hecho que prácticamente no debe hacer frente a impuestos y debe afrontar menos trámites que las instalaciones que vierten excedentes a la red. Su aplicación está enfocada para edificios cuya demanda sea capaz de absorber toda la generación eléctrica producida, enfocado a edificios comerciales o industriales, y todas las instalaciones aisladas.
- Autoconsumo individual o colectivo con excedentes acogida a compensación simplificada: el consumidor y el productor optan voluntariamente por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. La energía excedentaria será remunerada a un precio que acuerden el productor y el consumidor, que generalmente será inferior al coste que el consumidor contrate la energía a la compañía eléctrica por el impacto, principalmente, de los

peajes eléctricos. Esta opción solo será posible si la fuente de energía primaria es de origen renovable, la potencia total de las instalaciones de producción asociadas no es superior a 100 kW, el consumidor y productor asociado han suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo y la instalación de producción no tiene otorgado un régimen retributivo adicional o específico, además de un equipo de medida bidireccional. Hasta 15 kW, estarán exentas de obtener permisos de acceso y conexión. Si bien la compensación se realiza al final de cada periodo de facturación que acostumbra a ser mensual. Además, cabe tener en cuenta que al realizar la compensación el importe nunca podrá ser negativo ni descontar los precios de los peajes de acceso. Se recomienda por aquellas instalaciones que no generen un gran volumen de excedentes, por regla general todas las del sector residencial ya que la retribución, para estos volúmenes de excedentes, es prácticamente igual mediante la compensación simplificada y la venta de energía y esta primera requiere de menos trámites y costes asociados.

- Autoconsumo con excedentes no acogido a compensación simplificada: En esta modalidad el usuario vende la energía a la red que ha consumido su planta de generación. Estas instalaciones estarán exentas de obtener permisos de acceso y conexión en caso de ser instalaciones de potencia nominal inferior a los 15 kW y todas deberán disponer de un equipo de medida bidireccional. Es recomendable para aquellas instalaciones cuya generación pueda ser en algún periodo superior a la energía consumida y que, por consiguiente, si compensásemos los excedentes podríamos alcanzar un valor 0, no siendo normalmente de aplicación en el sector residencial ya que podría requerir darse de alta como productor eléctrico en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPRE) en caso de no formalizar un acuerdo de representación en el mercado con alguna comercializadora. Esto implicaría declarar las rentas obtenidas a hacienda y contar con licencia de actividad del ayuntamiento, además de aplicarse el Impuesto sobre el Valor de la Producción de Energía Eléctrica del 7%.

Si bien la instalación de energía solar fotovoltaica no es obligatoria en instalaciones de dimensión residencial; esta puede ser usada para el computo de obtención de energía renovable que fija el documento básico de ahorro de energía para la obtención de ACS. El documento de ahorro de energía en vigor obliga únicamente a la instalación de energía solar fotovoltaica a edificios de nueva construcción, ampliaciones de edificios existentes, reformas integrales y cambios de uso de edificios de más de 3.000 m², valor que podría rebajarse en breve hasta los 1.000 m² con el anteproyecto actual de reforma del Código Técnico de la Edificación que superó el trámite de audiencia e información pública durante finales de 2020. El anteproyecto contempla la instalación mínima de 5 kW en edificios residenciales y 10 kW en otros usos por cada 1.000 m² de superficie construida(64).

4.2.3.1. Marco regulatorio del autoconsumo colectivo

Una de las principales revoluciones provocadas por el Decreto-Ley 18/2018 es la aparición de la figura del autoconsumo colectivo que se desarrolla dentro del Real Decreto 244/2019. Este cambio de paradigma simplifica y facilita la instalación de energías renovables desde un punto de vista del sector residencial, en las comunidades de vecinos. Si se tiene en cuenta que en España dos de cada tres viviendas pertenecen a edificios plurifamiliares (65), siendo el estado europeo que más personas viven en edificios colectivos, se comprende la necesidad actual de avanzar en esta vía para la descarbonización del conjunto del Estado que tiene el compromiso de llegar a la neutralidad climática el año 2050 (66).

Si bien actualmente la ley contempla dos posibilidades para gestionar los excedentes de una instalación solar fotovoltaica acogida a cualquiera de las tres modalidades de autoconsumo de manera colectiva, mediante el coeficiente de reparto estático y el coeficiente de reparto dinámico, actualmente solo se desarrolla normativamente el coeficiente de reparto estático (si bien es cierto que existe un anteproyecto normativo para la repartición mediante coeficientes dinámicos). De acuerdo con el Anexo I del Real Decreto Ley 244/2019, la energía neta horaria total producida por las instalaciones de generación se divide a partir de un coeficiente de reparto de la energía generada entre los consumidores que participan del autoconsumo colectivo, siendo el mismo durante todo el año para el autoconsumo colectivo con coeficientes estáticos.

Antes de realizar los trámites para poder ubicar una instalación solar colectiva en un edificio, pero, al menos un tercio de los vecinos de la comunidad deberá mostrarse favorable en una junta de vecinos para poder proceder en la instalación de los equipos de generación renovable de acuerdo con el texto consolidado de la Ley 49/1960 sobre propiedad horizontal(67). Los vecinos participantes de la instalación deberán acordar los coeficientes de reparto estáticos del reparto de la energía producida por instalación. Estos, de forma genérica, serán los mismos que la parte de la inversión y/o la potencia instalada con la que colabore cada vecino, aunque cualquier acuerdo de reparto firmado y consensuado por los vecinos en cuestión es válido y entregado a la empresa comercializadora quién realizará la liquidación de la energía producida, excedentaria y consumida durante cada periodo. En función de la modalidad de autoconsumo a la que se hayan adherido los diferentes usuarios de la instalación colectiva, que deberá ser la misma para todos, se retribuirán de una forma u otra los excedentes. De todos modos, al ser instalaciones que pueden superar con facilidad los 15 kW de potencia instalada se deberá tener en cuenta el deber de realizar la solicitud de permisos de acceso y conexión en caso de quererse conectar a la red para poder compensar los excedentes de la instalación.

De acuerdo con el Real Decreto 244/2019, además de las instalaciones realizadas en el mismo edificio donde se encuentran los consumos, abre la posibilidad también a realizar instalaciones de

autoconsumo colectivo que funcionan a partir del uso de la red próxima (68). La producción de energía renovable fuera del mismo edificio de consumo en España es viable y siempre y cuando cumplan con al menos una de las tres siguientes condiciones:

- La instalación de generación para autoconsumo compartido y sus consumidores asociados se encuentren conectados al mismo centro de transformación.
- Se encuentren conectados los equipos de medición, tanto de la instalación de generación como de cada uno de los consumos, en baja tensión y a una distancia entre ellos inferior a 500 metros línea recta.
- *“Estén ubicados, tanto la generación como los consumos, en una misma referencia catastral según sus primeros 14 dígitos”.*

La principal limitación del modelo de reparto mediante coeficientes estáticos es el hecho de no poder compartir los excedentes producidos por la instalación solar con los otros socios, siendo principalmente el caso en el sector residencial con los vecinos. Este hecho causa que en caso de disponer de una instalación de autoconsumo colectivo sin conexión a red se pierda una cantidad considerable de energía durante las horas en las cuales la producción solar es superior a los consumos de la vivienda.

En cambio, para el modo dinámico, los excedentes podrían llegar a compartirse, incluso venderse o comprarse a los otros miembros de la colectividad energética obteniendo un rendimiento económico más favorable si bien, en caso de tarificarse estos intercambios entre vecinos es probable que no tuvieran que sufragar el conjunto de peajes que se usan para fraguar los costes del sistema, el transporte y la distribución pudiendo obtener una remuneración mayor para el generador que la que ofrecen actualmente las comercializadoras de energía y, a la vez, ahorrar dinero al comprador de los excedentes.

De acuerdo con Javier Cervera (Premio al mejor ingeniero de la energía de Europa occidental del año 2017 por la *Association of Energy Engineers*, responsable de transición energética de Balearia y cofundador de la empresa Sapiens Energía) que fue consultado para la elaboración de este apartado antes de la publicación de la orden que desarrolla el reparto variable de energía para las instalaciones de autoconsumo compartido; el éxito y viabilidad de la implementación del modelo de reparto dinámico en colectividades energéticas dependerá principalmente de las condiciones regulativas que establezca el gobierno de España. En su opinión, existe un escenario futuro plausible en el cual el modelo de compensación de excedentes exija fijar con antelación la direccionalidad de los flujos de energía, la potencia eléctrica transferible, el día del mes y la duración de la transferencia de energía entre dos consumidores y sus respectivas instalaciones de generación asociadas. Aunque la regulación en este caso es la más desfavorable para el consumidor, espera que el repartimiento de energía excedentaria se realice a mes vencido y que las soluciones tecnológicas puedan realizar

automáticamente el computo. Finalmente se recuerda que, de acuerdo con el punto segundo de la disposición final quinta del RD 244/2019 será la actual vicepresidenta para la Transición Ecológica quién deberá establecer *“los mecanismos y requisitos que resulten necesarios para permitir la implementación de los coeficientes de reparto dinámicos”*.(69)

Con el proyecto de orden por la que se modifica el Anexo I del Real Decreto 244/2019, publicado el 12 de marzo por el ministerio de transición ecológica y el reto demográfico, los coeficientes de reparto dinámicos deberán ser establecidos con anterioridad a que se produzcan los consumos. Los participantes del consumo y generación asociados de forma colectiva podrán distribuir su generación para cada hora del año mediante la entrega a la empresa comercializadora de los coeficientes variables que hayan acordado entre sí, teniendo estos un valor entre 0 y 1 siendo la suma de todos igual a 1. Los coeficientes podrán ser modificados con una periodicidad no inferior a un año, con la excepción de aquellos consumidores que deseen modificar sus repartos para la primera implementación de los coeficientes horarios, siempre y cuando lo hagan con antelación suficiente para que la empresa comercializadora pueda realizar los cambios. En caso de que los vecinos no hagan entrega de los coeficientes para el año siguiente, y no hayan mandado con antelación los coeficientes para años próximos (existiendo la posibilidad de realizar una planificación hasta a 20 años vista), se aplicaran los mismos coeficientes que para el año anterior. (70)

Si bien el trámite es de escasa complejidad, requiere una elevada planificación para poder optimizar dicha herramienta a muchos meses vista. Si bien puede ser útil para edificios cuyo funcionamiento es muy marcado y constante, como podrían ser edificios públicos, para el autoconsumo compartido entre vecinos puede ser, desde un punto de vista de trámite y de llegar a consenso para el reparto de la energía, engorroso.

De acuerdo con Piet Holtrop, abogado experto en generación eléctrica renovable, los coeficientes variables pueden ser que no se apliquen como se muestran en el anteproyecto normativo. Su argumento se basa en que incurren en una violación del Artículo 21 de la Directiva 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. Este artículo, en el punto 2.a.i establece que *“en relación con la electricidad que consumen de la red o vierten a la red, a procedimientos y cargos discriminatorios o desproporcionados y a tarifas de la red que no reflejen los costes”*.(71) El hecho que los contratos bilaterales de energía con entrega física requieran de nominación de los datos de forma diaria al operador del mercado ibérico, pudiendo ser entregados incluso después del cierre del mercado horario, supone un agravio comparativo respecto la entrega de coeficientes dinámicos que debe realizarse de forma anual, haciéndose que no se cumpla lo establecido en dicho artículo. Además, actualmente existe ya la tecnología suficiente para poder automatizar dicho proceso, siendo no una excusa para su no implantación (72).

Finalmente, siguiendo la línea anterior, la Fundación Renovables ha presentado alegaciones (73) a la Consulta Pública sobre la implementación de coeficientes dinámicos para el autoconsumo colectivo. Las alegaciones están enfocadas también en la normativa europea al verse limitado el “intercambio de energía entre pares sin limitaciones”. Siendo desalentador el hecho que haya que fijar por avanzado los coeficientes a lo largo de un año, decidir la repartición por avanzado en 8760 horas. Por este motivo, la Fundación Renovables reclama una propuesta en que los excedentes vengan determinados una vez se hayan realizado los consumos y figuren en los equipos de medida, exponiendo los casos de Francia y Portugal. Además, la fundación aprovechó la misiva para pedir, entre otros, la implementación de los agregadores de demanda, unos objetivos de autoconsumo en cuanto a la cobertura de la demanda final de energía y la eliminación de la distancia máxima de conexión entre la generación y el consumo de 500 metros, del mismo modo que lo hizo Assumpta Ferran en representación de Som Energia ante sede parlamentaria el 8 de marzo de 2021 donde propuso elevar dicha distancia a 20 km como en Francia al considerarse que dichas instalaciones no usan prácticamente la red de transporte. (74)

4.2.3.2. El agregador de demanda en España y sus posibilidades de futuro

Históricamente, el sistema eléctrico ha funcionado de forma unidireccional desde la generación hasta el consumo. Ya en la actualidad, pero especialmente en el futuro próximo, la demanda va a tomar un papel activo tanto en la producción como en la generación de electricidad. Este hecho convertirá el consumidor en el centro de la transición energética a partir de la adecuación de la demanda a la generación momentánea, juntamente con la introducción de sistemas de generación distribuida, almacenaje y microrredes a pequeña escala entre otros. La importancia del agregador recae en la flexibilidad que pueden otorgar un conjunto de consumidores frente al operador del sistema, el mercado eléctrico, la empresa distribuidora y la empresa comercializadora. La figura del agregador aportará, por consiguiente, una mayor fiabilidad al suministro, adecuación a la generación renovable y menores costes a los diferentes actores del sistema eléctrico español.

El agregador, de acuerdo con la definición establecida en la directiva del parlamento europeo y del consejo sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, es *“un participante en el mercado que combina múltiples cargas de clientes o electricidad generada para su venta, compra o subasta en cualquier mercado de la energía organizado”*(75). Existen diferentes figuras que pueden realizar la función del agregador: a parte del agregador independiente (*“un participante del mercado que no está relacionado con el suministro del cliente”*); una empresa de servicios energéticos, una empresa que cuente con almacenamiento energético o la propia comercializadora son algunos ejemplos de actores del mercado que pueden actuar como agregadores. La figura del agregador se desarrolla a partir de la directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

Desde un punto legal se desarrolla en la directiva sobre el balance eléctrico(76) y desde un punto de vista tecnológico en la normativa relativa de los códigos de red. La figura del agregador se contempla y contemplará también en los diferentes planes de descarbonización y los paquetes de energía limpia y *Fit for 55* (este último en redacción) de la Unión Europea.

En España la figura del agregador de demanda viene recogida dentro del Real Decreto 23/2020 por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. En ella se empieza a transponer la normativa europea, aunque el grueso de esta está previsto que se transponga durante el 2021, no estando consiguientemente desarrollada dicha figura aún a fecha de abril de 2021. Además, el regulador independiente (la CNMC) deberá decidir respecto el papel del agregador independiente con las empresas comercializadoras. Podría darse el caso que en un escenario donde el consumidor cuente de un agregador independiente de demanda y una empresa comercializadora; la empresa comercializadora comprara energía que no fuere consumida de acuerdo con una orden al consumidor por parte del agregador, abriendo la puerta a establecer por consiguiente un mecanismo para la remuneración de las pérdidas provocadas a la comercializadora por parte del agregador.

Es relevante el hecho que la directiva de mercado interno contemple en el artículo 32 la obligatoriedad, para las empresas distribuidoras, la compra de flexibilidad siempre y cuando sea la solución coste eficiente respecto inversiones en la red, de acuerdo con la CNMC, para efectuar su operación. Las empresas distribuidoras deberán hacer un plan bianual para la demanda que contemple la flexibilidad siempre y cuando tengan más de 100.000 usuarios, quedando pendiente también de la CNMC aquellas empresas cuyo número de usuarios sea inferior. Si bien la directiva de mercado interno contempla que deberá ser remunerado el distribuidor por la compra de flexibilidad, no está definido aún como esta remuneración va a realizarse.

De acuerdo con la definición del agregador recogida en la directiva europea, todos los mercados deberán dar espacio a que la agregación de la demanda pueda formar parte de ella; es decir, el mercado de balance, el mercado diario e intradiario, los mercados locales de accesibilidad que promueve la normativa de mercado interno y posibles mercados de capacidad que podrían sucederse (75).

Actualmente los agregadores de demanda pueden habilitarse ya a Red Eléctrica Española para poder participar de los servicios de balance disponiendo de una unidad de programación mínima de un bloque de 1 MW (77). Los participantes pueden participar del mercado de balance a partir de ofrecer balance de demanda o generación, no pudiendo ofertar ambas soluciones para el mismo período horario. Aun así, Red Eléctrica cuenta con una hoja de ruta para la figura del agregador independiente que no contempla su participación en el mercado de balance hasta el año 2022, dando margen para la definición de la normativa de aplicación (78). Consiguientemente, el resto de los términos de

publicación de la normativa se irán sucediendo a lo largo de los próximos años y su celeridad dependerá, con una elevada probabilidad, de los diferentes paquetes normativos de la Unión Europea en materia de descarbonización.

De acuerdo con Alicia Carrasco, CEO de la Consultoría Estratégica de Transición Energética olivoENERGY y directora ejecutiva de la asociación de agregación y flexibilidad ENTRA, aquellas empresas que tengan conocimiento de machine learning, cuenten con dispositivos conectados que permitan un elevado flujo de datos, los sepan interpretar y tengan conocimiento de IA serán las mejor posicionadas para poder estar en dicho mercado (79). Menciona también como empresas como Siemens y IBM están trabajando ya en el sector, además de la *start up* española Steamy Energy.

La figura del agregador de demanda puede ser un elemento clave dentro del futuro mercado de capacidad. La finalidad de dicho mercado es *“garantizar la seguridad de suministro, articulando un instrumento que fomente la inversión en potencia firme y salvaguardando la neutralidad tecnológica, así como los restantes principios regulados en el Reglamento 943/2019, de 5 de junio de 2019, relativo al mercado interior de la electricidad.”* (80) Si bien la propuesta de orden es muy genérica y no entra en demasiados detalles, dado que estos deberán ser diseñados por el operador del sistema (Red Eléctrica), se destaca en primer lugar que se contemple la neutralidad tecnológica. Esto quiere decir que no únicamente se tendrá en cuenta la generación de energía sino también la gestión de la demanda (el punto clave de los sistemas energéticos) o los sistemas de almacenamiento de energía. Aun así, el anteproyecto de ley fija que para poder participar de dicho mercado las instalaciones que no cuenten con permiso de explotación antes de la publicación de la subasta deberán ser neutras de carbono. Este hecho pone entre dicho las aspiraciones del almacenamiento de energía al ser consideradas las emisiones de su energía iguales a las que provenga su energía proviniendo eminentemente de la red. No deberían tener problemas aquellas instalaciones hibridadas con energías renovables o que dispongan de un contrato bilateral. En cambio, se menciona también que para aquellas instalaciones ya construidas en el momento de la fecha límite la emisión máxima permitida por unidad energética producida es de 550 gramos de CO₂ por kWh. Aunque no se especifique, se da por supuesto que la gestión de la demanda es una tecnología neutra en carbono.

La capacidad que se podrá subastar la decidirá el operador del sistema a partir del estudio de la potencia firme, es decir la capacidad máxima en MW que el sistema requerirá para ofrecer este servicio, y de la ratio de firmeza *“resultante del porcentaje respecto de la potencia nominal asociada a la instalación de almacenamiento, generación o demanda que mide la cantidad de cada tecnología para aportar la firmeza que se requiere al sistema eléctrico peninsular”* (81). Este hecho tendrá en cuenta los elementos técnicos de cada modalidad e incorporará la capacidad de cada tecnología a disponer para poder satisfacer las necesidades del sistema eléctrico peninsular. El establecimiento de estos valores se realizará a partir de un análisis probabilístico que resulte en la evaluación de diferentes

escenarios y los posibles déficits que pueda afrontar el parque eléctrico actual. El análisis tendrá en cuenta diferentes escenarios de demanda de potencia, aportación de las tecnologías renovables y posibles indisponibilidades del parque de generación térmico, además de previsiones futuras de su dimensionado si bien a medida que pasen los años este, que conforma la generación punta y más adaptable a la demanda, debería irse reduciendo.

Se contemplan en el anteproyecto de orden del mercado capacidad dos tipos de subastas que se establecerían mediante un mecanismo competitivo en función del precio en euros por MW y año para brindar dicho servicio:

- Subastas de capacidad principal: El periodo de prestación del servicio sería de 12 meses para instalaciones ya construidas en el momento de publicación de la subasta y de un máximo de 5 años para aquellas que se trate de nuevas instalaciones. Durante dicho periodo de tiempo se mantendría vigente la orden de prestar servicio.
- Subastas de capacidad de ajuste: Subastas que tienen por objetivo hacer frente a los posibles problemas que no hayan podido ser resueltos mediante la potencia firme asegurada a través de las subastas de capacidad principal. Estas tendrían una vigencia también de 12 meses de duración iniciándose con hasta un máximo de 12 meses después de la realización de la subasta.

Entre los puntos pendientes para definir más destacados de la orden de capacidad son la metodología con la cual se decidirán los parámetros de repartición de potencia firme y ratio de firmeza de cada tecnología, las obligaciones de los proveedores del servicio de capacidad y los mecanismos mediante los cuales se corroborará su operación y las posibles penalizaciones en caso de no cumplirse sus obligaciones. Se espera que dichos mercados sean mecanismos para incentivar el despliegue de almacenamiento energético en el territorio peninsular para poner el sistema eléctrico español al mismo nivel que otros mercados eléctricos europeos donde ya se está implementando la normativa europea de mercado interior que promueve su adopción. Una vez resueltos estos escollos podrá indagarse que viabilidad y rentabilidad podría tener el uso del agregador de demanda para el mercado de capacidad.

Aun así, desde un punto de vista técnico y siempre que se cumpliesen los requisitos para que un agregador pudiese participar de dichos mercados, el ecosistema Wiser Energy podría estar en el punto óptimo de madurez para permitir a sus usuarios poder participar de dichos mercados mediante la figura del agregador de demanda. El hecho que las principales cargas de la vivienda estén conectadas a partir del ecosistema Wiser o KNX con la propia nube de Schneider Electric es un primer paso para permitir en un futuro próximo la figura del agregador. En todo caso, debería verse cuál sería el modelo de negocio por el cual se optaría desde la propia empresa ya sea siendo la creación de una unidad de negocio relacionada con este aspecto en España o la cesión o venta de la información y/o la estructura a una empresa tercera con el acuerdo del consumidor final. Se destaca también que la aplicación Wiser

a partir de este junio en España incorpora la posibilidad de controlar electrodomésticos como un televisor o un sistema con bomba de calor mediante un convertidor Zigbee – infrarrojo. Este hecho aumenta el volumen de potencia disponible a controlar por parte del agregador de la demanda.



Figura 4.10 - Esquema de funcionamiento del ecosistema doméstico Wiser de Schneider Electric. Fuente interna.

4.2.4. Subvenciones para el autoconsumo residencial

En el estado español existen diferentes subvenciones o bonificaciones aplicables a la instalación de energía solar enfocadas al autoconsumo, también para instalaciones de pequeña potencia dedicadas al sector residencial. Estas provienen de forma mayoritaria de las administraciones locales y autonómicas y, en menor medida, de la Unión Europea. Si bien el estado no ofrece ayudas directas para la instalación de autoconsumo solar en el sector residencial, es la entidad encargada de gestionar los Fondos FEDER dedicados a la economía de baja en carbono (82).

De acuerdo con el estudio “Incentivos fiscales para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico en municipios con más de 10.000 habitantes” de la Fundación Energías Renovables(83), existen dos principales líneas de bonificaciones o incentivos fiscales a disposición de las entidades municipales para impulsar la instalación de energías renovables:

- Bonificación del Impuesto sobre Bienes Inmuebles: De acuerdo con el artículo 74 sobre bonificaciones potestativas del Real Decreto Ley 2/2004, de 5 de marzo, reguladora de las haciendas locales: los ayuntamientos podrán bonificar con hasta el 50% de la cuota íntegra del impuesto todas aquellas instalaciones cuya finalidad sea el aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del sol. Consiguientemente, son los ayuntamientos quiénes tienen la potestad de, siempre en caso de ser aprobado en pleno, permitir dicha bonificación y establecer los términos y condiciones en los cuales se ejecutará mediante la elección del coeficiente de bonificación y la duración en el tiempo de los principales puntos. Los períodos de tiempo durante los cuales se realizará la bonificación oscilan principalmente entre el medio año y los dos años y medio, pudiendo realizarse a un tipo fijo de descuento o escalada de forma descendente (obteniendo una mayor bonificación durante el primer año que en el segundo). Otros parámetros usuales relativos en la bonificación del impuesto sobre bienes inmuebles son el establecimiento de un lindar mínimo sobre el suministro eléctrico total que debe poder proveer la instalación solar, un máximo de potencia instalada subvencionable que puede estar supeditado también a la superficie de la vivienda o la bonificación máxima disponible para cada vivienda. En el año 2018 el 39% de los municipios cuya población era superior a los 10.000 habitantes en España bonificaban en algún grado el IBI de las instalaciones solares para autoconsumo residencial. Actualmente, de acuerdo con el informe mencionado en el vigente apartado, en el mes de junio de 2020, el 60% de la población residente en los municipios mayores de 10.000 habitantes en España estaba sujeta a la posibilidad de conseguir una bonificación del IBI y del ICIO. Se ubica en la calculadora una lista con el porcentaje de población según provincia que puede optar a una bonificación del IBI ofreciéndose como dato para el usuario.

El Impuesto sobre Bienes Inmuebles podrá ser bonificado en todo el territorio español con la excepción de la Comunidad Foral de Navarra. De acuerdo con la Ley Foral de Hacienda regional, la propia ley no presenta la posibilidad de establecer ninguna bonificación sobre las instalaciones de autoconsumo. De todos modos, la Comunidad Autónoma de Navarra permite la bonificación del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.

Después de haber analizado el conjunto de municipios recogidos en el primer anexo, que incluye el listado de municipios con bonificaciones sobre el impuesto de bienes inmuebles, se aprecia como los valores totales bonificables oscilan entre el media anualidad y dos anualidades y media de bonificación total respecto el pago del impuesto. Estas pueden extenderse, por consiguiente, durante un año y hasta cinco con la bonificación máxima del impuesto cada año, aunque hay casos donde esta se bonifica de forma eslabonada descendente o a una ratio constante inferior al 50%. Algunas restricciones frecuentes sujetas a la instalación son el requerimiento de que la instalación subvencionada aporte un porcentaje mínimo (siendo frecuentes los valores del 20%, 30% y 50%), valores mínimos de potencia a

instalar en proporción con la superficie construida o construidos y bonificaciones máximas anuales y/o por vivienda.

- Impuesto sobre construcciones, instalaciones y obras: Dicha tasa viene fijada por las instituciones locales que graba la construcción, instalación y obras que requieren de comunicación previa o licencia de obras a las entidades municipales. El ICIO se aplica sobre el coste real y efectivo de la construcción, instalación y obra (84) y se grava con hasta un 4% en territorio común y un 5% en los territorios forales (País Vasco (85) y Navarra). Mencionase que la tributación en Euskadi es diferente para cada territorio, si bien son las Juntas Generales de cada territorio las que fijan la tributación mientras que las diputaciones forales se encargan de la gestión, liquidación, recaudación e inspección de los tributos (86). La bonificación máxima permitida para este impuesto es del 95% y se bonifica en dicho porcentaje en las principales ciudades de España entre ellas Barcelona, Madrid, Zaragoza, Málaga, Palma y Cádiz, además de gran parte del territorio.

Aunque pueden estar relacionados, el impuesto sobre construcciones, instalaciones y obras y la tramitación administrativa de la licencia de obras, no deben confundirse. La obtención de licencia de obras es un trámite administrativo que puede demorar la realización de los proyectos renovables. Son 11 ya las comunidades autónomas que han abogado para sustituir la licencia de obras por una comunicación previa de obra. A mes de marzo del 2021, únicamente las comunidades autónomas de Madrid, Murcia, La Rioja, Asturias, Cantabria y País Vasco son las únicas comunidades que mantienen el requerimiento de licencia de obras (87).

Las 11 CCAA que ya eximen de licencia de obras las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico



Figura 4.11 - Mapa de las comunidades autónomas que eximen de licencia de obras en las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico. Fuente: (87)

Desde un punto de vista de subvenciones y bonificaciones relativas a tributos autonómicos, son varias las comunidades autonómicas que ofrecen deducciones al tramo autonómico del IRPF. En el caso de la Comunidad Valenciana, por ejemplo, para la obtención de dicha subvención el solicitante debe contratar una empresa debidamente acreditada y que realice la documentación que requiere el Instituto Valenciano de la Competitividad Empresarial, en calidad de entidad autonómica, para el reconocimiento previo antes que lo valide la Agencia Tributaria. Además, deberá ser el propietario de la vivienda donde se efectúa la instalación, habilitando la obtención de dicha bonificación en hasta dos viviendas habituales por persona. Se entiende como vivienda habitual aquella que ha resultado la residencia del contribuyente durante un plazo continuado de, al menos, tres años y/o que sea habitada de manera efectiva por un plazo de doce meses. A continuación, se adjuntan las comunidades autónomas y las deducciones del tramo autonómico que permiten para la instalación de energía solar fotovoltaica a fecha de abril de 2021:

- Comunidad Valenciana: los contribuyentes podrán deducirse el 20 % del importe de la inversión siempre y cuando este se encuentre dentro de los límites deducibles del tramo autonómico y en un máximo de cuatro años. La base anual está establecida en 8.000 euros. (88) Es únicamente de aplicación en la vivienda habitual. (89)
- Islas Baleares: Los contribuyentes podrán deducirse el 50% del importe, con una base equivalente al importe satisfecho por el contribuyente, con un límite máximo de 10.000 euros por período impositivo. Esta deducción se aplica en la instalación de equipos de generación renovables y las instalaciones que favorezcan el ahorro de agua. (90)
- Islas Canarias: Se podrá deducir el 10% del importe destinado a obras de rehabilitación energética del edificio habitual del contribuyente. Este deberá ser de su propiedad y deberá implicar una mejora de la eficiencia energética, reducción de la demanda, la instalación de equipos de generación renovables o equipos que mejoren el aprovechamiento del agua. No son desgravables la compra de mobiliario ni electrodomésticos y el pago deberá hacerse de una forma que no incluya dinero en efectivo. La base máxima anual de deducción es de 7.000 euros por contribuyente. (91)
- Cantabria: Con un máximo del 15%, el contribuyente podrá deducirse hasta 1.000 euros en tributación individual o 1.500 euros en conjunta por la instalación de energías renovables, además de obras de mejora energética, obras de acceso a infraestructuras de telecomunicaciones o una rehabilitación cualificada por la Dirección General de Vivienda del Gobierno de Cantabria. (92)
- Andalucía: En caso de instalar energía solar térmica, solar fotovoltaica o eólica en la vivienda o futura vivienda habitual del contribuyente o en edificios de alquiler y haya sido previamente validado por la administración regional, se aplicará un 10% de deducción de la inversión realizada con un importe máximo de 1.000 euros anuales. El importe base de la inversión no puede ser de 10.000 euros anuales. (93)

- Navarra: La comunidad foral permite deducciones fiscales por inversiones en instalaciones de energías renovables, vehículo eléctricos y sistemas de recarga. Para las instalaciones de generación renovable se otorga el derecho de deducción del 15% del importe de las dichas, de acuerdo con la Ley Foral 16/2017. Este porcentaje podrá verse incrementado en los siguientes casos, sin que ningún caso supere el 30% (94):
 - En caso de que la producción de energía eléctrica no genere gases de efecto invernadero, imputándose un 10% adicional de forma prácticamente automática al instalar energía solar fotovoltaica.
 - Si la instalación de energía eléctrica cuenta con un sistema de almacenamiento de energía de densidad similar o superior a una batería de Ion Litio cuya capacidad sea mayor a 2kWh, se incrementará un 5% adicional.
 - En caso de hibridar en una microrred dos fuentes de generación renovables se incrementará un 5% adicional.
 - Si la inversión forma parte de un proyecto de autoconsumo compartido, se incrementará un 5% adicional.
 - Si el proyecto está realizado por una comunidad de vecinos, el porcentaje se incrementará en un 5%.

Existen también ayudas directas de las diferentes comunidades para fomentar la instalación de energías renovables. Aun así, estas difieren anualmente ya que dependen de convocatorias.

4.2.5. Evolución tecnológica del autoconsumo residencial

Desde un punto de vista histórico, inicialmente los inversores solares no disponían de seguidor de máxima potencia y requerían de la instalación complementaria de un sistema MPPT (*Maximum Power Tracker Point en inglés*). Si bien el inversor realiza la conversión de corriente continua a corriente alterna para poder ser aprovechada para la instalación, el seguidor de máxima potencia se encargaba de optimizar la entrega de potencia mediante relacionar la temperatura del panel, su resistencia y la curva de intensidad tensión. Actualmente, de forma mayoritaria, las instalaciones residenciales fotovoltaicas se realizan mediante la instalación de un inversor centralizado que puede llevar integrados uno o dos seguidores de máxima potencia, permitiendo la posibilidad de sectorizar diferentes grupos de placas en un mismo inversor. Esta solución actualmente es la mejor valorada desde un punto de vista de calidad precio en el mercado si bien reduce los efectos de las sombras y permite orientaciones múltiples optimizando la producción solar.

Entre los principales fabricantes de inversores centralizados con seguidor de máxima potencia incluido se encuentran Fronius, SolarEdge y SMA además de las empresas nacionales Kostal, Ingeteam y Salicrú

que cuentan también con una amplia presencia internacional. Prácticamente todos los inversores centralizados cuentan actualmente con un sistema de comunicación vía modbus y/o W-LAN que permite la comunicación de los diferentes componentes que integran el equipo de generación solar para que pueda monitorizarse desde una aplicación móvil, que consiguientemente cada marca dispondrá.

Actualmente, con toda probabilidad, la empresa de inversores que cuenta con una mayor cuota de mercado es Huawei. De acuerdo con Elektro Stoks, uno de los principales grupos de distribución de material eléctrico en España, se estima que aproximadamente el 50% de la cuota de mercado en inversores para el sector residencial se corresponde en la actualidad con inversores Huawei. Su cuota de mercado ha crecido con celeridad y de forma consistente durante los últimos dos años. Por otra parte, y de acuerdo con la empresa instaladora valenciana Primelec SL, los inversores Huawei tienen una elevada fiabilidad y un sistema de monitorización vía aplicación móvil muy optimizado. La aplicación dispone un sistema jerarquizado de alarmas, además de permitir su supervisión y control a partir de más de un dispositivo móvil presentando los datos de forma clara y concisa. El sistema también permite la visualización de los datos por panel, además de permitir el autodiagnóstico del sistema. Para evitar desconfiguraciones y/o posibles reprogramaciones por parte del usuario el inversor no dispone de botones.

A partir de aquí, existen diferentes mecanismos que de aplicación actual que son el futuro del aprovechamiento de la generación fotovoltaica en el sector residencial:

- El planteamiento actual de las instalaciones de generación eléctrica solar en vivienda implica la presencia de tensiones elevadas en el techo. Si bien estas, en el sector residencial, raramente alcanzan valores cercanos a los 1.500 V en continua (tensión máxima que permite el reglamento electrotécnico de baja tensión para instalaciones de aplicación al reglamento y, por consiguiente, viviendas) en parte porque los inversores de potencias “elevadas”, desde una óptica residencial, incorporan frecuentemente dos entradas diferentes para dividir el valor de la tensión en continua. Aun así, aunque el riesgo de incendio es prácticamente nulo en instalaciones realizadas correctamente y con la adecuada revisión y en condiciones normales; es un riesgo que podría verse muy minorizado a partir de la instalación de microinversores. Los microinversores son dispositivos que originalmente realizaban la función de inversor y punto de máxima potencia para cada panel de la instalación, realizando consiguientemente prácticamente toda la transferencia de energía en corriente alterna. Actualmente, para hacer más coste efectivo la solución existe la posibilidad de que cada microinversor la con capacidad de asociar dos, tres y hasta cuatro paneles. Mediante microinversores se optimiza al máximo la producción solar, dado que cada panel producirá la máxima energía a partir del MPPT individualizado permitiendo por consiguiente diferentes inclinaciones y tipos de panel con

rendimientos elevados. Las principales empresas de microinversores son APSystems y Enphase (95), disponiendo esta segunda de cerca del 20% de la cuota de mercado en Estados Unidos durante el año 2019 (96), cantidad que se ha reducido ligeramente durante los últimos años, pero aun así muy superior a la cuota de mercado que tienen en España (no habiendo números disponibles) pero siendo una solución muy minoritaria hoy en día. La unión de los diferentes paneles y microinversores se realiza en serie y, para el caso de Enphase, la comunicación entre el sistema de gestión de energía del equipo Enphase y los microinversores se realiza mediante la línea de energía. Aun así, es posible disponer de una monitorización de precisión por cada panel a partir de cualquier dispositivo móvil mediante el enrutador de Enphase. Su solución también ofrece un mecanismo preparado para la interconexión con microrred encargado de la gestión de las diferentes fuentes de energía de la vivienda, compatible su sistema con grupos electrógenos, baterías que llevan ya incorporado el inversor de corriente alterna a continua (cabe tener en cuenta que toda la instalación funciona directamente en corriente continua) y la energía de la red.

- Por otra parte, existen diferentes proyectos que procuran integrar los paneles fotovoltaicos en el techo de las diferentes viviendas. Es el caso, por ejemplo, de la apuesta de Tesla para la elaboración de techos solares. Aunque la solución aún no está disponible en España (97); las tejas Tesla cuentan con una garantía del material y el suministro de 25 años en el mercado estadounidense. Respecto a la producción fotovoltaica que pueden alcanzar las tejas solares, las de la empresa Dow Solar que entró en bancarrota durante el año 2020 (98) y era una de las empresas líderes del sector en Estados Unidos, estas tenían una producción nominal tipificada de 12 W por pie cuadrado (99), cercanos a 130 W por metro cuadrado.

Se menciona también la existencia de un tipo de convertidor de corriente continua a corriente alterna tipo PWM. Estos convertidores no son de uso frecuente ya que prácticamente todos los reguladores de cara funcionan mediante tecnología MPPT pero podrían encontrarse de forma excepcional en algunas instalaciones.

4.2.6. Evolución del autoconsumo fotovoltaico en España

El autoconsumo en España se revitalizó después de la derogación del impuesto al sol tres años más tarde de su aplicación, en el año 2018. Si bien este no era de aplicación para instalaciones de potencia inferior a 15 kW (la inmensa mayoría de las instalaciones enfocadas al sector residencial), el efecto disuasorio provocado por el propio nombre y la inestabilidad legislativa proveniente con anterioridad de las modificaciones del régimen retributivo de las energías renovables establecido en el Real Decreto 661/2007 con la adopción del RDL 9/2013, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico reduciendo las retribución a dichas tecnologías, redujeron los ánimos relativos a la instalación de energía solar en el país, tanto a gran como pequeña escala.

España fue duramente penalizada en repetidos bandos internacionales por violar el punto 10.1 del Tratado sobre la Carta de la Energía (100) con el establecimiento del RDL 9/2013 que faltó a las “condiciones estables, equitativas, favorables y transparentes para que los inversores de otras Partes Contratantes realicen inversiones en su territorio” y que las “inversiones gozarán asimismo de una protección y seguridad completas y ninguna Parte Contratante perjudicará en modo alguno, mediante medidas exorbitantes o discriminatorias” (101). Cerrado dicho paréntesis, con la aprobación del RD 244/2019 que derogaba el impuesto al sol la energía solar fotovoltaica para autoconsumo arrancó de nuevo en el país. Si bien es cierto que desde un punto de vista de autoconsumo la energía solar duplicó su potencia instalada anual no acumulada desde el año 2016 al año 2019 (102), cabe recordar que España partía de muy abajo en este aspecto frente otras naciones como Alemania, especialmente en la instalación de equipos de almacenamiento de energía eléctricos en el sector residencial pero también en la producción de energía solar para autoconsumo.

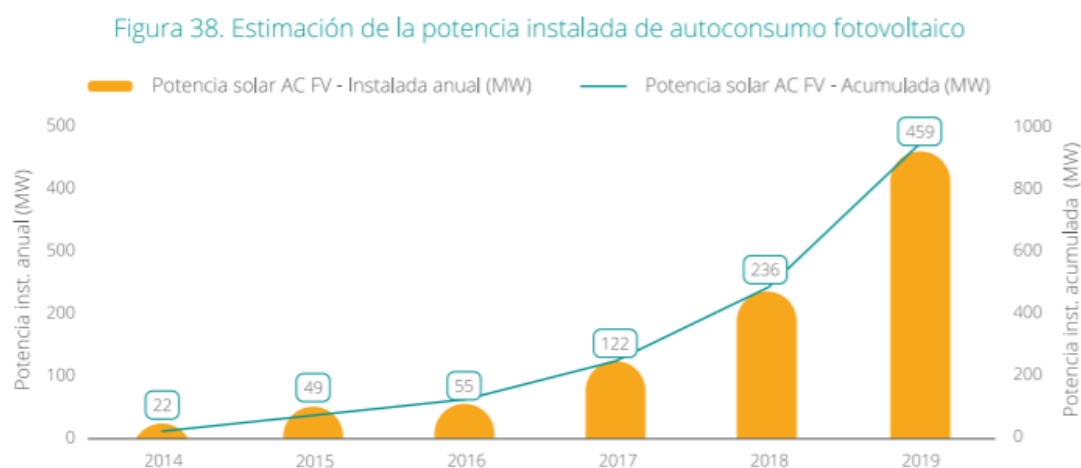


Figura 4.12 - Estimación de la potencia instalada para autoconsumo fotovoltaico. Fuente:(102)

Si se desglosan los datos del gráfico anterior, de acuerdo con el anuario 2020 de la UNEF se aprecia como la instalación en vivienda representó únicamente cerca del 10% en el año 2019 y creció su implantación 3 veces durante el año 2020, un importante progreso teniendo en cuenta la situación excepcional que trajo la pandemia. Si bien no hay datos segmentados de los años 2017 y 2018 es bastante probable que la instalación en el sector residencial fuese menor durante esos años por los motivos mencionados anteriormente además de no ser tan beneficioso económicamente anteriormente (menor beneficio antes de la implantación de la tarifa 2.0 TD, un número inferior de municipios habían adoptado descuentos fiscales, tramitación más compleja por parte de las diferentes comunidades autónomas,...) y un menor conocimiento y concienciación por parte de la población

relativo a los beneficios ambientales de la solución. La pandemia, en parte, ha aportado a las clases medias y altas que no han perdido el empleo un ahorro extra al no poder o querer consumir servicios como restauración, ocio o hostelería durante parte de más de un año. Parte del ahorro ha sido destinado en algunas viviendas a realizar reformas en la vivienda, aprovechando un grueso importante de las personas que se han decidido a instalar energía solar dado que presenta un retorno de la inversión entre 6 y 10 años, en función de la fuente consultada.

Por otra parte, el sector comercial y terciario ha visto reducida su instalación durante el último año siendo el principal sector afectado por la pandemia. El sector industrial, por su parte, ha mantenido su tendencia creciente con un crecimiento sectorial del 32 %. Es en este sector donde el retorno de la inversión se realiza en un menor tiempo, pudiendo reducir dos años respecto una inversión en el sector residencial. Esto se debe dado que los costes de inversión no son lineales respecto una instalación solar residencial, como se muestra en la figura del apartado 4.2.1 del vigente trabajo. En los cambios relativos a la tarifa 3.0 TD, la que tienen contratada la mayoría de pequeñas y medianas empresas, se aprecia una reducción del 33 % respecto el termino de potencia y un encarecimiento del 60 % respecto el termo de energía (sumando los pagos por capacidad). De acuerdo con el ejemplo de simulación de la CNMC el valor resultante de la reducción de factura eléctrica entre ambos modelos tarifarios es del 6,4 % para la nueva 3.0 TD respecto la 3.0 A. Para las instalaciones ubicadas en media tensión que se correspondían a la antigua 3.1 A verán reducida de forma global su factura de la luz, también de acuerdo con la CNMC, en un 4%. (103) Aun así, el hecho que se aumenten los costes asociados a la energía consumida favorecerá los ahorros relativos al autoconsumo eléctrico.

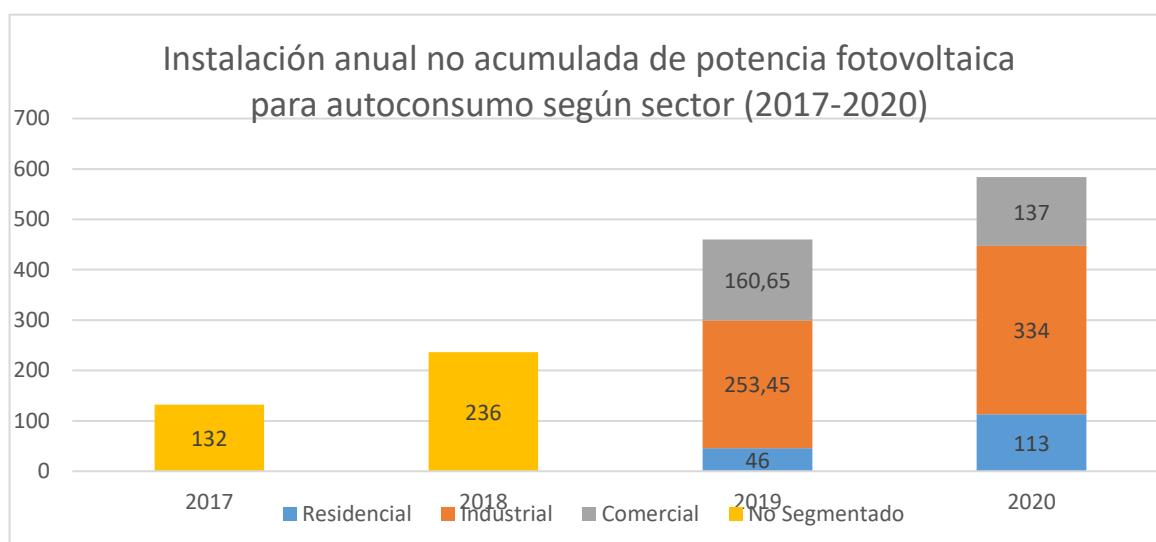


Figura 4.13 - Instalación anual no acumulada de potencia fotovoltaica para autoconsumo según sector (2017-2020). Elaboración propia. Fuente: (69)

Aunque se esperaba que el crecimiento exponencial del autoconsumo se moderase por la incertidumbre y la desaceleración económica causadas por la crisis del COVID, los indicadores de las agencias energéticas de diferentes comunidades autónomas son motivo de optimismo. Por ejemplo, en el caso de Catalunya, la potencia instalada en la primera mitad del año 2020 (ya en plena pandemia) alcanzó los 21,69 MW obteniendo un dato parecido a los casi 22 MW que se instalaron en todo el año 2019. De hecho, el segundo cuatrimestre de 2020 (los meses más afectados por el confinamiento) fue el periodo con mayor instalación de potencia fotovoltaica para autoconsumo en la historia Catalunya. Pendientes de los datos del último cuatrimestre de 2020 se espera que Cataluña mantenga el ritmo de duplicación de la potencia instalada respecto el año anterior (104).

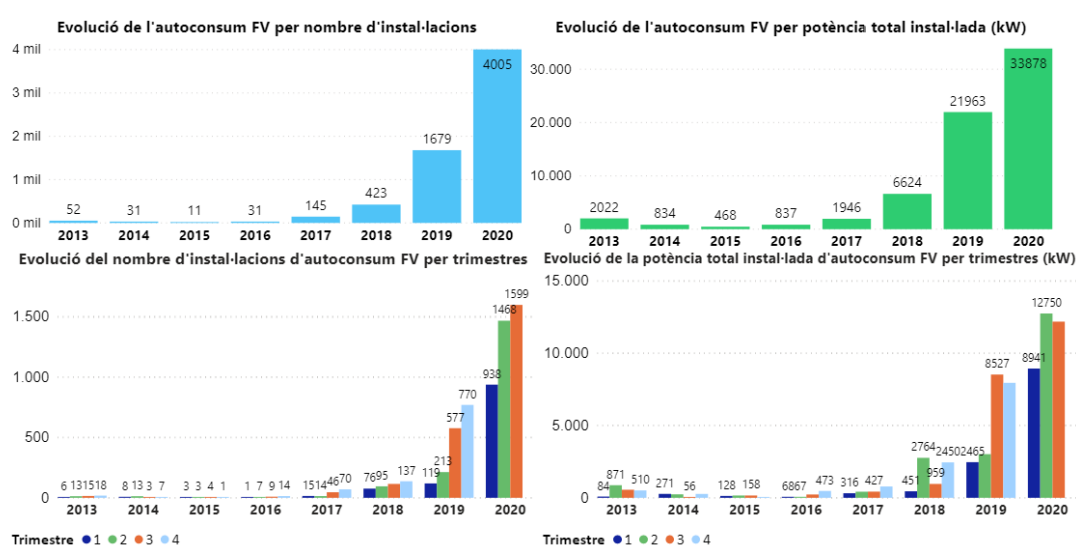


Figura 4.14 – Evolución del autoconsumo solar en Cataluña. Fuente: (104)

Si bien es cierto que actualmente el autoconsumo, desde un punto de vista instalada total, es eminentemente industrial y terciario dado que los períodos de retorno son menores, de cuatro a seis años, no es despreciable la implementación de la energía solar para autoconsumo en el sector residencial. Con unos períodos de retorno cuantificados de entre cinco y ocho años según la tipología de instalación y el acuerdo que se disponga con la compañía eléctrica, además de las ayudas públicas como pueden ser la subvención de la mitad de la instalación y/o la omisión del pago de un año de IBI, encontramos como cerca del 75% de las instalaciones de autoconsumo en Catalunya tienen menos de 5 kW de potencia instalada (siendo prácticamente todas las de este sector de potencia enfocadas al residencial).

Distribució de les instal·lacions d'autoconsum FV segons la potència instal·lada a Catalunya

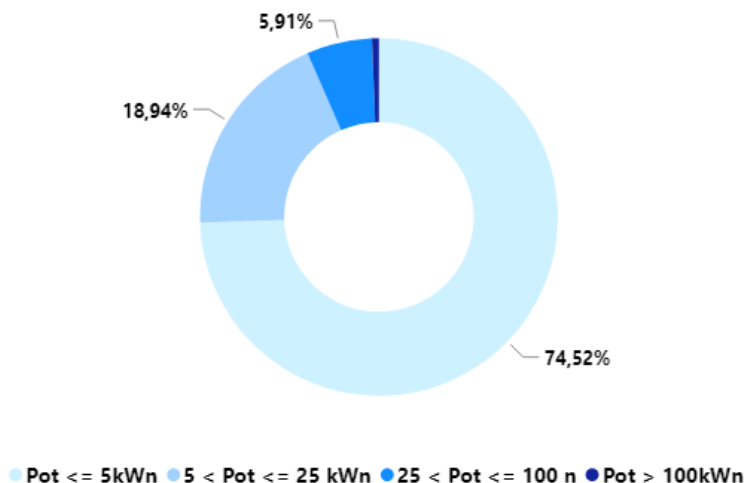


Figura 4.15 - Distribución de las instalaciones de autoconsumo FV según la potencia instalada a Catalunya.

4.3. Estudio del vehiculo eléctrico

4.3.1. Situación Actual

El parque de vehículos eléctricos está experimentando un crecimiento exponencial durante los últimos años en España. A finales del año 2020 la base instalada alcanzó las 114.000 unidades, a las cual podrían sumarse los cerca de 44.000 vehículos eléctricos híbridos enchufables en circulación que no han sido computados en este número. Aun sin estos, los turismos matriculados alcanzan prácticamente la mitad del número de vehículos eléctricos totales que se representan en registro de la DGT. Por otra parte, está creciendo con fuerza también la matriculación de motocicletas y ciclomotores eléctricos, siendo una parte considerable de ellas propiedad de empresas de “*motosharing*”, muy arraigadas en las principales ciudades de España y existiendo un número considerable de empresas competidoras en un mercado fragmentado en proceso de consolidación destacando eCooltra, empresa que cuenta con cerca de 1.8000 motocicletas en Madrid, Coup y Acciona que cuentan con 1.350 y 1.000 motocicletas también en Madrid respectivamente y Yego, que dispone de cerca de 800 motocicletas eléctricas solo en la ciudad de Barcelona (105). Solo en Madrid, existen más de 6.700 motocicletas eléctricas asociadas a empresas de movilidad compartida. Si bien es menos destacable en número, también es importante la presencia de empresas de movilidad eléctrica compartida en turismos teniendo cerca de 850 coches la empresa Car2Go solo en la ciudad de Madrid, formando parte de un nuevo ecosistema y paradigma de movilidad en las ciudades españolas en el cual se pague por el uso del vehículo a demanda. Aun así,

el parque de turismos eléctricos en España es bastante inferior que el de los países desarrollados de Europa, siendo muy inferior incluso que el de países con menor población como pueden ser Holanda y Bélgica. Es destacable el hecho que Noruega fuere el país con un número mayor de turismos eléctricos registrados para el año 20219 con más de 274.000 unidades, valor superior a los cerca de 215.000 que se encuentran en Alemania y Reino Unido, segundo y tercer país europeo en base instalada de turismos. (106)

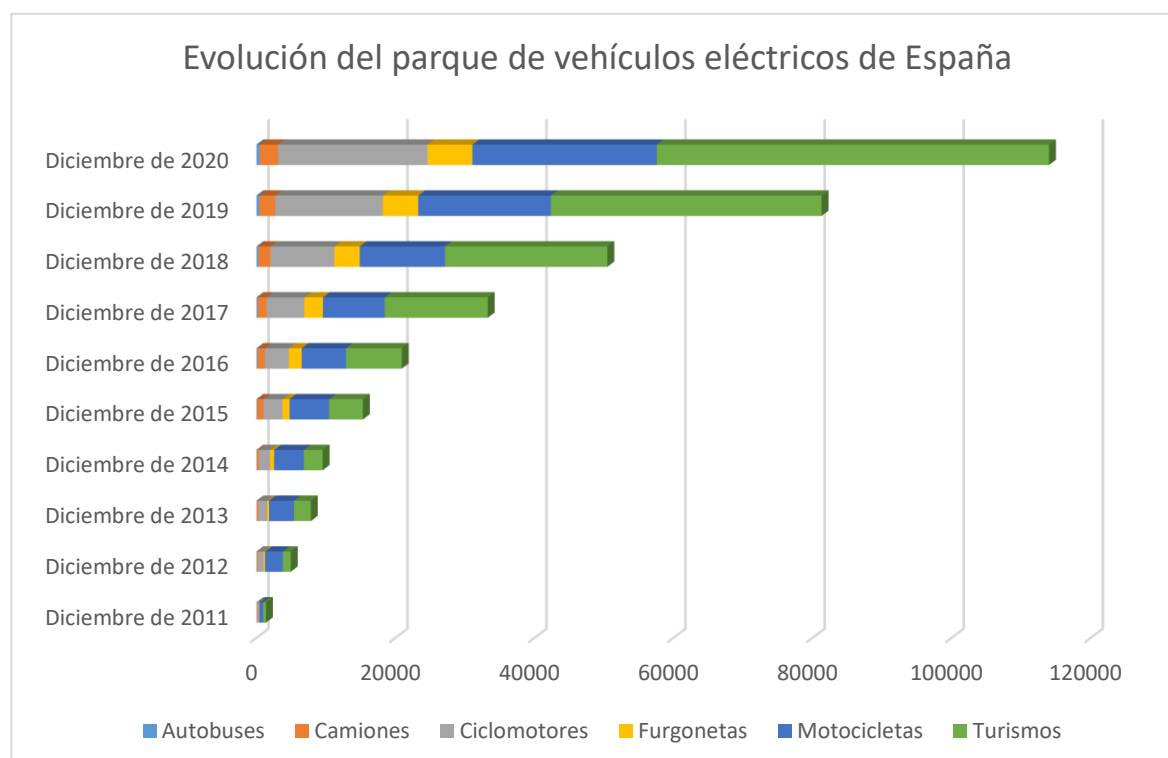


Figura 4.16 - Evolución del parque de vehículos eléctricos en España. Elaboración propia. Fuente: (106)

Desde un punto de análisis del estado de los puntos de recarga públicos disponibles, España está en línea con el número de vehículos del parque instalado de los principales países de Europa. Aun así, es cierto que la extensión de España es mucho mayor que la de países que disponen de una base instalada similar de vehículos eléctricos como Suiza y Austria. (106)

Para impulsar el vehículo eléctrico desde el Gobierno del Estado se ha impulsado en reiteradas ocasiones en Programa de Incentivos a la Movilidad Eficiente y Sostenible (MOVES). Si bien actualmente desde el Instituto de Ahorro y Diversificación de la Energía se ha lanzado durante año el plan MOVES III, la dotación al plan MOVES II fue reforzada en marzo de 2021 con 20 millones de euros para impulsar la implantación de movilidad eficiente y sostenible. Este último plan contaba con un fondo de 1000 millones de euros y fue ampliado con 20 millones adicionales, gestionados estos por

parte de las Comunidades Autónomas. Entre sus actuaciones subvencionables se destaca la adquisición directa o mediante arrendamientos de vehículos eléctricos, la implantación de infraestructura de recarga mediante la compra directa, la implantación de bicicletas eléctricas y la implantación de medidas de movilidad que reduzcan el modelo de conducción fósil. Las ayudas para cada programa son de un máximo de 6.000 euros para la compra de turismos, de entre un 30 % y un 40 % para la instalación de puntos de recarga y un 30 % para los sistemas de préstamos de bicicletas. (107)

El nuevo plan MOVES III, aprobado en el Real Decreto 266/2021 representa un salto adelante y una evolución del plan MOVES II que, aunque de momento coexisten no se puede aplicar a ambas ayudas, con una dotación presupuestaria de 400 millones de euros ampliables. Como el plan MOVES II, la coordinación se realiza por parte del Instituto para el Ahorro de la Energía y es gestionado por las comunidades y ciudades autónomas, que deberán realizar las convocatorias correspondientes en su territorio. Las principales actuaciones subvencionables del plan MOVES III son la adquisición de vehículos eléctricos enchufables (incluyendo vehículos híbridos eléctricos) y de pila de combustible, a excepción de las categorías M2, M3, N2 y N3, y la implantación de infraestructura de recarga de vehículos eléctricos. El reparto del presupuesto se ha realizado a partir del padrón de habitantes de cada comunidad. Las ayudas para la instalación de infraestructura de recarga podrán alcanzar los 5.000 euros para personas físicas y 800.00 euros para comunidades de propietarios, personas físicas y entidades locales. Para personas no profesionales, se subvencionará con un máximo del 70 % (pudiendo contar con un 10 % adicional para municipios menores de 5.000 habitantes) la instalación de infraestructura de recarga. (108)

4.3.2. Tipos de carga

En la actualidad se han estandarizado los tipos de carga del vehículo eléctrico en función de la intensidad, potencia y correspondientemente la velocidad de carga en que se realizan. A medida que la tipología de carga sea más avanzada y los vehículos eléctricos dispongan de una mayor autonomía, y el cargador requiera de más potencia y tolerancia a una mayor intensidad, se deberá de disponer de un equipamiento de calidad superior para poder realizar la carga de forma totalmente segura bajo el estricto cumplimiento de la normativa y las órdenes internacionales.

Se debe tener en cuenta que para la carga del vehículo eléctrico siempre existirá un elemento limitador. La transferencia de intensidad desde la toma al vehículo eléctrica siempre estará limitada por el elemento que permita una menor transferencia de esta. Normalmente la carga estará limitada por la intensidad máxima disponible de la red para no superar el termino de potencia contratada o asignada a la carga del vehículo eléctrico, pero también puede ser que la limitación se encuentre en la

intensidad máxima permitida por la toma schuko, el cargador eléctrico, el cableado que une el vehículo eléctrico con el cargador o el propio vehículo eléctrico. De este modo, se aconseja adecuar en la medida de lo posible el cargador eléctrico a la capacidad de carga efectiva de los vehículos que se quieran cargar y las posibilidades del suministro. La recarga de vehículo eléctrico está normalizada de acuerdo con la norma internacional IEC 61851, existiendo cuatro modos de carga para vehículos eléctricos en función de la seguridad y potencia que dispongan los sistemas de carga.(109)

Si bien existe un modo 1 de recarga, este consiste únicamente en la conexión del vehículo eléctrico (mayoritariamente bicicletas y patinetes eléctricos para este caso) con una toma eléctrica *shucko* doméstica. El hecho que la toma eléctrica no incluya medidas de seguridad específicas para la carga de vehículo eléctrico lo hace desaconsejable, del mismo modo que tampoco dispone de manera alguna de comunicación entre el vehículo y el cargador. Este modo de carga está prohibido por ley en varios países para la recarga de vehículos en Estados Unidos, Israel, Reino Unido y sujeto a restricciones en algunos de los principales países de Europa Alemania, Francia, Italia, Suiza, Dinamarca y Noruega (110). Tampoco es adecuado por el elevado riesgo de sobrecalentamiento al que está sujeta la toma schuko si se hace un uso prolongado a 16 A, corriente máxima permitida para los sistemas monofásicos y trifásicos en modo 1 de acuerdo con la ITC-BT 52.

Consiguientemente, cuando se habla de modos de recarga eléctrica se empieza a hablar a partir del modo 2 también denominado como modo de carga lenta. Este modo está pensado para la recarga doméstica, principalmente en un garaje o en la entrada de una vivienda. En este modo de carga la toma de corriente sigue siendo schuko, pero el cable incorpora un dispositivo de comunicación y supervisión de carga. Si bien la mayoría de las tomas de corriente ubicadas en edificios unifamiliares están instaladas con tomas schuko de 16 A, por normativa el modo de recarga 2 puede realizarse a una alimentación de hasta 32 A. Este modo está aconsejado para vehículos eléctricos pequeños como cuadriciclos, motocicletas o coches híbridos enchufables.

Para la carga de vehículos eléctricos como coches y motocicletas a potencias no elevadas se encuentra el modo de carga 3, el más recomendado para la recarga de coches y motocicletas eléctricos. Este modo de carga exige el uso de un sistema de alimentación específico de vehículo eléctrico que cuente con protecciones de la estación de recarga, el cable de conexión y la base de toma de corriente o el conector. Este modo también está apodado como modo de conexión directa y se realiza en corriente alterna. Los cargadores modo 3 son apodados popularmente como cargadores *Wallbox*. Si bien la guía técnica de aplicación de la ITC-BT 52 no fija una intensidad máxima de carga para este tipo de dispositivos, está viene fijada en función del conector con el cual se realice la carga. Para el conector tipo 1 (SAE J1772) se permite una intensidad máxima de 32 A y para el conector tipo 2 (IEC 62196-2), conocido popularmente como “Mannekes” por ser la primera empresa en comercializarlos, permite cargas de hasta 63 A trifásicos. El cargador tipo 1 cuenta con contactos de fase, neutro, tierra, uno para

la comunicación entre el sistema de alimentación específico de vehículo eléctrico y el vehículo y un dispositivo de bloqueo que impide la desconexión. El cargador tipo 2 incluye dos contactos más para poder realizar la carga con corriente trifásica. El modo de recarga 3 es obligatorio para los puntos de uso público (111).

Finalmente, el modo de recarga 4 es el indicado para aquellos cargadores que funcionan con corriente continua. Los sistemas de almacenamiento de energía funcionan mediante corriente continua para poder ser almacenada, de este modo, el vehículo eléctrico no debe convertir la corriente alterna en corriente continúa. Los cargadores modo 4 son también apodados como cargadores ultrarrápidos si bien son aquellos que pueden realizar la carga a más de 50 kW. Disponen de un elevado coste de inversión, instalación y mantenimiento.

4.3.3. Previsiones de futuro

Es indudable que el vehículo eléctrico está destinado a sustituir aquellos vehículos de combustión, especialmente coches y motocicletas, que conforman la mayor parte del parque de movilidad actual. Son muchos los países que han prohibido o prohibirán la venta de vehículos de combustión encabezados por Noruega, país que ya en 2016 decidió imponer una prohibición en su comercialización de a partir del año 2025. A este hecho hay que sumarle el viraje lento pero firme de las empresas automovilísticas impulsado por la presión de Tesla, la reconocida mundialmente empresa automovilística cuyo valor de mercado supera en creces su capacidad actual de generar ingresos (112). Se destaca también el caso de otras empresas como la escandinava Volvo que se han comprometido a no comercializar vehículos que dispongan de motor de combustión interna a partir del año 2030. (113)

La adopción mayoritaria del vehículo eléctrico, pero no será una realidad hasta una reducción importante del precio de venta de este, poniéndolo al alcance de las clases medias y populares. Este hecho será más importante que la autonomía que pueda tener (teniendo en cuenta que la mayoría de los desplazamientos diarios se realizan para distancias medias que no suponen ningún riesgo de abastecimiento para la autonomía completa de la mayoría de los turismos eléctricos). Por otra parte, desde la asociación ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones) se apunta a una escasa adopción actual de dicha tipología de vehículo por la manca de infraestructura de recarga en el país. Si bien es cierto que los vehículos eléctricos pueden tener una mayor adopción en aquellas poblaciones de segunda o tercera corona metropolitanas de las principales ciudades españolas, donde la renta per cápita puede ser mayor a la media y en que los residentes dispongan de una plaza de aparcamiento donde instalar un cargador eléctrico en una vivienda familiar; aun su adopción es bastante incipiente por los elevados costes iniciales tanto del vehículo como de la instalación de recarga. Se espera pero que durante los próximos años sea en estos lugares donde se aprecie una

mayor adopción del turismo eléctrico y, siguiendo la trayectoria exponencial, para el año 2030 en España pueda haber un parque de vehículos eléctricos de 5 millones de unidades, 3 millones de ellas relativas a turismos de acuerdo con los objetivos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.(114)

4.4. Estudio del almacenamiento de energía

4.4.1. Situación Actual

El almacenamiento de energía eléctrica en el sector residencial está empezando a tomar fuerza en España juntamente con la irrupción del vehículo eléctrico. Si bien últimamente cuando se habla de almacenamiento de energía se hace únicamente hincapié al almacenamiento de energía eléctrico, el almacenamiento energético está ampliamente implementado desde hace años en muchas viviendas de con el uso de termos eléctricos para la obtención de agua caliente sanitaria mediante una resistencia térmica, la hibridación con sistemas de energía solar térmica y/o con la más reciente introducción de las unidades de aerotermia.

Las viviendas, de acuerdo con las demandas tipo que debe hacer frente el sector residencial, son consiguientemente susceptibles de requerir de almacenamiento térmico y eléctrico para garantizar el confort del usuario al mejor precio, en caso del almacenamiento térmico, o a un precio que podría ser próximamente competitivo para las baterías eléctricas.

4.4.1.1. Almacenamiento térmico de energía

El almacenamiento térmico comprende principalmente aquellas instalaciones de acumulación de agua caliente sanitaria que disponen de acumulador. La energía proveniente para calentar el agua puede proveer de un sistema de energía solar térmica o a partir del consumo de electricidad que, mediante una resistencia eléctrica, calienta el agua que se encuentra dentro de este de una manera poco eficiente, pero con un coste razonable para el consumidor a partir de realizar una inversión de bajo coste. Esta segunda solución se aplica principalmente en reforma y/o viviendas antiguas; instalándose por otra parte unidades de aerotermia en la nueva construcción para el cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía. Mientras que la resistencia eléctrica, de acuerdo con las leyes de la termodinámica, nunca podrá transferir íntegramente su energía al fluido (obteniendo consiguientemente un COP inferior a 1) las unidades con bomba de calor pueden llegar a obtener un

COP cercano a 4. Es decir, que por cada unidad de energía eléctrica que usa la máquina térmica esta podrá proporcionar cuatro unidades de energía térmica equivalentes.

Los depósitos de las instalaciones suelen estar ligeramente sobredimensionados respecto las demandas diarias de agua caliente sanitaria que establece el Documento Básico de Ahorro de energía, la normativa regulatoria que, entre otros, regula el almacenamiento térmico. Se establecen para viviendas unifamiliares una demanda de referencia de agua a 60°C de 28 l por persona y día que se escala en función del número de dormitorios que tiene cada vivienda, siendo asociada un número de personas según el número de habitaciones del inmueble obteniendo consiguientemente los valores mínimos diarios para los cuales deberá estar dimensionada la instalación. En caso de disponer de un edificio colectivo o de una instalación centralizada, debería aplicarse también el factor de centralización al valor resultante en el cómputo de la demanda mínima diaria.(115)

También de acuerdo con el punto cuarto relativo a la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria; la nueva construcción y las grandes reformas deberán cumplir con la obtención mínima de un 60 % de su demanda de agua caliente sanitaria, pudiendo ser un 10% adicional en caso de disponer de piscina cubierta climatizada, de energía solar térmica. La normativa permite, pero en caso de no desear realizar la instalación de dicha tecnología, que esta pueda ser sustituida por una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de generación o fuentes de energía residuales que, de acuerdo con el punto quinto, sean inferiores a las emisiones equivalentes de CO₂ de una instalación solar térmica. De acuerdo con los números derivados de los cálculos del Anexo VII de la Directiva 2018/2001 (71) sobre el balance energético de las bombas de calor se consideran bombas de calor (unidades de aerotermia incluidas) que cumplen con la normativa aquellas unidades accionadas por energía térmica que dispongan de un COP superior a 1,15 y para aquellas unidades accionadas con electricidad las que dispongan de un COP superior a 2,5.

Son muchos ya los instaladores y empresas de climatización que recomiendan la hibridación de un sistema fotovoltaico con una unidad aerotérmica. Su principal ventaja es poder consumir aquella energía que de otro caso sería excedentaria. Por consiguiente, sería remunerada a un coste inferior al coste nivelado de la energía y al que debería hacer frente el usuario cuando no exista de producción solar (especialmente en las futuras horas pico y seguramente también valle). La energía excedentaria puede dedicarse también a sistemas de climatización de la vivienda, especialmente en aquellas viviendas que dispongan de sistemas de climatización que tengan un mayor impacto por su forma de transmitir calor sobre el mobiliario de las estancias (suelo radiante eminentemente). Su principal ventaja frente los sistemas que emiten aire caliente es la mayor capacidad de transferencia de energía en el mobiliario, que por sus propiedades termodinámicas pueden absorber una mayor cantidad de energía, frente los sistemas de bomba de calor, radiadores o fan-coil que transmiten la energía al aire que tiene una conductividad térmica menor y consiguientemente una mayor disipación de energía.

Desde un punto del estudio de los consumos finales de energía en el sector residencial, para la generación de agua caliente sanitaria el consumo de electricidad ha experimentado un ligero decrecimiento entre los años 2010 y 2013, disminuyendo de 486 ktep a 456 ktep anuales, manteniéndose prácticamente estable hasta el año 2017 y aumentando hasta 482 ktep en el año 2018. Por otra parte, el consumo de energía de origen térmico renovable ha crecido desde el año 2010 hasta el año 2018 con una media del 8 % interanual, desacelerándose en los últimos años el crecimiento hasta alcanzar los 242 ktep anuales para el año 2018. Este motivo puede venir explicado por el cambio de tendencia en la obra nueva de instalar captadores solares térmicos a instalar aerotermia. Cabe recordar que de acuerdo con la normativa vigente en el documento de ahorro de energía se exige la aportación mínima de un 60%, o al menos un 70 % en caso de disponer de piscina. Este valor puede ser superior en caso de requerirlo la normativa municipal, como es el caso por ejemplo de Sant Cugat (116) donde se exige la obtención de energía de origen renovable en la “ordenanza municipal reguladora de la implantación de sistemas de captación de energía solar para usos térmicos en las edificaciones” de un 65% para instalaciones que cuenten con respaldo de gas natural y un 70% para instalaciones que cuenten con respaldo de electricidad o gas-oleo, además de requerirse un 100% de contribución mínima para piscinas climatizadas exteriores. En otros aspectos donde la normativa municipal puede ser más restrictiva que el CTE es la demanda de agua caliente sanitaria por persona y día, siendo frecuente normativas municipales donde se exige 30 litros por persona y día frente los 28 litros por persona y día del documento básico de ahorro de energía, como es el caso de Sant Cugat del Vallès.

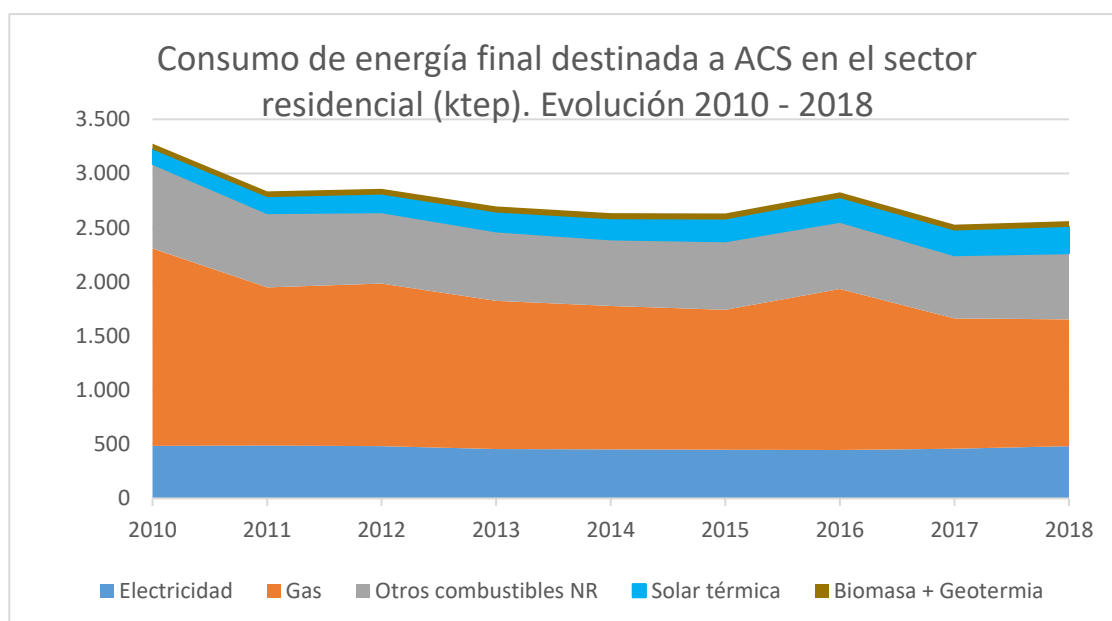


Figura 4.17 – Consumo de energía final destinada a ACS en el sector residencial (ktep). Evolución 2010 – 2018. Elaboración propia. Fuente: (117)

A diferencia de cuando se usan quemadores de gas u otros combustibles fósiles que permiten la obtención instantánea de agua caliente sanitaria, la instalación de un calentador eléctrico instantáneo requeriría elevar sustancialmente la potencia contratada en una vivienda. Si bien la mayoría de viviendas en España tienen una potencia contratada que oscila entre los 3,45 kW y los 5,75 kW (118); la potencia de un calentador instantáneo para una ducha tipo oscila con facilidad de 7 kW a 11 kW para un fregadero, 9 kW para la ducha pudiendo ser superior para bañeras, implicando la contratación mínima de un término de potencia normalizado de 10,35 kW que puede duplicar, incluso triplicar, los costes asociados a los peajes de la energía eléctrica. Por esto motivo, no se suelen instalar calentadores instantáneos eléctricos en las viviendas.

4.4.1.2. Almacenamiento de energía eléctrica

El almacenamiento de energía eléctrica, desde el punto de vista residencial, es un componente indispensable para aquellas viviendas aisladas de la red que no cuenten con sistemas de generación capaces de suplir la demanda eléctrica instantánea (generadores eléctricos accionados por combustibles fósiles). El grueso de su instalación, pero viene impulsado por la creciente demanda del aprovechamiento de los excedentes generados por los equipos de generación eléctricos renovables, principalmente energía solar fotovoltaica. El hecho de poder maximizar el aprovechamiento de la energía producida por la instalación solar permite reducir sustancialmente la factura de la luz mediante ahorrar el valor obtenido entre el precio de venta de red más impuestos respecto el precio de compra de la energía eléctrica excedentaria.

Si bien existen muchos sistemas de almacenamiento de energía, clasificados principalmente en función de la potencia a la cual pueden hacer entrega de la energía almacenada y de su tiempo de descarga, en el sector residencial suelen usarse principalmente baterías electroquímicas. La mayoría de las baterías instaladas en la actualidad son de ion litio, aunque también es destacable la instalación de las de plomo ácido. Las ventajas de las baterías de ion litio respecto las de ácido plomo son un mayor ciclo de vida, con una vida útil media de 3.000 ciclos que pueden alcanzar una profundidad de descarga del 90%, prácticamente el doble de ciclos y un 30% más de profundidad de descarga que las de ácido plomo de media, una mayor densidad energética, una mayor eficiencia en la carga y descarga de la batería que ronda de media el 95%, respecto el 80% de las de ácido plomo y una mayor estabilidad con la temperatura. En contrapartida, las baterías de ácido plomo tienen una mayor capacidad de sobrecarga, pudiendo llegar a trabajar sin un sistema de gestión de la batería. En cambio, todas las baterías de litio requieren de un sistema de gestión de la batería al tener una capacidad muy limitada de sobrecarga, repercutiendo entre otros factores en que la inversión inicial a realizar en una batería de litio sea mayor que en una de ácido plomo. De todos modos, las baterías de ácido plomo requieren

un mayor mantenimiento, especialmente las de plomo inundado, que pueden hacer que el coste a lo largo de la vida de la batería sea superior para una de ácido plomo que una de ion litio. (119)

Las baterías de litio han sido duramente criticadas por ciertos segmentos de la sociedad por el uso de materiales escasos, como el cobalto, por los problemas sociales relacionados con su extracción en el tercer mundo. De hecho, el 75% del procesado de dicho material durante el año 2021 se espera que provenga de la República Democrática del Congo (120). Si bien es presente en todo tipo de material eléctrico, su extracción ha sido motivo para atacar al vehículo eléctrico y sus baterías que eminentemente están hechas de LiCOO_2 . Actualmente, pero grandes cadenas automovilísticas como Tesla o Volkswagen están planteándose usar baterías de litio-hierro-fosfato (LFP) que reduciría la criticidad de la obtención de materiales que se requieren para las hechas con cobalto (121), pudiendo llegar a reducir el precio en más de un 10%. Si bien estas son menos densas que las usadas en vehículos Tesla (baterías níquel cobalto aluminio) estas son más económicas y más sencillas de empaquetar pudiendo reducir precios sin alterar demasiado la autonomía del vehículo.

En Europa en el año 2019 se instaló 745 MWh de almacenamiento eléctrico de energía en viviendas, un 57% más que en el año 2018 y que llegó a impulsar la cifra de almacenamiento de energía eléctrica acumulada desde el año 2013 hasta los 1.997 MWh. El almacenamiento de energía eléctrica es especialmente presente en Alemania con una capacidad instalada anual para 2020 de 496 MWh y para 2018 de 283 MWh, dos terceras partes de la instalación total en el continente. De acuerdo con las estimaciones resultantes del *“European Market Outlook for Residential Battery Storage 2020-2024”* nueve de cada diez de las instalaciones fotovoltaicas residenciales hechas en Alemania en 2019 incorporaron baterías (122), una cifra más optimista respecto otros estudios que lo cifran en un 50 % (123) o un 70 % (124). Para el año 2020 este valor alcanzó la instalación de 88.000 nuevas baterías en el sector residencial llegando a un acumulado de 272.000 (125) según BSW-Solar, equivalentes a una capacidad de 1.950 MWh y una potencia registrada de 1.400 MW. Actualmente, de acuerdo con la Asociación Alemana de Almacenaje de Energía (BVES), son ya más de 300.000 los equipos de almacenamiento de energía eléctrica residencial instalados en el país(126). Las principales baterías instaladas en Alemania, de acuerdo con el informe de Análisis de la industria BVES 2021 - Desarrollo y perspectivas de la Industria de almacenamiento de energía en Alemania, las empresas Sonnen y BYD encabezan la cuota de mercado, con un 22,2% y un 19,3% respectivamente, y seguidas con una cuota de mercado cercana al 10% SENEK, E3/DC, Sonstigue y LG Chem.

Desde hace años también es destacable la presencia de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) como sistemas de almacenamiento. Si bien su uso está enfocado más bien a instalaciones industriales, terciarias y comerciales; cada vez son más las viviendas que incorporan dichas soluciones para asegurar la disponibilidad de suministro de los dispositivos electrónicos del hogar. Si esta solución estaba enfocada con anterioridad a el mantenimiento de servidores y ordenadores con usos profesionales,

son varias ya las empresas que están fomentando la implementación de dichos dispositivos para finalidades relacionadas con el ocio y el *gaming*, siendo claros ejemplos los SAI para *gaming* de APC (127), empresa filial de Schneider Electric, y la nueva gama SPS NET de Salicrú. Los SAI en el sector residencial contemplan un almacenamiento energético comprendido usualmente entre 200 VA y 2 kVA si bien están concebidos para poder suplir cortes breves de suministro.

El hecho de ser, al fin y al cabo, baterías que alimentan cargas en corriente alterna implica que los SAI son dispositivos que cuentan con electrónica de potencia. Por la tipología de carga, al ser consideradas cargas críticas, pero no susceptibles a protuberancias de red, la mayoría de SAI instalados son de clase “offline” cuya función se limita a evitar caídas de alimentación, caídas de tensión, sobretensiones y subtensiones prolongadas y picos de corriente. Esta tipología de SAI es la más sencilla y únicamente implica su funcionamiento durante estas situaciones excepcionales, alimentándose directamente de la red durante el resto de tiempo. En cambio, en caso de disponer un SAI interactivo o un SAI online se corregirá la forma de onda siempre y cuando haya cualquier protuberancia para el SAI interactivo y siempre se corregirá completamente la onda a partir de convertirla de CA a CC y CC a CA para el SAI online, eliminando en este último caso todas las variaciones de frecuencia, presencia de armónicos, microcortes y distorsiones de onda (128).

4.4.2. Previsiones de futuro

Gran parte de los esfuerzos que se dedicarán a la transición energética están encarados a la generación de hidrógeno renovable para usarlo de vector energético. Si bien el hidrógeno está focalizado actualmente para poder substituir los combustibles fósiles de aquellos sectores en los cuales se requiera una gran densidad energética del combustible, como puede ser la aviación, grandes máquinas no conectadas a red o el transporte marítimo, existen diferentes proyectos que están desarrollando sistemas alimentados por hidrógeno para generar electricidad y calor en la vivienda. Un ejemplo de ello es el grupo de investigación del profesor Jordi Renau que pretende realizar un pequeño sistema que consumo hidrógeno verde para cogenerar electricidad y calor en los hogares mediante el desarrollo de una batería de combustible tipo PEM (pila de combustible de membrana de intercambio protónico) de alta temperatura y alimentada por hidrógeno. (129)

Por otra parte, los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), uno de los sistemas más usados en el sector terciario e industrial para asegurar la fiabilidad de suministro de equipos electrónicos, también pretenden jugar un papel importante en la adopción de estas nuevas tecnologías. Los SAI incorporan baterías que pueden ayudar a aprovechar la generación renovable minimizando el consumo, pudiéndose usar también para cargarse durante la noche. El uso de SAIs y su integración con renovables es posible mediante una ligera integración del firmware standard que disponen los

dispositivos. Los SAI están formados eminentemente por baterías de ion litio, descartando las de plomo dado que tienen un menor tiempo de vida dado que trabajan a mayor temperatura. Es importante mencionar también que el uso de una batería de plomo puede incurrir a problemas dado que cuando estas se recargan emiten hidrógeno en el aire, pudiendo explotar a partir de una concentración del 4 % en volumen en aire (130). Por otra parte, también es importante que, en el SAI, al igual que en una batería, se respeten las condiciones de temperatura y humedad. En el caso de ácido plomo estas deben conservarse a hasta 25 grados Celsius, una temperatura inferior a los 30 grados Celsius que requerirá con elevada probabilidad de refrigeración para mantener dicha temperatura (hecho que supondrá un importante consumo energético). Existen empresas como Eaton (131) que están apostando por acuerdos con empresas automovilísticas, como es en su caso Nissan, para usar las baterías de vehículo eléctrico una vez ha bajado del 80% su estado de carga inicial.

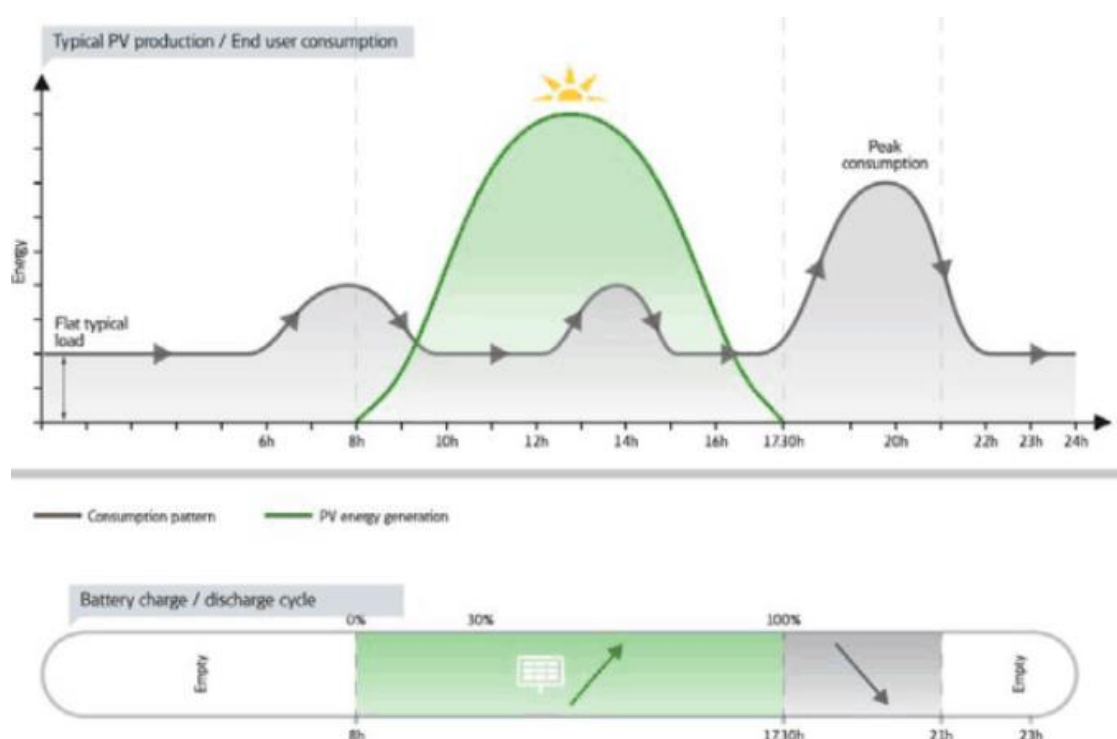


Figura 4.18 - Esquema de carga y descarga de un SAI integrado con producción solar fotovoltaica, supliendo el consumo de las horas del pico de consumo y precio nocturno hasta llegar a la hora valle. Fuente: (131)

Finalmente, se espera la adopción masiva de baterías de ion litio (u otras tecnologías que puedan desarrollarse en el futuro próximo) en vivienda siguiendo la trayectoria iniciada en Alemania en España. Si bien no se ha encontrado estudios que incorporen previsiones de futuro relativos a el almacenamiento de energía residencial (incorporado dentro de la categoría catalogada como almacenamiento detrás del contador), la estrategia de almacenamiento energético del Gobierno de España aprobada este año por el consejo de ministros prevé que el almacenamiento alcance unos 20 GW en el año 2030. El Gobierno de España ha aprobado recientemente una línea de 110 millones,

ampliables a 220 millones de euros, para favorecer la instalación de equipos de almacenamiento detrás del contador (132). De este modo, se espera dar un fuerte impulso a la instalación de equipos de almacenamiento de energía alcanzando los sistemas de batería detrás del contador al menos 400 MW instalados en el año 2030. (133)

4.5. Estudio del generador electrógeno

La energía solar fotovoltaica hibridada con un sistema de baterías es una buena opción para poder proveer de energía a instalaciones aisladas de la red o que no dispongan de una elevada fiabilidad de suministro. Aun así, es probable que haya que sobredimensionar en gran medida las baterías encargadas del almacenamiento de energía, el componente más caro de las instalaciones de dicha tipología que se realizan actualmente, para asegurar la continuidad de suministro. Se recomienda normalmente instalar un sistema de almacenamiento, para proyectos domésticos, que cuente con entre 3 y 5 días de autonomía, incluso un par más de días si se trata de zonas que puedan quedar desprovistas de suficiente irradiación durante un periodo considerable de tiempo. (134)

Para esta tipología de vivienda, además de aquellas que no puedan permitirse indisponibilidades de energía (como por ejemplo algunas que requieran de ascensores, extracción de humos, puerta eléctrica del garaje y/o bombas eléctricas contra incendio principalmente), podría ser de interés la conexión de un sistema de respaldo basado en un grupo electrógeno. El hecho que estos dispositivos requieran de combustibles fósiles para funcionar hace que estos sistemas tengan unos costes variables elevados, a diferencia de la energía solar, además de un claro impacto ambiental siendo sus principales puntos inconvenientes a la hora de contemplar su instalación.

De acuerdo con la empresa ENERCO, que ha sido consultada para este trabajo, el principal modelo de funcionamiento del generador para una instalación solar aislada hibridada con baterías con grupo electrógeno es el respaldo del sistema. En función de la profundidad de descarga que permita la batería, aunque ellos aconsejan a fijar un 30% para todos los modelos, el grupo electrógeno se encargará de proveer energía al hogar y recargar la batería. De este modo, se prevé que el grupo electrógeno trabaje un máximo de 3 horas al día aumentando el nivel de carga de la batería a la par de abastecer todos aquellos consumos que se sucedan de mientras. Para la introducción de un generador a la instalación doméstica se recomienda la realización de una conmutación equivalente al amperaje de los consumos a alimentar en caso de fallo de red, creando un circuito de alimentación de los servicios considerados como esenciales.

Si bien Wiser Energy Center no contempla actualmente compatibilidad con la introducción de un grupo electrógeno en la vivienda para España (a excepción de la solución para Francia), se ha estudiado dicha opción habiéndose descartado. Aun así, se explica dentro del estudio técnico los requisitos relativos que debería cumplir la solución en caso de incorporar un grupo electrógeno.

4.6. Estudio de mercado de Wiser Energy Center

Wiser Energy Center nace a raíz de la necesidad de integrar el autoconsumo fotovoltaico, la carga de vehículo eléctrico, el sistema de almacenamiento de energía, el cuadro general de baja tensión y la domótica de la vivienda en una única solución para avanzar de la vivienda conectada hacia la vivienda sostenible.

El aumento de rentabilidad a lo largo de los últimos años provocado a raíz de la optimización de los dispositivos solares, que han visto reducidos su precio de forma continua pero sustancial durante los últimos años, y el aumento del precio de la tarifa eléctrica son los principales vectores que han impulsado el autoconsumo fotovoltaico en España durante los últimos años. Si se añaden a estos factores los beneficios fiscales relativos a instalar energía solar fotovoltaica en la vivienda la rentabilidad final aumenta para el inversor, pudiendo realizar una inversión de bajo riesgo con un claro retorno económico a mensual en un escenario económico incierto en el cual se encuentra sometida la economía global. Además, la instalación de generación fotovoltaica en una vivienda asegura al usuario un precio fijo de su energía generada que puede aportar estabilidad en las previsiones económicas futuras que pueda realizar el residente.

Por otra parte, el despegue del vehículo eléctrico en España está suponiendo la necesidad de incorporar puntos de recarga en las viviendas de aquellos conductores que hayan hecho el paso hacia la transición ecológica y energética. La carga del vehículo eléctrico requiere de una elevada potencia normalmente para poder transferir la energía durante el tiempo de carga, siendo conscientes que los hábitos de los conductores eléctricos suelen ser semejantes a los del vehículo de combustión (es decir, de cargar el coche una vez se queda sin energía, no recargando de forma diaria la batería). Se espera además que en un futuro la gestión de la energía proveniente de la batería del vehículo eléctrico pueda ayudar a aportar flexibilidad en el sector.

Finalmente, la mayor integración de energías renovables en el sistema eléctrico provocará con una elevada probabilidad la polarización de los precios de la energía en el mercado eléctrico diario: encontrándose valores muy económicos en aquellas horas que la integración de energías renovables sea elevada y precios elevados cuando la producción sea menor. Si bien en un principio no debería

haber disponibilidades, por la resiliencia y planificación energética característica del Sistema Eléctrico Español, la complejidad de la red eléctrica nacional cada vez va a ser mayor. Si bien los precios de la energía, de forma genérica, está previsto que se reduzcan a largo plazo de acuerdo con los precios medios de los futuros de la electricidad a más de cinco años vista, es muy probable que aumenten los costes regulados para poder hacer frente a una mayor integración de renovables por parte de la red eléctrica y para fraguar las próximas subastas a las renovables, además de otros costes asociados que pueden surgir relacionados con la sostenibilidad del sistema. También es de esperar que se reduzca el término fijo de la factura y aumente el término variable para fomentar de este modo los beneficios de la generación distribuida por parte de los prosumidores y las comunidades energéticas.

Las instalaciones relativas a estos tres argumentos principales ocupan una parte considerable de espacio en una vivienda, encontrándose normalmente ubicados en espacios diferentes las protecciones eléctricas y los sistemas de gestión de los tres sistemas además de disponer con elevada probabilidad todos de una aplicación diferente para la gestión de estos tres vectores energéticos de la vivienda del futuro. Con Wiser Energy Center, se pretende unificar el sistema de la vivienda, tanto físico como digital, y brindar el máximo confort al usuario con la unión de la gestión energética con el sistema de gestión del confort.

Si bien es probable que no sea un vector tan importante como los tres anteriores, un cuarto punto fuerte de la solución es la gestión energética en la vivienda. Si bien se ha mencionado anteriormente la intencionalidad de seguir desplazando los costes fijos de los peajes y cargos eléctricos hacia la parte variable de la factura eléctrica y la mayor integración de generación renovable, estos hechos harán que afloren en el mercado soluciones que permitan hacer una gestión de la energía en la vivienda optimizando los consumos para adecuarlos con las horas de producción solar excedentaria o aquellas horas en que el precio de energía sea más económico. También en un futuro a medio plazo es probable que los consumidores, mediante la figura del agregador de la demanda, puedan ser retribuidos a partir de adaptar ligeramente sus hábitos de consumo con las necesidades del mercado eléctrico. Para esto, como se ha comentado con anterioridad, será necesario disponer de conectividad con las principales cargas de la vivienda para poder realizar una gestión coste efectiva.

Desde un punto de vista de instalación, esta solución está enfocada a viviendas que dispongan de un consumo eléctrico considerable, preferentemente plenamente electrificadas, y que cuenten con al menos una de las tres principales cargas eléctricas mencionadas con anterioridad. Aun así, se prevé que la solución de Wiser Energy Center sea modular y se adapte a las necesidades de cada usuario (existiendo, pero soluciones compactas aun). Dado que parte de la solución se basa en incorporar un cuadro eléctrico nuevo que cumpla las sectorizaciones establecidas con el REBT en la vivienda, esta solución está enfocada eminentemente a obra nueva para poder brindar las mejores prestaciones a las viviendas sostenibles y probablemente autosuficientes del futuro.

Su origen viene provocado también en parte por el gran volumen de espacio que ocupan los equipos de mando y protección, además de canalizaciones que podrían ser omitidas al centralizar los componentes, del conjunto de equipos que conforman el ecosistema energético de la vivienda. A partir de Wiser Energy Center se pretende unificar toda la solución bajo un único espacio.

Si bien la oferta actual aún no está terminada de definir ni se ha comunicado al equipo ibérico, se contempla que para el lanzamiento a realizar durante la segunda mitad del año 2021 la solución integre la posibilidad de incorporar todos los sistemas energéticos de la vivienda en un mismo panel, pudiéndose controlar, y realizar la gestión energética de un termo de agua caliente sanitaria, los equipos de climatización y la recarga de vehículo eléctrico. De este modo, mediante la gestión de estas tres cargas, que pueden ser consideradas como cargas principales, se espera poder conseguir un ahorro destacable que justifiquen desde un punto de vista económico su inversión.

Para la redacción de este trabajo solo se ha contado con la información disponible y pública de la solución hasta el día de hoy. Por consiguiente, hay muchos aspectos que pueden diferir de la solución final que salga al mercado. Aspectos como si la solución permite realizar lastre de cargas, como si lo permitirá la solución estadounidense de Wiser Energy Center, el Square D, del mismo modo que otros aspectos son todavía no conocidos. Por este modo, se ha procedido a estudiar dos soluciones semejantes al Energy Center. La primera, el cuadro mencionado con anterioridad de la misma empresa para Estados Unidos y la segunda la oferta de panel eléctrico conectado para España de una de las principales empresas competidoras del sector, Legrand.

4.6.1. Otros modelos de panel eléctrico conectado

4.6.1.1. Square D Energy Center de Schneider Electric

El Square D Energy de Schneider Electric es la solución de cuadro conectado para Norteamérica. Los principales argumentos de venta para dicho producto son la reducción de espacio resultante de una instalación solar y la consiguiente unificación bajo una única aplicación para la monitorización y control de los diferentes ecosistemas digitales de la vivienda (producción solar y otros equipos de generación eléctricos, domótica y monitorización del cuadro eléctrico). De este modo, la digitalización y el control remoto llegan también a las protecciones eléctricas pudiendo los habitantes de la vivienda ser conocedores de forma remota del estado de su instalación eléctrica. (135)

Existen dos gamas de mecanismos conectados compatibles con el panel eléctrico, las Square D X y Square XD, que cuentan con todo tipo de interruptores, temporizadores, tomas de corriente, interruptores reguladores para ventiladores de techo, sensores de humedad, ocupación, iluminación

y de regulación del ventilador y otros dispositivos conectados. De este modo, mediante la interconectividad que permite el sistema Wiser y el Square D Energy Center es posible establecer el orden de lastre de cargas y señalar la necesidad de alimentación crítica del panel. Este hecho permite también eliminar la necesidad de instalar un panel secundario para la alimentación de las cargas críticas. Es importante tener en cuenta que los paneles eléctricos en Estados Unidos difieren en gran medida de los que se instalan en Europa. En dicho país los interruptores automáticos están posicionados en dos columnas de forma horizontal, obteniendo por consiguiente un cuadro eléctrico estrecho y largo. La alimentación en el país se suele realizar a partir de un sistema de fase partida (dos corrientes alternas monofásicas distribuidas en tres cables) o trifásica, combinando las fases ubicando una diferente para cada dos filas de automáticos para procurar equilibrar las fases. Algunos circuitos de iluminación se alimentan también con una única fase. (136)

Uno de sus puntos fuertes de venta es la reducción estimada de tiempo de trabajo del instalador frente a la instalación de los diferentes componentes constructivos que sustituye esta solución. En el video de presentación se estima la reducción de una hora de trabajo del instalador frente un cuadro de luces estadounidense convencional. En este sentido, el sistema está preparado también para facilitar la conexión de sus mecanismos con los inversores centralizados de la empresa Solar Edge, empresa que cuenta con una muy importante cuota de mercado solar residencial estadounidense. Este hecho nos hace entrever que muy posiblemente será posible hibridar la solución Wiser Energy Center española con diferentes tipos de inversores más allá de los de la propia empresa. (137)

4.6.1.2. Legrand Smart Panel

El panel inteligente de la empresa Legrand, multinacional francesa con gran presencia en el sector de material eléctrico y soluciones para el hogar, es una primera apuesta por el desarrollo de un panel inteligente y conectado con la vivienda. La mayoría de los productos conectados para la vivienda de la dicha empresa cuentan con la etiqueta “with Netatmo” siendo esta una empresa especializada en dispositivos conectados para vivienda inteligente. Netatmo fue comprada por Legrand en 2018. (138)

El esquema de funcionamiento propuesto en su video promocional incorpora un contactor conectado, un telerruptor conectado, un módulo de medida conectado, un racionalizador de cargas, un multimetro de energía (cuya referencia no está disponible en la última tarifa de Legrand y no se menciona en el catálogo del panel inteligente) y un módulo *Gateway*. Por consiguiente, se puede apreciar que la estructura de componentes es parecida a la que se pretende adoptar con la solución Wiser Energy, desarrollado en más detallada en el capítulo 5º.



Figura 4.19 - Imagen de los diferentes componentes que conforman el Smart panel de Legrand. Fuente: (139)

La aproximación que se realiza para digitalizar el panel eléctrico y aportarle funcionalidad inteligente es mediante la instalación de un *gateway* que actúa de pasarela entre el router y los productos conectados de Legrand. Los dispositivos conectados, como pueden ser las tomas de corriente inteligentes o los mecanismos inalámbricos, interactúan con los diferentes dispositivos instalados en el cuadro de protecciones mediante Zigbee. Esto incluye también las protecciones eléctricas y sistemas de medida que comunicaran con el gateway, también vía Zigbee. La conexión entre el gateway, la nube y los mecanismos de control remoto como pueden ser el teléfono móvil mediante el uso de la aplicación *Home + Control* de Legrand o un asistente de voz, si bien el sistema es compatible con Apple Home, Alexa o dispositivos de Google, se realizará mediante Wi-Fi de 2,4 GHz. La instalación del gateway no es estrictamente necesaria en el panel eléctrico, pudiendo ser ubicado en otras partes de la vivienda en función de la instalación que se quiera realizar. Se requiere únicamente de la instalación de un dispositivo gateway equivalente a la base de corriente con gateway incluida que usan los sistemas domóticos de la empresa Legrand como la gama de productos Valena Next (140).

El sistema incorpora un módulo de medida conectado que permite la visualización del consumo instantáneo de la vivienda y la acumulación de datos en un histórico que permite la segmentación según carga eléctrica y para diferentes períodos de tiempo. Este dispositivo, como el resto a parte del gateway, si deben ser instalados en el cuadro eléctrico. A partir del módulo de medida se espera poder realizar, mediante control predictivo, evitar superar nunca el término de potencia. Si bien no se especifica en la información publicada hasta la actualidad como se realizará el control (es decir, de que forma valorará el sistema el momento desconexión de las diferentes cargas) si se indica que el orden de desconexión se realizará acorde a las preferencias del usuario, desconectando inicialmente aquellas

no prioritarias de cada momento. En este sentido, el sistema también permitirá la creación de horarios personalizados para la activación de las diferentes cargas (140).

Para el control de las cargas se usan un telerruptor conectado y un contactor conectado. El primero está disponible en 1P+N y puede instalarse sin ninguna protección asociada, ya sea mediante el cambio de un telerruptor anterior o la integración añadida de este. Dicho dispositivo se combina con los interruptores y/o pulsadores de la empresa Legrand con Netatmo para la regulación del sistema de iluminación de la vivienda. Las bombillas u otros sistemas de iluminación se conectan por fase después del contacto del telerruptor, de esta manera existe la conectividad en aquellas estancias cuyos mecanismos no dispongan de tecnología inalámbrica. Por otra parte, se usa el contactor conectado de 1+N también para la gestión de aquellos electrodomésticos de mayor consumo, pudiendo controlar dispositivos eléctricos de hasta 4800 W o motores de hasta 2400 VA. Es importante mencionar que ambos deberán ser asociados a la derivación de la vivienda que se corresponda a los dispositivos de los que se desee realizar una gestión de la energía, siendo ubicados por consiguiente detrás de la protección magnetotérmica. Aunque no se recoja en el catálogo como tal, dicha gestión se recomienda únicamente para el control de aquellos dispositivos que no sufrirán percances por dejar de recibir energía de forma espontánea (termos eléctricos resistivos, vehículos eléctricos, radiadores eléctricos, etc.) La conectividad con las tomas de corriente conectadas, el sistema de regulación de calefacción propio de Legrand, los interruptores de luz y para cortinas y persianas les ofrece, pero mayores posibilidades para el control y sectorización de dichos dispositivos que únicamente mediante la gestión desde el panel (140).

Se podría considerar que, aún ser una opción bastante competitiva al complementar la oferta domótica de Legrand, no es tan completa como la que busca ofrecer Schneider Electric con Wiser Energy Center. Por ejemplo, no se encuentra ninguna envolvente específica asociada al panel en los diferentes catálogos apostando, de este modo, para incidir en la vivienda ya construida y enfocándose en una actualización del panel aprovechando la instalación de tecnología domótica de Legrand. Por otra parte, su oferta está muy centrada en la gestión de la demanda del edificio, pero no contempla actualmente la introducción de los diferentes sistemas de generación o respaldo como pueden ser una instalación solar o un sistema de almacenamiento eléctrico vía batería. Este hecho no resuelve la necesidad de tener que instalar cajas de protección relativas a una instalación solar y de cómo el sistema de gestión de la instalación comunica con el resto del ecosistema digital de la vivienda. Debería realizarse también un análisis más exhaustivo sobre como el dispositivo de medición toma las medidas relativas al consumo con la finalidad de que este no supere la potencia contratada en edificios que dispongan de autoconsumo eléctrico, si bien el sistema podría desconectar cargas sin que hubiera dicha necesidad real debido a un posible energético externo a la red. Además, en la promoción únicamente se habla de monitorización y programación de la energía y los consumos, pero no de una optimización real de estos, siendo claramente un punto fuerte a favor de Wiser Energy Center. Si bien es probable que la

oferta que han lanzado recientemente sea el primer paso de un ecosistema conectado en expansión para una gestión energética integral, prácticamente todas las finalidades que ofrece el sistema en la actualidad podrían realizarse también de forma inalámbrica con Wiser Energy: el sistema de monitorización y gestión energética de Schneider Electric que aún no ha salido al mercado en España pero que también permite la programación de las principales cargas y una visualización completa de los consumos (haciendo de extensión a las propias funcionalidades Wiser).

Todos los componentes se comercializan por separado, pero existe un starter pack que consta de un gateway y un contactor conectado que será necesario para realizar cualquier instalación. El PVP, de acuerdo con la tarifa de la primera mitad del año del pack es de 223,08 € pero es altamente posible que sea superior en cuanto se aplique la tarifa de la segunda mitad del año. Esto se debe, en parte, por el encarecimiento que está experimentando la materia prima en la actualidad por el crecimiento de la demanda relativa a la recuperación de la actividad económica después de la pandemia. A continuación, se presentan el conjunto de referencias y PVP de los productos del panel inteligente de Legrand:

Tabla 4-1 - Precios en la tarifa de la primera mitad de 2021 de los productos que conforman el Smart Panel de Legrand. Fuente: (142)

Referencia	Descripción de la referencia	PVP
412015	Módulo de medida conectado	88,25 €
412170	Telerruptor conectado	95,29 €
412171	Contactador conectado	112,10 €
412181	Módulo Gateway	128,92 €
412191	Starter pack conectado	223,08 €

5. Estudio técnico de Wiser Energy Center

5.1. Cuadro de distribución eléctrica

La Instrucción Técnica Complementaria de Reglamento de Baja Tensión (en adelante ITC-BT) número 25 (141) estipula el cálculo del número de circuitos y características de las instalaciones interiores en viviendas. De acuerdo con dicha normativa, existe un grado de electrificación básico que debe ser cumplido por todas las viviendas de nueva construcción. El hecho que no se aplique de forma retroactiva supone también la existencia de un volumen destacable de viviendas, pudiendo afirmar que es probable que sean mayoría, cuyos equipos de protección eléctrica están desfasados no disponiendo, en algunos de los casos, ni de los circuitos básicos que conforman la vivienda.

La normativa establece la presencia de *“un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A”*, dispositivos de protección contra cargas y cortocircuitos, al menos un interruptor diferencial de sensibilidad máxima de 30 mA e intensidad superior o igual que la del interruptor general y la instalación de un dispositivo de protección contra sobretensiones. El interruptor general también deberá disponer también de un poder de corte de al menos 4,5 kA, de acuerdo con la ITC-BT-17 (142).

Toda vivienda deberá disponer de, al menos, cinco derivaciones básicas de acuerdo con la ITC-BT 25:

- *“C₁: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.*
- *C₂: Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.*
- *C₃: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.*
- *C₄: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.*
- *C₅: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.”* (141)

Para el circuito 4 se procurará realizar 3 derivaciones, una para cada electrodoméstico. En caso de disponer únicamente de estos circuitos se instalará un interruptor general automático de 25 A y un diferencial de 25 A. Por regla general, se suele instalar protecciones automáticas magnetotérmicas de 10 A para C1, 16 A para C2, 25 A para C3, 16 A, 20 A para C4 en caso de no realizarse más de una derivación (si se hace pasaría a ser electrificación elevada al requerir de un segundo diferencial, pero

es frecuente que en nueva construcción el lavavajillas, la lavadora y el termo eléctrico dispongan de magnetotérmicos y circuitos diferentes) y una corriente máxima de 16 A para C5.

Existen también instalaciones que requerirán de un mayor nivel de electrificación dado que deberán incorporar un sistema de recarga de vehículo eléctrico, dispongan de sistemas de climatización eléctricos, se incorporen sistemas domóticos que deban ser debidamente alimentados o la vivienda tenga una superficie considerable. En este caso la potencia para la cual estará preparada la instalación será de 9.200 W equivalentes a 40 A, dispositivos los cuales deberán estar dimensionados como mínimo el interruptor general automático y las protecciones diferenciales. Una instalación de electrificación avanzada contempla la adición de las siguientes derivaciones:

- *“C6: Circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz.*
- *C7: Circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m².*
- *C8: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.*
- *C9: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste*
- *C10: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente*
- *C11: Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.*
- *C12: Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.”(141)*

Las intensidades asociadas al interruptor magnetotérmico de cada circuito suelen ser de 10 A para C6, de 16 A para C7, de 25 A para C8, de 25 A para C9, de 16 A para C10, de 10 A para C11 y de 16 A para C12, sustituyendo en caso de derivarse el circuito 4 el magnetotérmico de 20 A por dos o tres de 16 A (en función de las derivaciones realizadas). El amperaje de cada circuito ha sido contrastado con Raúl Romero, gerente de oferta y producto de protecciones eléctricas en baja tensión de Schneider Electric.

Si bien no se contempla en el apartado anterior, para la carga de vehículo eléctrico en viviendas unifamiliares nuevas con aparcamiento deberá preverse la instalación de una derivación C13 enfocada únicamente a la recarga, además de las canalizaciones y protecciones relativos al punto de recarga. Además, de acuerdo con la ITC-BT-52, deberá instalarse un diferencial único para el equipo de recarga.

A estas derivaciones, debe añadirse una derivación adicional que estará dedicada exclusivamente a la bomba de la piscina, en caso de requerirse. Cada derivación dispondrá de un interruptor magnetotérmico dimensionado acorde a las derivaciones correspondientes. Este será dimensionado acorde a las necesidades de cada instalación.

La ubicación de Wiser Energy Center en vivienda, de acuerdo con la ITC-BT-17, deberá estar instalado junto a la a la puerta de entrada no pudiéndose colocar en otras estancias de la casa. A continuación, se presentan los elementos constructivos que conforman un cuadro general de baja tensión: los dispositivos de mando y protección, su envolvente y los diferentes complementos. No se mencionan los mecanismos que aportaran de funcionalidad inteligente Wiser Energy Center si bien no se han revelado ni pública ni internamente hasta el momento. (142)

5.1.1. Interruptor de control de potencia

El interruptor de control de potencia era un dispositivo instalado anteriormente en España para, desde el interior del cuadro general de baja tensión ubicado dentro de la vivienda, limitar el consumo de potencia a la contratada. Actualmente, dado que dicha función se realiza en el contador inteligente, propiedad en la mayoría de los casos de la compañía eléctrica distribuidora específica de cada región, ha sido descatalogado.

5.1.2. Protección contra sobretensiones

Existen mayoritariamente dos posibles causas relativas a la aparición de sobretensiones en las redes eléctricas (143):

- Causas naturales, mayoritariamente de origen atmosférico. Prácticamente todas ellas están originadas por descargas eléctricas provocadas durante tormentas eléctricas. En el caso de sobretensiones atmosféricas, el impacto de un rayo en líneas de transporte o distribución puede causar una onda de alta tensión que fluya a lo largo de los conductores hasta los equipos conectados. También el efecto del campo magnético resultante de una caída cercana puede trasladarse a través de la red. Pueden existir otros casos donde la caída de un rayo a tierra realice una sobretensión y un aumento en el potencial de la tierra.
- Causas industriales, originadas por el funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos ubicados en la red.

En función de la tipología de la sobretensión presente, se clasifican eminentemente respecto sobretensiones transitorias y permanentes.

- Sobretensiones transitorias: Se producen cuando una sobretensión se superpone a la tensión nominal de la red, es un fenómeno transitorio ultrarrápido medido en kilovatios por

microsegundos. Este tipo de sobretensión genera una gran cantidad de energía que se inyecta a la red provocando el envejecimiento de los equipos o pudiendo llegar incluso a su posible destrucción. En caso de ser origen atmosférico su nivel de tensión puede superar 20 veces la tensión nominal de red. Cuando esta es causada por conmutación (fenómenos causados por el arranque y la interrupción de los equipos de equipos eléctricos de alta potencia) esta puede llegar a alcanzar hasta un número de 5 veces la tensión nominal, afectando en la vida útil de los dispositivos.

- Sobretensión temporal: Ocurre cuando hay un aumento en la tensión de red a frecuencia nominal que puede durar durante varios segundos. Puede sucederse por la exposición de partes conductoras de fase expuestas, a defectos de aislamiento de fase tierra en sistemas con neutro aislado, la rotura del conductor de neutro, la alimentación en 400 V en lugar de 230 V o la rotura de un cable de medio tensión que caiga sobre una línea de baja.

Es interesante mencionar como la sobretensión puede propagarse tanto a través del sistema de suministro eléctrico como del sistema de conexión a tierra.

La protección contra sobretensiones suele presentarse en el sector residencial unida al interruptor general automático de la instalación. De acuerdo con la norma IT-BT-23, relativa a la protección contra sobretensiones transitorias, *“existen 3 tipos de protectores de sobretensiones denominados: Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3”*. (144) La protección tipo 2 es la del tipo general, instalándose siempre y cuando se requiera de protección contra sobretensiones. La protección tipo 1 se instala cuando existe un pararrayos en el edificio o a menos de 50 metros de este, además del tipo 2 conformando la protección de acometida. Finalmente, se añade el tipo 3 para realizar la protección fina de equipos sensibles ubicados a más de 10 metros de la acometida. La protección fina se usa para proteger contra el fenómeno de reflexión de la onda de sobretensión, que puede llegar a duplicar la tensión nominal del equipo. (145)

En la normativa contra sobretensiones juega un papel muy importante la normativa propia de cada empresa distribuidora, la cual cada una tiene la potestad de fijar unos estándares de protección diferentes. Por ejemplo, en las zonas en las cuales Endesa Distribución es la empresa distribuidora se exige la instalación de un equipo de protección contra sobretensiones permanentes y transitorias. En cambio, para aquellas zonas donde Iberdrola Distribución es la empresa encargada hasta el momento únicamente se requiere protección contra sobretensiones transitorias, siendo recomendable pero no obligatoria la protección sobretensiones permanentes (146). Otro factor que influye en la instalación de protección contra sobretensiones permanentes es la obligatoriedad de su instalación en instalaciones generadoras de baja tensión y las instalaciones de recarga de vehículos eléctricos, hecho que se desarrollará en los próximos apartados relativos a dichas integraciones.

5.1.3. Protección diferencial

El interruptor diferencial es el equipo eléctrico encargado de la protección contra derivaciones a tierra. Su esquema de funcionamiento es simple, el sistema compara la intensidad entrante al dispositivo con la que sale. En caso de que no se encuentren fugas, de acuerdo con las leyes de Kirchoff, la intensidad resultante será 0 y no se abrirá la protección diferencial. En el momento en el cual se presente una fuga querrá decir que hay una impedancia añadida entre fase y tierra, haciendo que la corriente que salga del diferencial ya no sea igual a la que entra (147). En caso que esta diferencia sea superior a la sensibilidad del diferencial (situada normalmente entre los 30 mA y los 300 mA) el interruptor actuará aturando la fuga, que podría representar una persona electrocutándose. Los interruptores diferenciales también protegen de electrocución cuando el contacto con una persona con la fase se produzca de forma indirecta. La normativa que rige la protección contra los contactos directos e indirectos es la normativa ITC-BT-24 (148).

Existen diferentes tipos de interruptores diferenciales. Para su elección debe tenerse en cuenta el tipo de carga que deberá controlarse y las posibles perturbaciones de la red. La correcta elección garantizará la protección adecuada frente a defectos de tierra y la continuidad del servicio evitando disparos intempestivos. Como se presentará a continuación, la protección a medida que se va mejorando la clase del interruptor diferencial es acumulada incorporando nuevas prestaciones. A continuación, se muestran las diferentes clases de interruptor diferencial (149):

- Interruptor diferencial tipo AC: Definido según las normas IEC 60755, 61008-1 y 61009-1. Este interruptor detecta y se dispara con valores por defecto de onda senoidal pura de 50 Hz. Está indicado para la protección con cargas lineales como puede ser mecanismos de iluminación, un calentador de agua caliente sanitaria, un horno o otros aparatos de clase II (dispositivos que no requieren de una toma a tierra). (150)
- Interruptor diferencial tipo A: Definido según las normas IEC 60755, 61008-1 y 61009-1. Además de poder detectar y disparar con valores de onda senoidal pura de 50 Hz, es capaz de detectar también valores de forma de onda en corriente continua pulsante. Se requiere para la instalación de mecanismos que contengan rectificadores y/o transformadores como una placa de inducción, inversores fotovoltaicos monofásicos o dispositivos electrónicos de clase I (dispositivos que cuentan con conexión a tierra por un conductor separado).
- Interruptor diferencial tipo F: Definido según las normas IEC 60755, 61008-1, 61009-1 y 62423. Además de las prestaciones del interruptor diferencial clase A está indicado para los defectos de red con frecuencia combinada. Estos se originan mayoritariamente debido a los variadores de velocidad y/o convertidores de frecuencia que acostumbran a incorporar los dispositivos *invertir* como bombas de calor o bombas de elevación. Comercialmente puede considerarse que dicho interruptor puede estar superinmunizado.

- Interruptor diferencial tipo B o B-EV: Definido según las normas IEC 60755, 61008-1, 61009-1 y 62423. Dicho interruptor diferencial incorpora las prestaciones del interruptor diferencial clase F (y por consiguiente del clase A y AC). Indicado para los defectos que pueden producirse en instalaciones trifásicas en las cuáles se presente un puente rectificador de tres ramas. De acuerdo con Juan Alberto Pizarro, responsable de normalización de Schneider Electric, *“estos mecanismos son capaces de proteger frente a defectos provocados por corriente continua alisada de hasta 10 mA superpuesta a la corriente diferencial alterna”*. Estos dispositivos son indicados para motores trifásicos que incorporen variadores de velocidad o para instalaciones que cuenten con un cargador de vehículo eléctrico. Aunque estén indicados para la carga de vehículo eléctrico, la ITC-BT-52 exige un sistema de protección diferencial mínimo de clase A con una sensibilidad mínima de 30 mA y que incorpore un sistema de detección de corriente continua. Desde Schneider Electric, pero se suele ofertar diferenciales tipo B o B-EV en vez de diferenciales A con detección de fuga en corriente continua. (151)

Si bien estos son los niveles de protección normalizados, las principales empresas del sector del material eléctrico han optado para brindar un paso más en las prestaciones de los interruptores diferenciales. La introducción de cargas más complejas en las viviendas debido al incremento de electrónica en ellas ha causado la necesidad de incorporar interruptores diferenciales que puedan ofrecer una protección más eficaz frente la penetración creciente de armónicos y transitorios a la red. Existen dos tipos de interruptores superinmunizados en función de si se usaran cargas únicamente monofásicas o podrá incorporarse alguna carga trifásica como por ejemplo un ascensor:

- Interruptor diferencial superinmunizado clase F-SI: Diseñado para soportar los efectos de una red contaminada de armónicos y transitorios, además de detectar correctamente las diferentes de intensidad aparentes en la entrada y salida provocados por el encendido de varios electrodomésticos a la vez. Este interruptor incluye la protección del interruptor tipo F. Enfocado para electrodomésticos como congeladores o bombas de velocidad variable para piscina.
- Interruptor diferencial superinmunizado clase B-SI: Recomendado especialmente para equipos que incorporen variadores de velocidad trifásicos como ascensores, instalaciones hospitalarias o sistemas de climatización trifásicos.

Al realizar la instalación de Wiser Energy Center con la gama de productos Resi9 se usarán los interruptores diferenciales de dicha gama, disponibles en clase AC y clase F-SI. El calibre de estos variará en función de los dispositivos asociados a cada rama a partir de valorar la suma de las cargas asociadas en el circuito y si estas coincidirán durante su uso, siendo los calibres normalizados para esta solución de 25 A o 40 A. La sensibilidad de los interruptores diferenciales será de 30 mA siendo estos los instalados normalmente en el sector residencial y reservando los de menor sensibilidad

(usualmente 300 mA) para el sector industrial para minimizar así las posibilidades de accionar el interruptor. Este hecho se debe en parte por la obligatoriedad de instalar diferenciales residuales de 30 mA en vivienda de acuerdo con lo establecido en el punto 2.1 de la normativa ITC-BT-25.

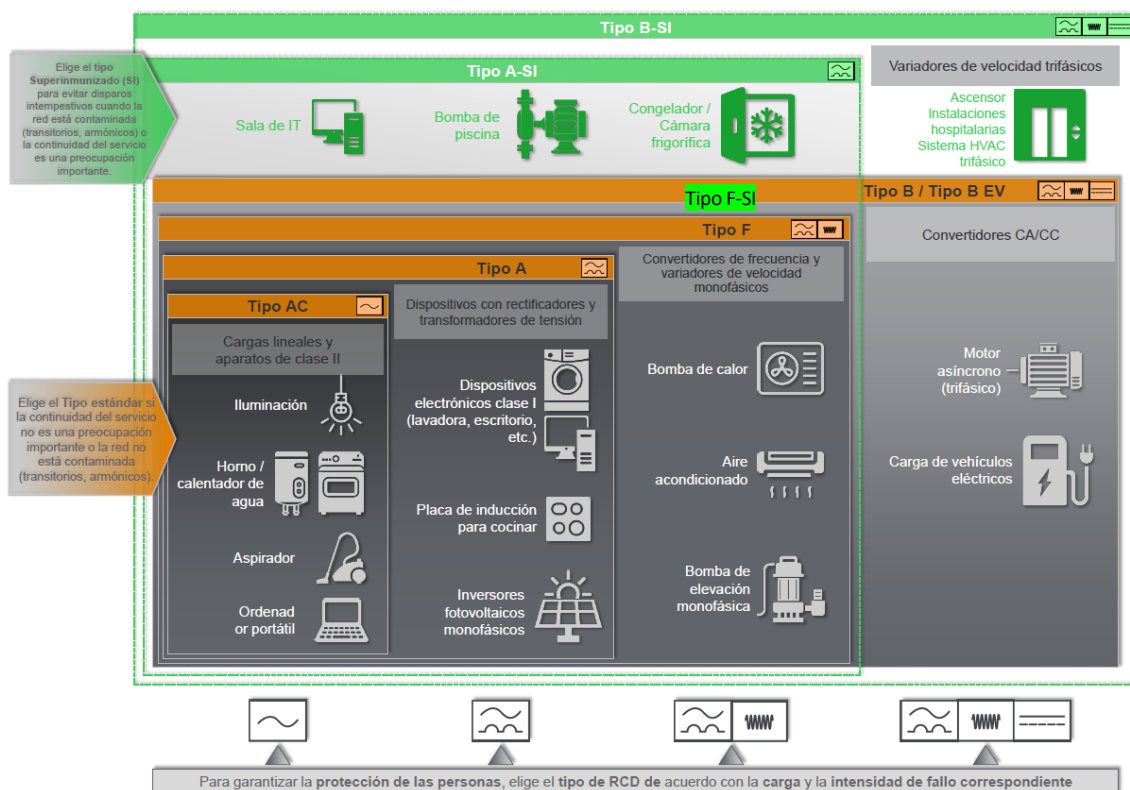


Figura 5.1 - Propiedades de los diferentes interruptores diferenciales y especificaciones. Elaboración y fuente: Raúl Romero.

5.1.4. Protección magnetotérmica y automática

El objetivo del interruptor automático es proteger los conductores y los equipos disparando en caso de intensidad de sobrecarga o de cortocircuito. Además, permite también cerrar, mantener y cortar intensidades también en condiciones normales y en condiciones de sobrecarga y/o cortocircuito. Su principal ventaja frente a los fusibles es que permite el rearme. Las intensidades de sobrecarga y de cortocircuito pueden hacer que los cables se calienten e incluso llegar a provocar incendios, de este modo, los protectores automáticos (también conocidos como interruptores magnetotérmicos) evitan los sobrecalentamientos causados por las sobrecargas debido a su protección contra sobreintensidades. El sistema cuenta también con un sistema de protección magnética contra

cortocircuitos. El interruptor automático debe cumplir con lo establecido en la norma UNE-EN 60898-1:2020 relativa a “*Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas. Parte 1: Interruptores automáticos para funcionamiento en corriente alterna.*” (152) Los parámetros de la protección contra sobrecargas vienen definidos también en la norma IT-BT-22.

El interruptor automático protege las cargas sobre dos tipos de sobrecargas:

- Sobrecarga de sobrecarga: Ubicada entre 1 y 10 veces la intensidad nominal, son causadas por el consumo elevado en un tramo del circuito eléctrico de la vivienda. No están relacionadas con problemas de conexión física como puede ser un defecto a tierra o un cortocircuito.
- Sobrecarga de cortocircuito: Ubicada entre 10 y 1.000 veces la intensidad nominal, está provocada de forma mayoritaria por un defecto o una conexión incorrecta en el circuito eléctrico. En este caso podrían provocarse daños incluso a nivel del cuadro eléctrico. (153)

Para la selección del interruptor automático deberá tenerse en cuenta 3 factores:

- Calibre: Intensidad máxima que un interruptor automático puede dejar pasar sin disparar. El calibre del interruptor automático debe ser ligeramente superior al consumo de carga en condiciones de funcionamiento. Por norma general, los calibres están normalizados estando disponibles para potencias monofásicas para el sector residencial en 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A. Las secciones de cable que se utilizarán de acuerdo con el calibre están normalizadas por la norma IEC 60898-1, habiendo un rango de sección transversal de cable normalizado para cada calibre. Es importante que el calibre del interruptor automático se ubique dentro de los rangos de sección si bien un calibre demasiado grande frente una sección del cableado demasiado pequeña hará que no esté protegido debidamente el sistema. En cambio, si la sección de cableado real es demasiado pequeña frente la adecuada se pueden producir disparos intempestivos dado que el consumo de las cargas puede superar el calibre del interruptor automático.

Para el dimensionado del calibre también es importante saber si la protección automática se ubicará aguas abajo o aguas arriba. En caso de ubicarse aguas abajo, la intensidad deberá ser ligeramente superior a la consumida por la carga a alimentar. En caso de ubicarse aguas arriba la protección deberá ser dimensionado por la suma de los calibres de aguas abajo multiplicado por un coeficiente de entre 0,6 y 0,9.

- Curva de disparo: Los interruptores automáticos están caracterizados por una curva de disparo que relaciona la intensidad y el tiempo. En ella se aprecian normalmente dos franjas diferenciadas. En primer lugar la parte de sobrecarga es donde actúa la protección térmica en la cual el tiempo de disparo se reducirá a medida que aumente la sobrecarga. Esta franja

puede durar aproximadamente de un segundo a varios minutos, expresándose la curva de forma logarítmica en el plano. Si la sobreintensidad se encuentra en esta parte el disparo irá provocado por la unidad de control térmica. En segundo lugar, si la sobreintensidad es varias veces más elevada que la intensidad nominal se disparará la protección magnética con un tiempo de disparo inferior a los 10 ms. La tolerancia del cableado deberá ser siempre superior a las curvas de los interruptores automáticos, siendo estos los elementos limitadores. (154)

•

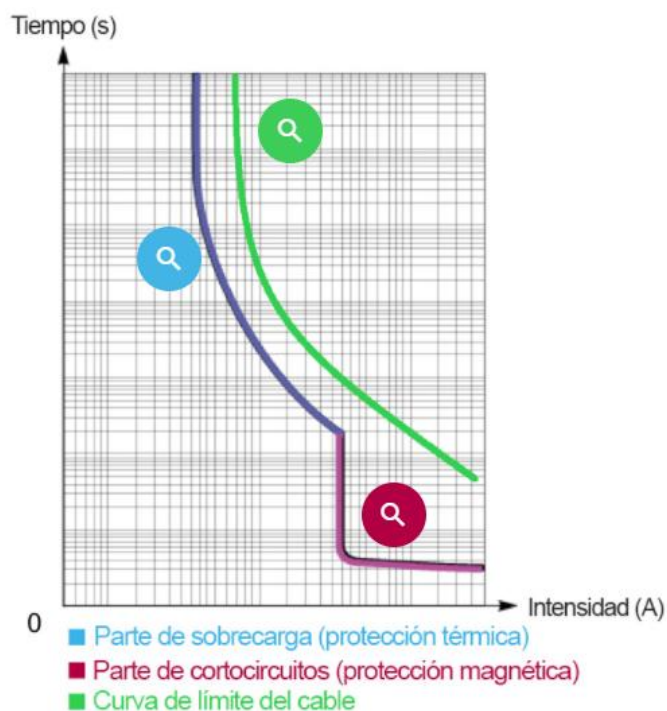


Figura 5.2 – Representación de la curva de disparo de un interruptor automático o magnetotérmico y la curva de límite de cable. Fuente: (154)

Aunque existen más, hay principalmente tres curvas de corte en función del valor de la intensidad nominal en la cual se activará la protección magnética (155):

- Curva B: Indicada para la protección de un generador, máquinas sensibles a sobreintensidades, cables largos y otros dispositivos cuya capacidad de soportar la intensidad de cortocircuito sea baja. De acuerdo con el estándar IEC 60898-1, el umbral magnético se sitúa entre 3 y 5 veces la intensidad nominal.
- Curva C: Indicada para la protección de dispositivos de aplicación general y, por consiguiente, aquellos que se ubican en las instalaciones residenciales. De acuerdo con el estándar IEC 60898-1, el umbral magnético se sitúa entre 5 y 10 veces la intensidad nominal.

- Curva D: Indicada para dispositivos que requieran de una elevada intensidad en el arranque como transformadores y motores. De acuerdo con el estándar IEC 60898-1, el umbral magnético se sitúa entre 10 y 14 veces la intensidad nominal.

Es importante mencionar también que en las curvas se comprende, entre la zona de no disparo y la zona de disparo en los cuáles se disparará la unidad de protección, una zona en la cual es probable que se abra el interruptor automático debido al efecto de las tolerancias.

- Poder de corte: Intensidad máxima de cortocircuito que el interruptor puede interrumpir sin dañarse y sin poner en peligro el entorno. Dicho valor debe ser al menos igual a la intensidad de cortocircuito calculada en el punto en el que se instale el interruptor automático. Si bien en los interruptores automáticos residenciales únicamente se presenta la intensidad de corte nominal definida de acuerdo con la norma IEC 60898-1 (156) (relativa al poder de corte en el sector residencial, que difiere del poder de corte del sector industrial), que suele ser de 6 kA o 3 kA, en los interruptores automáticos enfocados al sector industrial se encuentra también un segundo valor relativo al poder de corte último en cortocircuito de acuerdo con la norma IEC 60947-2. Por último, se menciona también que el poder de corte se disminuirá a medida que el interruptor se encuentre más aguas abajo y haya más distancia y menor sección de cable. Este hecho se menciona dado que el interruptor general automático de una instalación cumple, entre otras, con las funciones de un interruptor magnetotérmico. (156)

Se menciona también que dichos dispositivos, para corrientes monofásicas, existen en la versión dos polos o polo más neutro. La principal diferencia entre ambos es que el sistema polo más neutro únicamente protege el cable de fase mientras que el dos polos protege a ambos. Se instala de forma habitual en vivienda el dispositivo de polo más neutro al tener un precio más reducido y cumplir de igual forma con lo establecido en el REBT. Aun así, existen zonas rurales en el cual la tensión percibida a la vivienda puede no estar debidamente equilibrada se requiere la instalación de dispositivos con protección en los dos polos.

También se destaca el hecho que el interruptor de control de potencia, descatalogado actualmente debido a que los contadores eléctricos inteligentes suplen su función, pero muy presente en los cuadros eléctricos de vivienda ya construida.

En conclusión, de acuerdo con la norma IEC 60898-1, en el sector residencial se instalarán interruptores automáticos para cada derivación del circuito, ajustándose el calibre de estos a la carga que tengan que alimentar, siendo dispositivos con curva de corte C y que cumplan con el estándar IEC 60989-1. En el caso de este proyecto, se habilitará la posibilidad de incorporar en el panel interruptores automáticos de calibres monofásicos de 10 A a 63 A. Las protecciones de la gama Resi9 disponibles para dichos amperajes son de 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A y 40 A. Se instalarán mecanismos de 1P+N, curva C y 6 kA.

5.1.5. Protección de arco eléctrico

La existencia de conexiones defectuosas en la instalación puede inducir a la carbonización del cableado, efecto que comportará un mayor flujo de corriente incrementando las posibilidades de suceder un incendio. A este efecto se le llamará aparición de arco eléctrico. Se estima que la mayor parte de incendios en la vivienda se producen debido a cortocircuitos, seguido de conexiones indebidas entre fases y rayos. Desde un punto de vista con cifras se estima que cada año en Europa se registran 280.000 incendios de origen eléctrico en hogares, sucediéndose en un 80 % en edificios de más de 25 años y iniciándose en un 70 % durante la noche. Algunos puntos de riesgo en los cuales se acostumbra a suceder el arco eléctrico son en tomas de corriente, alargadores y cajas de conexión de uso frecuente, circuitos con cableado envejecido y/o expuesto a exteriores, cables sobrecalentados y cables de alimentación de electrodomésticos mal utilizados. Las protecciones mencionadas anteriormente en este capítulo no resuelven los riesgos de arco eléctrico, motivo por el cual está surgiendo un nuevo mecanismo adecuado para poder reducir y detectar la carbonización del material aislante en cables y conectores. La detección del arco eléctrico es compleja dado que no tiene una única característica distintiva. Este fenómeno provoca una irregularidad de la onda de intensidad afectando a sus periodos creando perturbaciones de alta y baja frecuencia, requiriendo de un equipo que analice en cada momento los valores de tensión e intensidad y tenga capacidad de abrir el circuito en caso de aparición. Si bien este fenómeno es normal en el funcionamiento de diferentes electrodomésticos y equipos, este no debe confundirse de aquellos dispositivos que representen un riesgo para los equipos en malas condiciones.

Existen tres tipos de arco eléctrico (157):

- Arco eléctrico en serie: El arco eléctrico aparece entre fases y ocurre entre dos partes de un mismo conductor. Se considera que puede iniciarse un incendio a partir de una intensidad de 2,5 A a tensión de 230 V para este caso. De acuerdo con la norma IEC 62606, relativa a los requisitos generales para los dispositivos de detección y protección de arco eléctrico, los dispositivos deben dispararse frente este fenómeno en un tiempo máximo de 1 segundo. (158)
- Arco eléctrico en paralelo: El arco eléctrico aparece entre la fase y el neutro de dos conductores diferentes. Este fenómeno suele aparecer debido a un daño presentado en el material aislante. Para este caso el arco eléctrico comienza a 75 A, no siendo un problema por consiguiente para instalaciones residenciales.
- Arco eléctrico de fase a tierra: Dicho tipo de arco eléctrico es un arco eléctrico en paralelo pero que aparece entre fase y tierra. El arco eléctrico aparece en este fenómeno a partir de 5 A,

pudiendo suponer problemas para la instalación de la vivienda. De acuerdo con la norma IEC 62696, el dispositivo de detección de arcos eléctricos debe dispararse en 500 ms.

La instalación de un dispositivo de protección de arco eléctrico debe conectarse en serie con un dispositivo de protección contra cortocircuitos como un interruptor automático o un protector contra sobretensiones. Su instalación está recomendada muy especialmente en alojamientos destinados a dormir (hoteles, residencias, ...), lugares con un riesgo elevado de incendio y lugares con peligro de pérdida de bienes irremplazables.

Si bien actualmente desde Schneider Electric no se dispone de un dispositivo de detección de arco eléctrico enfocado únicamente para el sector residencial, se prevé la incorporación de dicho producto próximamente. Aun así, es probable que este no se instale de forma mayoritaria por motivos de coste y de no obligatoriedad. Desde un punto de vista industrial si se dispone de una protección de arco eléctrico, la protección VAMP, que permite su detección en menos de 7 ms pensado para sistemas de media tensión y baja tensión alimentada a 690 V

5.1.6. Envoltente modular

El cofret modular, o envoltente, de un panel eléctrico se corresponde con el soporte plástico o metálico que contiene y alberga el interior del cableado del cuadro eléctrico. Su principal finalidad es la de proteger la instalación, velando por una correcta vida útil de las protecciones eléctricas y los conexiones, además de garantizar la seguridad de manipulación por parte de los usuarios. Si bien se usan armarios, mayoritariamente metálicos, de distribución en instalaciones industriales o que cuenten con un gran número de derivaciones; en el sector residencial las envoltentes instaladas son plásticas y se empotran o se colocan en superficie a una de las paredes de más cercanas de la puerta principal de la vivienda. La instalación de un cuadro eléctrico empotrado requerirá de hacer un hueco en la pared para poder ser instalados y representan cerca del 85 % de los vendidos anualmente en el sector residencial (de acuerdo con fuentes propias), a diferencia de los de superficie que se instalan encima de la pared. Un ejemplo de instalación en superficie sería la instalación de mecanismos como interruptores o tomas schuko en los cuales se puede ver el envoltente del cableado de alimentación a través de la pared de la instalación. (159)

La ITC-BT-17 exige la instalación de envoltentes que cumplan con *“un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102”* (142). El número 30 en la ITC hace referencia a que el cuadro de luces debe poder hacer frente a la protección contra cuerpos inferiores esféricos de 2,5 mm de diámetro sin que entren en el interior (valor relativo al primer dígito de la norma CEI 60529

sobre los grados de protección) y no es necesario que dispongan de protección frente al agua (segundo dígito). (160)

Dado que la normativa, como se ha mencionado con anterioridad, limita la instalación de cinco interruptores magnetotérmicos por cada interruptor diferencial y considerándose que dichos dispositivos ocupan cada uno un espacio de dos módulos (18 mm por módulo); la mayoría de los envoltorios instalados tienen un espacio 12 módulos por fila. En el sector residencial es frecuente encontrar envoltorios que dispongan 2 o 3 filas, según el grado de electrificación, y dispongan de 12 módulos por fila en función del grado de electrificación. La fila de 12 módulos es de gran utilidad dado que se suele reservar la primera fila para la instalación del interruptor general y la protección combinada contra sobretensiones (que ocupa entre 3 y 5 módulos), permitiendo la instalación de un diferencial y hasta un número máximo de tres interruptores automáticos en la misma fila.

Si bien no se ha notificado hasta el momento el detalle de la gama de envoltorio con el cual se realizará la instalación del panel eléctrico, seguramente se realizará con la gama Pragma 18. Si bien existe una gama para cuadro eléctrico Resi9 MP, este es de 13 módulos y no se corresponde con la arquitectura visualizada hasta el día de hoy.

5.1.7. Otros componentes

Para complementar la parte relativa a las protecciones eléctricas la gama Resi9 es compatible con los peines de conexión de 6, 8, 10 y 12 módulos Acti9 para unir la protección diferencial con hasta un máximo de 5 interruptores de protección automática ubicados aguas abajo. Estos dispositivos permiten una fácil, rápida y segura conexión de los dispositivos minimizando el riesgo de arco eléctrico y el trabajo del instalador.

Por otra parte, podrían añadirse también un dispositivo de control horario (aunque no tendría demasiado sentido dado que el punto clave del Energy Center es poder realizar un control y optimización de las cargas) al cuadro de luces. De esta tipología de protecciones eléctricas y mecanismos se destacan:

- Interruptor minuterio automático: Ideados para evitar los consumos fantasmas, se usan mayoritariamente para el apagado de luminarias y/o cargas no críticas de una zona de paso (pasillos, escaleras, ...) después de un tiempo determinado. Funcionan con temporización regulable para el cierre y/o apertura de un contacto según un tiempo determinado, permitiendo también el encendido y apagado forzado.

- Interruptor analógico diario: Estos dispositivos están principalmente pensados para programar las horas de encendido y apagado de luminarias que siguen un mismo patrón diario. Su funcionamiento está basado en el de un reloj mecánico, estando disponibles sin reserva y con reserva de marcha (disponible en uno o tres módulos). Se instalan mayoritariamente para adaptar las cargas con la rutina de los usuarios o las necesidades del edificio (encender las luminarias a partir de cierta hora y hasta otra determinada, apagar todos los dispositivos durante la jornada laboral, ...)
- Interruptor digital semanal: Son los interruptores recomendados para la programación de las horas de funcionamiento de las grandes cargas del hogar. Permiten redistribuir el consumo eléctrico durante aquellas horas donde el precio de la luz sea más económico, se disponga de producción solar o simplemente así se evite superar el límite de potencia, consiguiendo considerables ahorros a final de mes, evitando cortes de luz y mejorando el confort. Estos dispositivos son completamente digitales, disponibles en uno o dos canales y con un teclado intuitivo.
- Interruptor astronómico: Dispositivos programables que, a partir de la ubicación, son capaces de discernir automáticamente las horas de salida y puesta del sol. Este hecho permite el máximo aprovechamiento de la luz solar natural regulando el tiempo de encendido entre el anochecer y el amanecer. Disponibles en uno o dos canales, son especialmente recomendados para luces exteriores, ya sea en el escaparate de un comercio o en el jardín de casa.
- Interruptor crepuscular: Los interruptores crepusculares disponen de una célula fotoeléctrica para captar el nivel de luz exterior, activándose los dispositivos cuando la luminosidad exterior se encuentre por debajo del nivel fijado por el usuario. El nivel de luminosidad es regulable repercutiendo positivamente en el ahorro y el confort del usuario. Son adecuados para la iluminación de portales de viviendas, escaparates comerciales y otros espacios exteriores.

5.2. Integración con la red de distribución

Antes de iniciarse el siguiente apartado, se menciona en esta memoria que la instalación de enlace, de acuerdo con la ITC-BT-12, también comprende los dispositivos generales de mando y protección de la vivienda (compuesto por el conjunto de componentes relativos al punto anterior). Por consiguiente, la instalación de enlace de la red de distribución a la red interior está comprendida por todos los dispositivos que se encuentran desde el final de la acometida de la red de distribución hasta los dispositivos generales de mando y protección.

De acuerdo con el artículo séptimo, relativo a la garantía de suministro, de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico: *“todos los consumidores tendrán derecho al acceso y conexión a las redes de transporte y*

distribución de energía eléctrica, en el territorio nacional, en los términos establecidos en esta ley y en las condiciones que reglamentariamente se establezcan por el Gobierno” (62). Los consumidores residenciales, por regla general, estarán conectados siempre a la red de distribución eléctrica. Los requisitos generales para la conexión de una vivienda con la red de distribución vienen definidos en las instrucciones técnicas complementarias del reglamento técnico de baja tensión dentro del apartado del conjunto relativo a instalaciones de enlace.

En la ITC-BT-12 se establecen los esquemas de enlace para un usuario (ejemplo de vivienda unifamiliar aislada) y para múltiples usuarios con contadores ubicados de forma centralizada en un lugar (ejemplo de viviendas ubicadas en edificios colectivos), entre otros. En ambos el esquema de funcionamiento se realiza a partir de extraer una acometida de la red, bifurcándose para el segundo caso para cada vivienda. Antes de entrar el cableado al contador de la vivienda, por regla general, se instala un fusible de seguridad (que puede ser simplificado por el fusible del cuadro general de baja tensión cuando el equipo de medida se instale en la caja general de protección, aplicable únicamente para la vivienda individual).

Las cajas de protección de las instalaciones de enlace, de acuerdo con la ITC-BT-13, vendrá fijada por el acuerdo entre la propiedad y la empresa subministradora, comportando por consiguiente que se instalen de forma genérica en el exterior de la vivienda permitiendo un acceso a poder ser libre por su parte. En ellas se instalarán los equipos de medida y protección, pudiendo instalarse ambas por separado, pero centralizándose en una sola prácticamente siempre. Los contadores, de acuerdo con la ITC-BT-16 podrán estar instaladas en módulos, paneles o armarios que deberán ser IP40 Ik 09 para tipo interior o IP43 Ik 09 para tipo exterior. (161)

5.3. Integración con los equipos de generación eléctricos

La normativa que regula las condiciones técnicas de las instalaciones generadoras en baja tensión es la normativa ITC-BT-40. En esta se disocia entre las instalaciones generadoras aisladas, generadoras asistidas e interconectadas. (162)

En caso de que la instalación este considerada de generación aislada (cuando no pueda darse el acoplamiento del generador con la red de distribución) se requerirá de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga de los circuitos de salida del generador. Por norma general, es el principal caso de funcionamiento de un grupo electrógeno, cuyo dispositivo a instalar será un conmutador que permita discernir entre las dos formas de alimentación (la de la red o la del generador). Se instala dicho equipo para evitar el vertido de energía a la red y proteger a la vez el

generador de una contra alimentación (cuando se obtenga la energía de la red) (163). En caso de ubicarse más de un equipo de generación deberá disponerse de un equipo manual o automático para realizar la sincronización de ambos, habiendo algunos equipos como los inversores solares que ya lo incorporan. En caso de instalarse un equipo de generación portátil, como un grupo electrógeno móvil, estos deberían integrar equipos de protección diferencial y automática, recomendándose también la protección contra sobretensiones. Si bien no se mencionan las protecciones a instalar para los generadores fijos en la instrucción técnica, en el reglamento técnico se indica la posibilidad de integrar *“dispositivos tales como interruptor automático, diferencial, dispositivo de detección de aislamiento protección contra tensión fuera de rango, protección contra sobretensiones [...] y protecciones contra choque eléctrico”*. (164)

Por otra parte, las instalaciones generadores asistidas, es decir aquellas en las cuales existe una interconexión con la red de distribución, pero no trabajan en paralelo requiriendo de conmutadores, son eminentemente las instalaciones de autoconsumo sin excedentes que pueden incluir o no equipos de almacenamiento, siendo también de dicha categoría la mayoría de las instalaciones que disponen únicamente de equipo de almacenamiento dado que dicha tipología permite la descarga de la batería a la vez del uso de la red para alimentar las cargas, caso que no se puede realizar en el caso anterior. Dichas instalaciones al no inyectar energía a la red deben incorporar un equipo antivertido (correspondiente al equipo de conmutación) para evitar la inyección de energía de la vivienda a la red. Dichos equipos suelen funcionar mediante conmutación automática a partir de enclavamiento eléctrico. Para estos casos será recomendable la instalación de un equipo de protección contra sobretensiones transitorias. (165)

Finalmente, las instalaciones interconectadas son aquellas que trabajan normalmente en paralelo con la red de distribución. Requerirán obligatoriamente de la obtención de un punto de conexión en la red de distribución independientemente de si son instalaciones de generación renovable para autoconsumo con excedentes o una pequeña instalación de generación para venta a red. Para la instalación de una instalación interconectada se requerirá que la central de generación en baja tensión tenga una potencia nominal total inferior a los 100 kVa para redes trifásicas 3x400/230 V (60 kVA para redes 3x220/127 V) y su potencia sea inferior a la mitad de la capacidad de salida de su centro de transformación. La normativa es más restrictiva para el caso de querer realizar una pequeña central de generación eólica imponiendo que *“la potencia de los generadores no podrá ser superior al 5% de la potencia de cortocircuito en el punto de conexión a la red de distribución”*, de acuerdo con la ITC-BT-40. Los requisitos de calidad de onda variarán en función de la tipología del generador (asíncrono o síncrono) limitando la caída de tensión a un 3 % en los primeros y exigiendo una diferencia porcentual de tensión máxima del ± 8 %, una diferencia de frecuencia del $\pm 0,1$ Hz y una diferencia de fase de $\pm 10^\circ$ para los segundos. Para el caso de una instalación solar la mayoría de los inversores son equipos síncronos, dado que siguen el sincronismo de la red al trabajar ambos de forma interconectada.

Para este tipo de instalaciones, desde un punto de vista de protecciones se requerirá la instalación de un interruptor automático a un punto accesible tanto para la empresa distribuidora de energía eléctrica como el propietario que, a la vez, actuarán sobre el conjunto de protecciones. Su interés radica en velar por la seguridad de suministro, desconectándose dicho interruptor en caso de inestabilidad tanto de la red interna como externa. Se instalará un contacto auxiliar que permita la desconexión del neutro a tierra de la red de distribución para conectarlo con el de la propia generación en el caso de trabajo único del generador asociado. Dicha normativa requiere también de la instalación de un equipo de medida en el punto de frontera que contabilice por separado la energía recibida y la inyectada a la red con sensibilidad al tipo de discriminación horaria establecido. A este contador habrá que añadirle un contador de energía reactiva absorbida por parte del generador, no pudiendo ser el factor de potencia nominal inferior a 0,86 incentivando la instalación de un grupo de condensadores para instalaciones desequilibradas. Las protecciones a instalar relativas a los generadores serán las aplicables a las de todas las ITC, aun así, la ITC-BT 40 establece que como mínimo deberán instalarse protecciones de sobreintensidades, de mínima tensión instantáneos, de máxima tensión instantáneos y de máxima y mínima frecuencia de ± 1 Hz durante 5 períodos.

5.4. Integración del vehículo eléctrico

Los requerimientos mínimos que debe cumplir la integración de equipos de recarga de vehículo eléctrico vienen establecidos de acuerdo con la ITC BT-52. Dicha normativa es aplicable a las instalaciones incluidas en el ámbito de amparo del reglamento electrotécnico para baja tensión, no desarrollando por consiguiente las instalaciones de carga en la vía pública. La carga de vehículo eléctrico en vivienda, de acuerdo con lo establecido en el esquema de funcionamiento 2 de la normativo relativo de una *“instalación individual con un contador principal común para la vivienda y para la estación de recarga”*, debe incorporar un sistema de medida principal de la instalación de recarga que se corresponderá en dicho caso con el contador de la vivienda. Existe la opcionalidad de instalar otro contador secundario en el lugar donde se ubica el contador. Se indica para dicha configuración también la necesidad de instalar un sistema de rearme que realice la función del ICP, protección contra cortocircuitos en el sistema de recarga y en la derivación individual. Otro esquema de funcionamiento aplicable a viviendas unifamiliares es el 4a, relativo a la *“instalación con circuito adicional individual para la recarga del vehículo eléctrico en viviendas unifamiliares y viviendas de propiedad horizontal”*. Dicho esquema incluye la creación del circuito c13 en vivienda nueva y el añadido en viviendas existentes, además de una revisión de la instalación existente. Para instalaciones monofásicas únicamente se podrá instalar una estación de recarga por circuito limitados a una potencia máxima de 9.200 W para evitar desequilibrios en la red (40 A). En caso de ubicarse una

instalación de recarga en una vivienda con alimentación trifásica, estas deberán ser instaladas con la finalidad de repartir el corriente de las tres fases de la forma más equilibrada. Finalmente, la caída de tensión máxima admisible en el circuito de recarga deberá ser como máximo del 5% y el cableado de la instalación deberá disponer de una sección mínima de 2,5 mm² y su instalación no es compatible en el espacio con baterías que emitan gases durante la carga, no pudiéndose ubicar baterías de plomo en el mismo espacio que el cargador de vehículo eléctrico.

Desde un punto de vista de alimentación, esta se realizará a partir de una red de distribución de 230/400 V para los modos de carga 1, 2 y 3, siendo de aplicación los mismos límites de tensión que para una instalación solar de 1.000 V en corriente alterna y 1.500 V en corriente continua para el modo 4 (aunque este no se aplicará en una vivienda por cuestiones de limitación de potencia). La estación de carga estará conectada mediante el sistema TN-S, usando un conductor de protección separado en toda la distribución y no utilizando, por consiguiente, la tierra como conductor para un correcto funcionamiento del equipo diferencial (166).

Finalmente, desde un punto de vista de protección se deberá cumplir con lo establecido en la ITC-BT-24 relativo a contactos directos indirectos. Se requiere obligatoriamente la instalación de un conductor de protección y una toma de tierra. Se deberá incorporar protección diferencial máxima de 30 mA que podrá formar parte de la instalación o incorporarse en el interior de la estación de recarga. Como mínimo dichos dispositivos deberán ser de clase A y disponer de un sistema de detección de corriente diferencial continua y, en caso de estar ubicados en la vía pública, deberán incorporar un equipo de rearme automático (167). En caso de no disponer de dicho dispositivo de detección, se requerirá la instalación de un dispositivo tipo B. Para la protección contra sobretensiones deberá instalarse un dispositivo de protección contra sobrecargas con curva C, dimensionado de acuerdo con la ITC-BT-22. Para el caso de modos 1 y 2 de carga la intensidad asignada deberá ser máxima de 10 A, aunque se podrá utilizar una intensidad de 16 A siempre que la base quede protegida por un interruptor automático acorde a las condiciones de funcionamiento. Las medidas de protección contra sobretensiones deberán estar diseñados para una máxima sobretensión entre fase y neutro hasta 440 V, siendo instalados preferentemente en el cuadro principal de mando o protección o lo más cerca posible del origen, ubicándose la protección transitoria y permanente de forma coordinada (mediante los dispositivos de la gama combi, por ejemplo).

En caso que la instalación de recarga, y el cuadro eléctrico, esté integrado en el interior el grado de protección contra cuerpos sólidos como mínimo deberá ser de IP4X para exteriores y IP5X para interiores. Para la protección contra penetración del agua esta deberá ser como mínimo IPX4.

Para cumplir los requisitos de la instrucción básica técnica se instalará un equipo de protección tipo B-EV de 2P y de 40 A de calibre para habilitar la instalación para la puesta en marcha de un cargador

Wallbox para el modo de carga 3. Para la protección magnetotérmica se instalará un dispositivo Resi9 curva C 6 kA 40 A y 30 mA.

5.5. Wiser Energy

Si bien no se dispone de información relativa al funcionamiento de Wiser Energy Center, es muy probable que este tenga las prestaciones del actual sistema de gestión Wiser Energy y un seguido de enriquecidos aun por concertar. Wiser Energy forma parte del ecosistema de gestión inteligente y sostenible enfocado a la vivienda de Schneider Electric. Si bien sus funcionalidades aún no se comercializan en España, se espera que próximamente salga al mercado juntamente con Wiser Energy Center. Si bien las funcionalidades de Wiser Energy varían en función del país en el que se comercialice, de forma genérica permite la monitorización y control remoto de los principales consumos de la vivienda a partir de la misma base tecnológica que conforma Wiser.

Algunos de los complementos específicos de la solución Wiser Energy estandarizados a nivel mundial son los *PowerTags Energy*. Estos están disponibles para alimentaciones monofásicas y trifásicas y son dispositivos que se colocan en las protecciones magnetotérmicas, diferenciales o en el IGA siempre y cuando sean compatibles con la instalación. Su finalidad es poder realizar una medición en tiempo real de los consumos y/o la entrega de energía por parte de la instalación de autoconsumo, por ejemplo. Estos dispositivos pueden integrarse en la parte superior o inferior de la protección eléctrica mediante la conexión con un conector dentado. En caso de estar las protecciones unidades mediante un peine dentado por la parte superior, los *Power Tag* se conectarán por la parte inferior. Los *Power Tag Energy* ofrecen la posibilidad en la actualidad de mandar alarmas al superar una sobrecarga del 50 % y el 80 % en el circuito, además de notificar la pérdida de tensión en los bornes.

Para el control de las cargas es imprescindible, de acuerdo con la tipología Wiser Energy actual, incorporar el *PowerTag Control IO* que tendrá capacidad para ejecutar las órdenes recibidas del Cloud vía gateway del sistema. Si bien su referencia no está creada para España, pudiendo por consiguiente variar el dispositivo y/o el funcionamiento de la solución para la versión en el estado, el producto mundial que se corresponde con la referencia permite la conectividad con los diferentes PowerTag Acti9, los relativos a la gama profesional de protecciones de Schneider Electric enfocada a la medición de energía asociada a una sectorización, y el módulo Wiser (no especificándose la compatibilidad con el nuevo módulo gateway de Wiser relativo del nuevo lanzamiento de la evolución de la oferta en España hecha pública el 9 de junio de 2021). Se entiendo por consiguiente que el *Power Tag Control* puede operar cargas de forma remota a partir de un contactor o un relé pulsional a partir de las ordenes efectuadas vía gateway. (168)

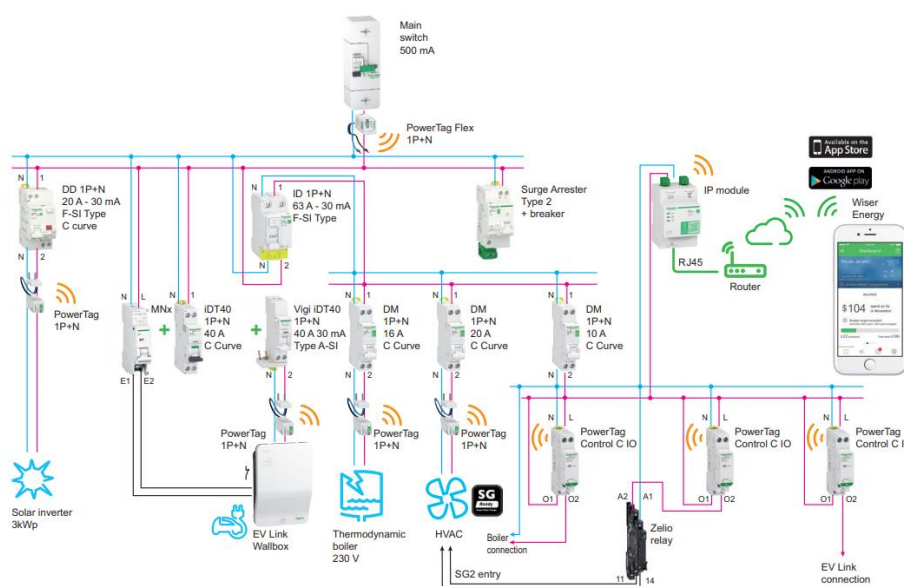


Figura 5.3 - Propuesta de esquema de instalación de un sistema de Wisser Energy. (169)

Como en el sistema Wisser será necesario la introducción de un enrutador. Para la solución Wisser Energy global este módulo es específico de la solución Energy, encontrándose obligatoriamente en el panel eléctrico y difiriendo del gateway que se usa para la solución doméstica. Aun así, es altamente probable que mediante el nuevo módulo de Wisser se pueda controlar ambas soluciones. Actualmente el módulo IP permite la comunicación con hasta un número máximo de 5 *PowerTag Control IO* y/o 20 dispositivos. Los dispositivos físicos de la vivienda estarán conectados mediante Zigbee y a partir del módulo IP se comunicarán con el software de gestión ubicado en la nube vía internet, que comunicará con los dispositivos de gestión y monitoreo relativos a la aplicación *Wisser by SE*. (169) Aunque no se refleje en el siguiente esquema de conexión, los dispositivos también pueden comunicar mediante una toma de corriente conectada con el sistema de gestión vía Zigbee.

Otros dispositivos de la solución Wisser Energy que no aparecen reflejados en el esquema anterior son Wisser Link (170), un dispositivo permite la monitorización de cinco consumos mediante la conexión del dispositivo con cada sectorización asociada, y Wisser Link Control, una protección eléctrica que incorpora las funcionalidades de pulso y alarma para complementar el módulo de control en caso de querer realizar acciones más concretas como presentar alarmas en caso de una caída de tensión al usuario entre otros (171). Es destacable la comercialización de esta solución en Australia bajo el nombre de la empresa Clipsal, nombre con el cual opera Schneider Electric en el país.

En la interfaz de la aplicación de Wisser Energy para Europa se contempla como en la pantalla principal se ubican datos climatológicos de la localización del inmueble, un resumen del informe de las alarmas

de control del sistema (relativas de la parte Wiser más enfocada a la domótica como pueden ser puertas exteriores abiertas o filtraciones de agua) y el ahorro conseguido en la factura eléctrica (dado que el caso de ejemplo de facturación es francés que muestra la aplicación, se muestran los valores acorde a su tarificación). El sistema Wiser Energy integra también el computo de la tarificación de la energía, indicando los valores económicos de la compensación excedentaria, el coste de la energía proveniente de la red y la energía autoconsumida. En la pestaña de control de la demo se presentan tres cargas plausibles de controlar de forma remota mediante programación: la carga de un vehículo eléctrico, el termo de agua caliente sanitaria y la iluminación exterior. El sistema permite la optimización de dichas cargas de forma automática, consumiendo los excedentes solares, realizar una programación estacional o programar la producción de forma diaria. Finalmente se despliega también un menú con los sistemas de alarma disponibles para cada mecanismo o sistema conectado. (172)

5.6. Estructura de la solución Energy Center

A continuación, se hace una previsión de la estructura que puede tener la solución final de Wiser Energy Center a partir del panel conectado presentado en la feria CES 2021 en formato virtual. La presentación fue realizada por parte de Anne Sophie Moresco, *Future Offer Marketing Leader Home & Distribution*, y Anne-Sophie Hajjar, *Global eCommerce VP Home & Distribution* y, aunque no se muestra la solución definitiva, es muy probable que esta sea parecida a la expuesta en el video. (173)

En la presentación se muestra un panel eléctrico compuesto de 3 cofrets modulares separados. Por el número de módulos disponibles y la estética de cada panel se aprecia que este es un panel de la gama Pragma 18, una gama superior a la Resi9 MP. Aun así, que la solución en España se realice mediante dicha gama de panel de control no puede descartarse del todo. La oferta está constituida de tres paneles modular, ordenados y expuestos de forma vertical, teniendo cada uno una función diferente. En el panel superior se encuentran todos los mecanismos relativos de la gestión energética de la vivienda. En la primera fila, se encuentran las protecciones eléctricas y conmutadores relativos a los diferentes sistemas de alimentación eléctrica del hogar, de izquierda a derecha se muestran los interruptores relativos a la integración de una instalación fotovoltaica, un sistema de almacenamiento y finalmente con la red eléctrica. A la izquierda del todo se aprecia, dentro del espacio reservado a la solución solar, un pequeño módulo negro. Este módulo se corresponde con el gateway de conexión del sistema inversor de una instalación solar residencial de una empresa diferente a Schneider Electric. Para la adaptación a España del panel expuesto inspirado en las protecciones francesas, es probable que no se contemple la protección relativa a la conexión con la red eléctrica pudiendo haber sido establecida en el dibujo para el caso en el cual se añada un grupo electrógeno (no habiendo sido instaurado, pero este en el dibujo). También se tendrá que ver como se termina de ajustar el

interruptor automático instalado en el sistema de almacenamiento, no siendo un elemento presente en algunas instalaciones híbridas.

En la segunda fila se encuentra el gateway de Wiser además de diferentes *Power Tags*. Finalmente se encuentra en la tercera fila las principales cargas eléctricas a regular mediante la instalación de más *Power Tags*, estos seguramente, pero enfocados al control. En ella se encuentra el sistema de climatización, un termo de agua caliente sanitaria y la carga de vehículo eléctrico. Es probable que para la versión en España se dispongan de cuatro módulos de protecciones (dos para la protección automática y dos para la protección diferencial), además de los que se requieran de los *Power Tags* y otros mecanismos que puedan instalarse.

Seguidamente, en la segunda envolvente modular se encuentra un espacio reservado para integrar el inversor solar. De este modo, mediante la centralización de todos los dispositivos eléctricos en un solo espacio, se pretende ahorrar espacio y centralizar toda la instalación en un solo lugar. Un posible inconveniente de este sistema, pero es que de acuerdo con el Reglamento Básico Electrotécnico el panel deberá ir instalado al lado de la puerta de entrada, pudiendo resultar antiestético a la vista de algunos clientes el hecho de tener instalado un cuadro de mando y protección de dicha envergadura.

Finalmente, en el tercer cofret modular se ubican las protecciones eléctricas de la vivienda. Las que se muestran en la imagen no se corresponden con las que se usan en España. Por consiguiente, de forma mayoritaria se instalarán un número de 12 módulos por fila (un interruptor diferencial y cinco interruptores automáticos) como máximo de acuerdo con el REBT.

A continuación, se han realizado un siguiente de ofertas paquetizadas correspondientes con el tercer cofret modular de lo que podrían ser electrificaciones recurrentes de vivienda y que, por consiguiente, podrían dar una idea del precio de Wiser Energy



Figura 5.4 - Diseño preliminar de Wiser Energy Center presentado en la feria CES2021. Fuente: (175)

Center además de, al ser ofertas que podrían ser comercializadas de forma premontada, ahorrar en los costes asociados de la contratación de una empresa cuadrada para la elaboración del panel eléctrico de la vivienda.

5.6.1. Wiser Energy Center para una electrificación avanzada básica

Inicialmente, se descarta la posibilidad de elaborar un Wiser Energy Center para una electrificación básica. El hecho que la instalación este limitada a las sectorizaciones que fija el REBT en las cuales se excluyen los sistemas de climatización, automatización o el circuito de la secadora hacen que la instalación de Wiser Energy Center, en una vivienda cuya único interés podría ser prácticamente el control de un termo de agua caliente sanitaria y para una obra con la finalidad de rehabilitar un inmueble (dado que debería incorporar de al menos un sistema de aportación renovable que no podría ser de aerotermia, porque entonces se requeriría de un circuito adicional) hace que se descarte de entrada la solución para una electrificación básica. Por consiguiente, se realiza una electrificación para una vivienda avanzada, con la potencia mínima de diseño del IGA y de las protecciones diferenciales de 40 A. Para ello se consideran los productos de la gama Resi 9 y el envolvente Pragma 18.

Se considera un circuito de iluminación C1, con un amperaje de 10 A, un circuito C2, para tomas eléctricas de 16 A cada una, un circuito C3 para las cargas de la cocina de 25 A, tres circuitos C4 en los cuales se reparte en tres ramas separadas el termo eléctrico de agua caliente, la lavadora y el lavavajillas en sectorizaciones de 16 A cada una y un circuito C5 pensado para alimentar las bases de los cuartos de baño y la cocina con un amperaje de 16 A. Seguidamente, para realizar la electrificación avanzada se instala un circuito adicional C6 equivalente a un circuito C1 de 10 A y otro circuito C7 equivalente a un tipo C2 de 16 A. Esto se hace para poder abarcar más tomas y puntos de luz respectivamente. Se contempla también la instalación de un circuito C8 para la instalación de una bomba de calor o unidad aerotérmica con un amperaje de 25 A, un circuito C10 independiente para la instalación de una secadora con un amperaje de 16 A, un circuito adicional C11 para la alimentación de los sistemas de automatización de la vivienda (el sistema de alimentación del gateway Wiser integrado en la vivienda) con un amperaje de 10 A.

Para cubrir la protección diferencial de la instalación deben instalarse 3 interruptores diferenciales para cubrir las 12 protecciones automáticas, dado que no se pueden superar los 5 interruptores magnetotérmicos por diferencial. De acuerdo con las especificaciones de las cargas que tendrán cada toma, el circuito C3 debería ser protegido mediante un diferencial mínimo tipo A (no disponible para gama Resi9), del mismo modo que los circuitos C10 de la secadora y los subcircuitos C4 para lavadora y lavavajillas. Para los circuitos C9, en caso de disponer de dispositivos invertir como aerotermia o la bomba de calor, el circuito C10 encarado a secadoras (con bomba de calor las nuevas) y para el circuito

relativo a la bomba de piscina se recomienda el diferencial F-SI. Para el resto de los circuitos asociados a consumos, con la instalación de un interruptor diferencial tipo AC será suficiente, con la excepción del vehículo eléctrico pero que no se contempla para este caso.

Por consiguiente, se encuentran en la vivienda un circuito que requiere de tipo F-SI y 3 que requieren de protección diferencial como mínimo tipo A. Por este motivo, se decide instalar un interruptor diferencial tipo F-SI para proteger los 5 circuitos anteriores y otros dos del tipo AC, todos de 40 A de acuerdo con el REBT que exige que su amperaje sea no inferior al del IGA.

Respecto a otros componentes, el cuadro general de baja tensión ubicado en el tercer cofre modular requerirá de dos peines de conexiones de 12 módulos y uno de 6 módulos. También se instalará un Combi SPU de 40 A de 3 módulos para la protección contra sobretensiones permanentes, transitorias e IGA. La envolvente seleccionada para la instalación será un Pragma 18 de 3 filas con puerta blanca plena, para brindar una protección IP 40 y el acabado estético de la solución.

El PVP de toda la solución, sin contar con los aspectos relacionados con la conectividad con Wiser, sus sistemas de gestión, las protecciones y la comunicación con la generación solar, el almacenamiento de energía y la recarga de vehículo eléctrico asciende a 1.098,6 € de precio de venta al público en caso de comprarse el material descrito anteriormente por separado. De ahora en adelante, se supondrá un descuento del 80 % en caso de realizar una compra agrupada de los componentes que conforman el panel eléctrico al comprar una solución Wiser Energy Center. De este modo, el precio aproximado del material para el panel relativo a la vivienda es de 219,72 €. En este precio no se consideran el coste de los conectores monoconexión, los cubredientes de los peines, la obra de mano del cuadrista para la confección del cuadro eléctrico ni el impuesto sobre el valor añadido. Aunque en este apartado no se adjunta el precio desglosado de la solución, este puede realizarse fácilmente a partir del uso de la calculadora que se formula en el apartado 6 de forma simple y automática.

5.6.2. Wiser Energy Center para una electrificación avanzada superior

Para la consecución de la siguiente electrificación se ha considerado la introducción de una piscina exterior para la vivienda. Este hecho supone directamente la introducción de un circuito adicional para la alimentación de la bomba y otro para la iluminación. Este hecho deriva en parte de la ITC-BT-22 y la ITC-BT-30 que obligan la *“instalación de un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en un local mojado”* en el primer documento y establecen las salas de máquinas de piscinas como potencial *“local mojado o húmedo”* en el segundo. Se opta para un interruptor magnetotérmico de 25 A que deberá estar conectado a un diferencial tipo F-SI para la bomba de la piscina, considerándose una bomba de dimensiones medias altas. Además, se establece

una derivación adicional del circuito C1 para posibles luminarias en la piscina y la región circundante donde haya sido instalada, entiéndese que se instala en exterior. Por otra parte, se añade un circuito adicional C8 para un sistema de calefacción que podría ser, por ejemplo, de suelo radiante o para la alimentación de radiadores eléctricos. Estos dispositivos al ser resistencias eléctricas requerirán de protección diferencial clase AC. Finalmente, se añade un circuito C1 adicional relativo a la automatización de las persianas y se mantiene el resto de las sectorizaciones eléctricas anteriores.

Por consiguiente, se obtendrá un valor total de 17 interruptores magnetotérmicos. Todos los circuitos añadidos se corresponden con un interruptor diferencial tipo AC, excepto la bomba de la piscina que se corresponde con un tipo F-SI. Este hecho aumenta hasta un número de 2 las cargas que requieren de protección F-SI y otras 4 que requieren de protección A (instalándose por consiguiente protección F-SI). Por este motivo, se decide instalar 2 interruptores diferenciales tipo F-SI y otros dos del tipo AC. Para conectar los 42 módulos totales resultantes que se requieren se utilizan 3 peines de 12 módulos y uno de 6 módulos. Se agruparán la bomba de la piscina y la unidad aerotérmica bajo la misma unidad de protección F-SI, el resto de los circuitos tipificados como clase A se asociaran juntamente con el circuito C11, relativo a la automatización, al otro diferencial F-SI. Finalmente se unirán las otras sectorizaciones procurando preservar la ordenación original que marca el RBT, es decir, empezando por C1, C2 y hasta llegar al último circuito relativo a AC. Si bien se podría incorporar dicho cuadro en un Pragma 18 de 3 filas, se opta por uno de 4 filas para dar un acabado estético superior.

Desde un punto de vista de precio, aplicando las condiciones de la proforma anterior, el precio del material con la condición de descuento del 80 % asciende hasta 326,95 €. En caso de no aplicarse este sería de 1634.73 €. Aun así, faltarían computar aspectos mencionados en las conclusiones de la solución anterior, pero aclarar que es frecuente el establecimiento de condiciones económicas ventajosas cuando se realiza la compra agrupada de productos.

5.6.3. Protecciones eléctricas para los recursos energéticos locales

Si bien no se introducen en el panel eléctrico inferior, dado que se decide aportar mayor claridad al usuario de la ubicación de las cargas de cada consumo, son necesarias la instalación de protecciones eléctricas en la instalación solar fotovoltaica. Estas requieren de protección contra sobretensiones permanentes y transitorias, que se corresponde con el IGA de la instalación, y de protección automática y diferencial para la parte de corriente alterna. Estas protecciones se ubicarán con toda probabilidad en la parte superior de la instalación, seleccionándose un interruptor automático acorde la potencia pico instalada. De acuerdo con el reglamento, se seleccionará un interruptor magnetotérmico cuya intensidad de corte sea al menos un 20 % superior a la tensión de los paneles en el punto de máxima intensidad. Esta se realizará teniendo en cuenta las eficiencias del panel y la

tensión de salida a 230 V. Por otra parte, el interruptor diferencial tendrá el mismo amperaje que el de la instalación y se recomienda que sea de tipo A, como mínimo, curva C, 4,5 kA mínimos de poder de corte y. Por consiguiente, para la instalación de Wiser Energy Center se usará un diferencial Resi 9 F-SI de 40 A para la instalación solar (siendo mayor en caso que la vivienda tuviera un IGA de mayor amperaje), estando limitada la generación de la instalación solar a una intensidad máxima inferior a dicho valor para evitar desconexiones. Por parte de las protecciones de continua, si bien esas no está claro que se ubiquen en el cuadro superior de Wiser Energy Center, si bien suelen ir ubicadas antes del inversor, se procede a instalar un interruptor contra sobretensiones en corriente continua en la entrada de cada inversor. Desde la empresa se dispone de dos interruptores contra sobretensiones solares de 600 V y 1.000 V en corriente continua, utilizándose prácticamente siempre que se use la solución solar de Schneider el interruptor de 600 V por la configuración intrínseca de la asociación de paneles derivada de las características de sus reguladores de potencia e inversores, este hecho se verá reflejado y justificado en la calculadora. Estos interruptores contra sobretensiones forman parte de la gama Acti9 IPRD40r y tienen un poder de corte de 40 kA. Por otra parte, se colocarán para una correcta protección eléctrica fusibles o interruptores automáticos adecuados a la protección eléctrica para cada rama de paneles solares, para la conexión entre los seguidores de máxima potencia y el inversor regulador y también en la conexión entre el inversor regulador y la batería, siendo las protecciones usadas de forma habitual en las instalaciones acopladas en corriente continua como las que utilizan inversores híbridos. Si bien desde Schneider Electric no se dispone de fusibles, si que se dispone de una gama de protecciones automáticas en corriente continua, la CH60-DC. Se instalará una protección, dimensionada de acorde con su amperaje, en la conexión con la batería. (174) (175) .

Para la integración de vehículo eléctrico es obligatoria también la instalación de un protector de sobretensiones permanentes y transitorias, que se corresponderá con el dispositivo Combi SPU de 40 A que realiza a la vez la función de IGA. Por otra parte, se instalará el interruptor diferencial Tipo B-EV de la gama Acti9 iID de 2 polos para una instalación monofásica. Dicho dispositivo cumple con la sensibilidad adecuada de 30 mA para el sector residencial y se escoge el dispositivo de 40 A, como los de la vivienda. Finalmente, se incorporará también un interruptor automático de la misma potencia de la gama Resi9 con poder de corte de 6 kA, curva C y 40 A para permitir que no haya saltos no deseados cuando el interruptor cargue a plena potencia a 32 A, sobredimensionando ligeramente el interruptor automático. Se menciona pero que este interruptor en caso de disponer de una instalación de carga de modo 2 podría reducirse.

6. Calculadora de Wiser Energy Center

6.1. Introducción

Para este proyecto se ha desarrollado una calculadora cuya finalidad es, a partir de la introducción de diferente información relativa a los consumos y la tipología de vivienda del cliente, poder retornar una aproximación al diseño del Wiser Energy Center y una instalación solar que cuente con los productos de Schneider Electric en el centro, además de otros productos complementarios que la propia empresa no comercialice como es el caso de paneles solares. Además, la calculadora retornará los beneficios fiscales a los que podrían adherirse según la ubicación donde se quiera realizar la instalación y los posibles retornos de inversión.

Las calculadoras son herramientas usadas ampliamente para simular los costes y retornos resultantes de diferentes productos y están especialmente instauradas en el sector solar y de la climatización. Es usual también que incluyan un listado de productos a instalar que puede o no ofrecerse al cliente pero que será disponible para el instalador. De este modo, se pueden realizar previsiones del material que se usará para la realización de la obra.

6.1.1. Ejemplos de calculadoras solares y retorno de inversión

La mayoría de las calculadoras que han sido usadas de ejemplo para la elaboración de este trabajo contemplaban, únicamente, el dimensionamiento de una instalación solar.

Se destaca como en la mayoría de las calculadoras solares estudiadas se dimensiona la instalación a partir de marcar sobre un mapa la superficie disponible de tejado de la vivienda e indicando, posteriormente, la inclinación de este de forma manual. Este hecho puede servir tanto para limitar la instalación de paneles solares a la superficie aproximada real disponible del tejado, a ajustar la radiación solar incidente para cada inclinación deseada de techo (contemplando quizá también la instalación de estructuras para el mayor aprovechamiento solar), la obtención de la radiación solar mensual y/o quizá poder calcular el impacto de sombras en el techo por parte de edificios vecinos, aunque no se considera como demasiado viable esta última.

Por otra parte, es habitual requerir el valor medio de la factura de la electricidad a la vez que puede ser complementada con la potencia contratada del inmueble. De todos modos, estos valores pueden

inducir a ligeros errores, especialmente si no se tiene dimensionada de forma adecuada la potencia contratada por parte del inmueble. Aun así, todas estas consideraciones son de interés para comprender el funcionamiento de una calculadora solar. A continuación, se comentan de forma más exhaustiva algunas de las calculadoras con la cual se ha comparado la elaborada.

6.1.1.1. Repsol Solify

Solify es el nombre que engloba la oferta de Repsol en España para aquellos consumidores que deseen realizar una instalación solar en su vivienda y, disponer a la vez, del suministro de energía contratada en la empresa petrolífera. De acuerdo con el portal web sus tarifas están enfocadas a toda tipología y dimensión de edificios. (176)

Para el dimensionado de la instalación el portal requiere al usuario la dirección del inmueble en el cual va a querer realizar la instalación solar. Seguidamente, el portal web muestra la dirección de la vivienda con un plano superpuesto que representa la radiación incidente, en esta capa se requiere del dibujo aproximado de la superficie relativa al disponible del inmueble para la instalación solar. Realizado este paso, la solución retorna el potencial fotovoltaico relativo a la energía generable para una vivienda en un año y la superficie de tejado que podría albergar paneles solares (descartando las regiones con sombras de forma automática). Después de este paso la calculadora pide en franjas (de 25 € para consumidores residenciales y 100 € para empresariales) el gasto mensual medio de la vivienda e indicar en qué momento del día, discriminando entre mañana, tarde y noche, se realiza la mayor parte de los consumos.

Finalmente, la calculadora retorna al usuario el número de paneles solares a instalar, la potencia pico de la instalación, el porcentaje de generación de energía solar respecto el consumo total, el porcentaje de energía producida que va a ser auto consumida, el precio financiado estimado mensual y el ahorro estimado para 1 año. Al querer vender también una tarifa no regulada la página web calcula el ahorro con la tarifa horaria “Solify Plus” el cual establece un precio fijo para la compensación de excedentes de 0,05€/kWh. La calculadora también retorna la marca de los principales componentes con los que sería realizada la instalación: módulos JA Solar monocristalinos de 340 W, inversor Fronius o de calidad similar y estructura Schletter.

6.1.1.2. Stemy Energy

Stemy Energy es una Start-Up creada con la finalidad de reducir la factura eléctrica y las emisiones de los consumidores mediante el uso de inteligencia artificial y la participación de los mercados de flexibilidad mediante la gestión de la demanda en tiempo real. Cuentan con varias soluciones, pero se destaca en este caso la monitorización mediante su programa SPLORDER. El software tiene la capacidad de analizar las condiciones ambientales, los recursos energéticos disponibles, la demanda interna y el estado de los mercados de la electricidad. (177)

Si bien no se ha podido obtener resultados por un error del programa (178), la calculadora de Stemy Energy presenta una de las aproximaciones más completas relativas a la simulación del escenario de la vivienda. Se requiere la introducción obligatoria de la ubicación del edificio sobre un mapa, su tipología (oficina, hotel y residencial discerniendo posteriormente entre una casa adosada, un piso, un ático) y la superficie útil. Esta información puede ser complementada con la introducción de la clase de eficiencia energética del inmueble y si se realizan estadas prolongadas vacacionales en el cual el usuario no estará en el inmueble. Seguidamente el usuario debe introducir su término de potencia normalizado, la tipología de su tarifa eléctrica, los pagos por separado de sus últimos dos meses y discernir entre tres perfiles de consumo: uno centrado en la noche, el otro el día y uno estable a lo largo del día. Finalmente, la calculadora demanda de la selección de las tecnologías usadas en el edificio para la obtención de ACS y clima, además de preguntar por los electrodomésticos de la cocina y si se dispone de piscina climatizada y ascensor. Finalmente, también permite la introducción de información relativa a si la vivienda dispone de vehículo eléctrico, generación fotovoltaica y/o batería.

6.1.1.3. Contigo Energía – Ikea

Contigo Energía es la empresa que ha escogido Ikea en España para la llevar a cabo la instalación e implementación territorial de su solución solar llamada Solstråle (179). Cuenta con una red de instaladores propios y empresas asociadas.

La calculadora requiere inicialmente de la definición del edificio en cuestión según su tipología (edificio unifamiliar, piso o pyme). Requiere también de la ubicación de la vivienda para poder delimitar el techo en propiedad, aunque a diferencia de la página Solify no dispone de la radiación superpuesta. Aun así, la calculadora requiere de la definición manual de la orientación del tejado de la inmueble y de su inclinación, ofreciendo varias opciones relativas a las posiciones y graduaciones numéricas ya introducidas. Finalmente, demanda del valor mensual del coste total de la factura en un margen de 25 euros, el régimen de tenencia de la vivienda según si es en propiedad o alquiler y el término en el cual se quiere realizar la instalación. (180)

El programa retorna al usuario dos propuestas dependiendo de la calidad de los productos a usar. La diferencia de precios entre ambas soluciones es de cerca de un 18% de media, de acuerdo con lo establecido en la página web de Ikea, y se debe en gran parte a que ambas soluciones solares usan paneles fotovoltaicos diferentes. Los paneles Solstråle que comercializa Ikea tiene una potencia de 340 V respecto los paneles Solstråle Plus de 390 V que disponen de una eficiencia superior al 10 % respecto la opción básica. Los inversores con los cuales se realiza la solución son de las empresas Solax o SolarEdge y la solución cuenta con una garantía de electricidad producida de 5 años y de mínimo de 10 años para los componentes. (179)

6.1.1.4. Sotysolar

Sotysolar es una empresa asturiana conocida ampliamente en el sector fotovoltaico residencial por los bajos precios que suele ofrecer en sus ofertas, siendo inferiores normalmente a la media del mercado 1,2 €/W que osciló entre 0,9 €/W y 1,45 €/W según sus datos para el año 2019. La empresa también dispone de un plan financiero para pagar la instalación solar en una vivienda mediante un pago mensual sin entrada. (181)

La calculadora solar de la empresa pide inicialmente la tipología del edificio (unifamiliar, comunidad y negocio), si se trata de una vivienda habitual o no y si se trata de obra nueva o no. Seguidamente se pregunta por la superficie de la vivienda (ofreciendo 4 opciones: entre 50 y 100 m², entre 100 y 200 m², más de 200 m² y “no lo sé”), las plantas de esta que tiene la vivienda (1, 2 o más) y la inclinación en la cual se instalarían las placas que ofrece los 4 puntos cardinales y una opción en caso de no saber la orientación. Desde el punto de vista de suministro eléctrico el usuario debe introducir el valor medio de su factura eléctrica de forma numérica y señalar la tipología del suministro (monofásico o trifásico). Una vez seleccionada esta pestaña, se requiere de la selección de la potencia contratada y la ubicación de la vivienda. (182)

La calculadora retorna al correo del usuario un informe detallado en el cual consta el precio de la instalación al contado y a partir del pago de una cuota mensual. Desde un punto de vista técnico la instalación retorna también el número de paneles a instalar, la producción eléctrica anual resultante, el ahorro anual estimado y el ahorro en emisiones de CO₂. El informe también retorna los componentes de la instalación: paneles solares LONGI monocristalinos de 445 W, inversor y equipo de medición de corriente bidireccional Huawei, la estructura de aluminio para los paneles fotovoltaicos y el resto de la instalación eléctrica (no detallándose empresas para estas dos últimas opciones). Si bien el precio que se muestra en el informe es muy competitivo, se menciona que no incluye los costes asociados al alquiler de grúa o plataforma elevadora. El informe además presenta el esquema de monitorización de Huawei y otros datos publicitarios. De forma complementaria al informe recibido, la persona

interesada recibe una llamada del equipo comercial de la empresa al cabo de unos días para el proceso de venta guiada.

6.1.1.5. Svea Solar

Svea Solar es la empresa líder en Suecia relativa a la instalación de sistemas solares. Esta ópera también en España, Países Bajos, Bélgica y Alemania siendo instalador de la solución solar de IKEA en estos países con la excepción de España. La empresa, además de paneles solares, instala cargadores de vehículo eléctrico y sistemas de almacenamiento eléctrico. (183)

La calculadora solar de SVEA requiere de la dirección de la vivienda del cliente para poder seleccionar el área en la cual se ubicarían los paneles solares. Seguidamente, la calculadora demanda una aproximación a la inclinación de la cubierta (cubierta plana de 0° a 15°, cubierta inclinada de 15° a 30° y más de 30°) y una estimación de la media de energía mensual consumida. A partir de aquí, la calculadora solar retorna ya el precio de la solución en función del panel solar que se desee instalar: el Essential de 370 W y una densidad energética de 202 W/m², el Design de 360 W y una densidad energética de 198 W/m² y el Pro de 400 W y una densidad energética de 218 W/m². El incremento medio de precios entre la solución Essential y Design es del 9% y del 70% entre la solución Essential y Pro. La calculadora muestra también en el apartado de elección el ahorro anual estimado de realizar la instalación solar y esta es prácticamente igual para las tres soluciones. (184)

6.2. Metodología

Se ha realizado una herramienta de dimensionado de cargas, consumo, generación solar y almacenamiento eléctrico mediante el software Excel. El usuario deberá introducir la provincia donde se ubica el inmueble y el número de habitaciones que tiene, pudiendo ser este un número entero entre 1 y 6, ubicándose el consumo de aquellas viviendas que dispongan de un número mayor de habitaciones en las viviendas de 6 habitaciones. A partir de la ubicación el sistema clasifica la provincia en función de su zona climática en el primer y último estudio SPAHOUSEC que contempla también los consumos eléctricos (185). Si bien estos datos van a ser necesarios para definir los consumos relativos a la iluminación, la climatización y la demanda de agua caliente sanitaria, a todos los inmuebles se les computaran también los consumos asociados de al menos una lavadora, una secadora, una nevera, un microondas, un horno, un ordenador, un televisor y un móvil. Además, el usuario deberá seleccionar el tipo de tecnología encargada de la obtención de agua caliente sanitaria y la climatización, además de indicar si en su vivienda dispone de vehículo eléctrico asociado, una cocina eléctrica, piscina, lavavajillas y la tipología de su cocina y vehículos o vehículos eléctricos. Para el estudio se realiza una

aproximación a un consumo optimizado mediante Wiser Energy Center a partir de variar los parámetros horarios de funcionamiento de obtención de ACS y los sistemas de climatización. Si bien el uso del Solver habría podido ser una buena opción para simular dichos perfiles, el programa no lo permite por contener demasiada información en el archivo con el que se trabaja. Aun así, no se considera un inconveniente en el proceso de diseño dado que la funcionalidad de la herramienta es poder aportar una idea aproximada de los valores resultantes de la instalación.

Actualmente se está realizando una nueva fase de recopilación de datos de consumo energético de los hogares para la realización del tercer estudio SPAHOUSEC (186) (el segundo era únicamente para el estudio del consumo de gas natural en viviendas individuales). En el primer estudio se segmentaron los consumos de la vivienda en función de tres zonas climáticas distinguidas correspondientes a la zona mediterránea, la zona continental y la zona atlántica. Si bien para la elaboración de este proyecto únicamente se utilizará dicha segmentación para el apartado de climatización, se instala el parámetro también para futuras ampliaciones y actualizaciones del vigente proyecto que puedan realizarse de forma posterior para un aproximado más acurado de los perfiles de carga de los electrodomésticos, por ejemplo.

Se muestran en el Anexo B las provincias en función de su zona climática, marcándose en azul la provincia cuya temperatura ambiental media anual se acerca más al promedio de los datos obtenidos para cada región climática y que, por consiguiente, será la usada como la ubicación de referencia para el estudio comparativo.

Una vez obtenidos una estimación de los consumos diarios para cada estación y carga se prosigue a realizar en paralelo la modelización del cuadro eléctrico de la vivienda, manteniendo la arquitectura eléctrica interior con la que con toda probabilidad estará construida cuyos circuitos serán equivalentes a los ofrecidos por Wiser Energy Center. La calculadora de la solución devolverá el amperaje y la clase del protector de sobretensiones permanentes y transitorias combinado con el interruptor general, el número de interruptores diferenciales y su sensibilidad, un interruptor diferencial clase B-EV para el caso en el cual se instale vehículo eléctrico y el amperaje y número de los interruptores automáticos. Dichos dispositivos, a excepción del interruptor diferencial de la gama Acti9 iID y los cuadros de protecciones Pragma 18, son de la gama Resi9.

Por otra parte, la instalación solar se modeliza a partir del método de dimensionado de una instalación solar híbrida aprendido en la asignatura de Energías Renovables (187) . Para ello se consideran los consumos mensuales de la vivienda y las horas solares pico. Se modeliza para el consumo medio mensual anual y respecto el mes de mayor radiación, para reducir la producción de energía excedentaria. La instalación se simula contemplando los tres inversores y tres seguidores de máxima potencia (MPPT) de la empresa Schneider Electric enfocados a soluciones híbridas residenciales que trabajan a 48 V DC y baterías Premium LVS en bloques de 4 kW de la empresa BYD. Se consideran en

él pérdidas de energía por conexionado, por la conversión de energía en la batería y relativas al inversor regulador. Dado que las instalaciones, aunque cuenten con almacenamiento no se aislaran de la red, se consideran los días de auto descarga equivalentes a la energía solar consumida durante las franjas pico de la noche de la nueva tarificación eléctrica. Para la obtención del número de paneles se considera la demanda requerida de carga eléctrica diaria entre la impedancia, el rendimiento y las horas solares picos. La instalación modelizada es la misma para los casos en los cuales se instale o no un equipo de almacenamiento de energía, realizándose la instalación mediante el acoplamiento de la generación solar en corriente continua.

Para la simulación del funcionamiento de la batería se considera un ciclo de descarga entre las 18 horas y las 5 de la mañana, realizando el grueso de la descarga durante aquellas cargas en que se consume durante la tarde noche, pudiendo alcanzar la profundidad de descarga indicada para la batería de un 20 %. Es probable que durante los meses de mayor demanda la batería se vacíe antes de la hora estipulada y el remanente de energía se extraiga de la red. Para el cálculo del ciclo de carga se programa en la simulación para que la batería que se encuentre cargada a las 18 horas, aprovechando eminentemente los excedentes provocados por la producción solar a medida que se acerca dicha hora. El resto de energía excedentaria que no pueda ser consumida se venderá por consiguiente a la red eléctrica. Entre las 5 y las 7 de la mañana se han reservado, pero 2 horas para poder realizar la carga completa.

Una vez obtenido el dimensionado de las diferentes fuentes energéticas disponibles, se procede a la elaboración del cuadro general de baja tensión de la vivienda. El dimensionado que se muestra representa el total de protecciones eléctricas a instalar, incluyendo también las del vehículo eléctrico y las de la parte de alterna del generador fotovoltaico. No se muestran en el cómputo del panel las protecciones en corriente continua, ya sean interruptores magnetotérmicos o fusibles, ni se integra ningún circuito de protección para la batería, dado que debería ser un dispositivo que funcionase también en corriente continua encareciendo el precio. Aún sí, el precio de las protecciones en corriente continua si se computa a la hora de realizar una aproximación de la lista de materiales.

Con la elaboración de las protecciones que componen el tercer cuadro de luces, se procede a calcular los precios de todos los componentes que forman parte de la instalación segmentados en las tres soluciones: Wiser Energy Center, instalación solar e instalación de una batería. Para cada solución se tiene en cuenta los siguientes componentes:

- Wiser Energy Center: Interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales, protección contra sobretensiones permanentes, transitorias e IGA, peines de conexión juntamente con sus accesorios, los tres cofrets modulares y sus respectivas puertas, se aproxima a un valor estándar para todas las viviendas el coste de la solución conectada que dota de inteligencia Wiser Energy Center, los costes de mano de obra del cuadrista y la adición del IVA.

- Solución solar: Paneles solares, inversores, sistema de conectividad entre el inversor y la App, reguladores de potencia, estructuras metálicas para los paneles solares, protecciones en corriente continua y alterna, otro material eléctrico (incluyendo cableado, canalización y otros gastos que puedan surgir), mano de obra, costes de legalización y la adición del IVA.
- Almacenamiento eléctrico: Regulador de la batería, la batería, mano de obra e IVA. Se incluye en este apartado los costes asociados del cableado y canalizaciones dentro de los costes de mano de obra del instalador.

Una vez modelados los componentes de la instalación, la demanda de energía de cada estación se compara con la generación solar producida de forma horaria. Antes, pero se obtiene el coste asociado de la compra de energía eléctrica para el caso donde no hay una instalación de generación fotovoltaica. En caso que el balance sea positivo, habiendo mayor generación que consumo, para el análisis de la instalación sin batería se procede a comprar la energía con el precio medio estacional de la PVPC más impuestos y la energía excedentaria se compensa con el valor de mercado. De este modo, se obtienen los costes asociados a la compra de electricidad para la estación de verano. Finalmente, para el caso de la batería, se consideran como pérdidas del proceso de carga y descarga una fracción de la energía resultante de cada hora en el cual se realice el proceso de carga a partir de los excedentes. De este modo, si se acuerda cargar la batería durante el día y descargarse tan buen punto se inicie la hora punta se obtiene de funcionamiento de la batería. Para este caso solo falta ser conocedores de los flujos de energía que habrá con la red eléctrica a partir de realizar la ecuación de Tellegen del sistema, que indica la conservación de la potencia en un sistema cerrado teniendo como única variable el flujo de energía de red. De este modo, se pueden obtener los valores económicos relativos al suministro eléctrico para una instalación hibridada, teniendo en cuenta la compra de energía de red como la compensación de los excedentes.

Para ello se realizan tres hojas de cálculo basadas en la misma vivienda y que representan el mismo consumo total y sectorizado para tres escenarios: instalación con la demanda y la generación no optimizadas equivalente al escenario en el cual no se instala Wiser Energy Center, instalación con la demanda optimizada mediante Wiser Energy Center y una instalación con tanto la demanda y la generación coordinadas, y por consiguiente optimizadas. Los retornos de la inversión se realizarán siempre respecto la instalación con la demanda y la generación no optimizadas, siendo el escenario base del caso que debería pagar de forma anual el consumidor. Para este cálculo únicamente se usa la parte asociada a la energía de la factura eléctrica, despreciándose por consiguiente los costes asociados al termino de potencia y alquiler de equipos, y con la adición del IVA y el impuesto especial.

Finalmente, se realiza una aproximación del retorno económico para el primer año y a partir de tener en cuenta el mercado de futuros eléctrico, para prever la evolución de la parte relativa al mercado eléctrico, de una extrapolación de los costes, peajes y parámetros de los próximos años y de la

aplicación de un tipo de interés del 1 % se procede a realizar el cálculo del retorno de la inversión. Si bien tanto el retorno de la inversión como el precio de venta al público que se muestran en la calculadora no contemplan las bonificaciones fiscales asociadas a la instalación de dichas tecnologías, estas se muestran en la parte inferior de la calculadora y se obtienen en función de la provincia en que se ubique la vivienda modelizada.

6.3. Parámetros y variables

6.3.1. Definición de la vivienda

La introducción de los datos a la calculadora para poder ofrecer el modelizado de la solución Wisser Energy Center, juntamente con su coste asociado y beneficios, depende primordialmente de la vivienda en el cual la instalación se desee instalar. Por este motivo, se ha procedido a establecer los siguientes parámetros a introducir por parte del usuario para dimensionar la vivienda.

- Número de habitaciones: El usuario debe introducir un número entero ubicado entre el 1 y el 6. De este modo es posible realizar una aproximación a los consumos de agua caliente sanitaria, climatización y otras cargas cuyo peso será inferior dentro de la energía consumida a lo largo del año. Cada estancia tendrá asociada una superficie que será indispensable para la modelización del inmueble. A continuación, se detallan las superficies para cada habitación y vivienda, siendo la altura de cada estancia siguiente (las que se usan para el computo de climatización) de 2,7 m:
 - Inmueble de 1 habitación: cocina de 8 m², comedor de 15 m², baño de 4 m² y una habitación de 12 m². La vivienda dispone de una superficie útil total de 39 m².
 - Inmueble de 2 habitaciones: cocina de 10 m², comedor de 20 m², baño de 4 m² y dos habitaciones de 12 m². La vivienda dispone de una superficie útil total de 58 m².
 - Inmueble de 3 habitaciones: cocina de 12 m², comedor de 25 m², baño de 4 m² y tres habitaciones de 12 m². La vivienda dispone de una superficie útil total de 77 m².
 - Inmueble de 4 habitaciones: cocina de 14 m², comedor de 30 m², dos baños de 4 m² y cuatro habitaciones de 12 m². La vivienda dispone de una superficie útil total de 100 m².
 - Inmueble de 5 habitaciones: cocina de 16 m², comedor de 35 m², dos baños de 4 m² y cinco habitaciones de 12 m². La vivienda dispone de una superficie útil total de 119 m².

- Inmueble de 6 habitaciones: cocina de 18 m², comedor de 40 m², dos baños de 4 m² y seis habitaciones de 12 m². La vivienda dispone de una superficie útil total de 138 m².
- Ubicación: Es primordial saber la ubicación del inmueble para poder realizar una aproximación de la radiación solar que percibirá la vivienda, de que forma se distribuirá a lo largo del día, la temperatura exterior que estará asociado con el consumo de climatización y la temperatura de red que estará asociado con el consumo de agua caliente sanitaria. Por consiguiente, se establece la posibilidad de definir la ubicación de la vivienda acorde a la provincia y/o ciudad autónoma en la cual estén instaladas las viviendas.
- Año de construcción de la vivienda: La demanda de climatización estará estrechamente ligada con el envolvente de la vivienda. Para poder hacer una representación más fidedigna de este hecho se considerará que a partir de la implementación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), se redujo a la mitad la demanda de climatización respecto a una vivienda construida con anterioridad a este reglamento. Se realiza, por consiguiente, la misma aproximación que se hace en la aplicación Baxi Wica de diseño de una instalación térmica (188) (189).
- Cargas eléctricas: Dado que no todas las casas o pisos son iguales, se consideran el establecimiento de circuitos eléctricos y de cargas a partir de que el usuario introduzca aquellas cargas que tiene en su vivienda. Las cargas seleccionadas son las siguientes:
 - Generación de agua caliente sanitaria (ACS): Se contempla la posibilidad de introducir un termo eléctrico, una unidad aerotérmica o con bomba de calor, una instalación no eléctrica o una instalación solar térmica con respaldo eléctrico. Para este último caso deberá seleccionarse de forma manual la aportación solar térmica del sistema en la vivienda no pudiendo ser inferior al 60 %, de acuerdo con el Documento Básico de Ahorro de Energía, ni dimensionado normalmente por encima del 70 % de la demanda anual dado que se realizaría un importante volumen de pérdidas. Si bien es cierto que de acuerdo con anteriores versiones del Documento Básico de Ahorro de Energía no era necesario obtener una fracción renovable tan elevada para el cumplimiento de los mínimos, se considera que las instalaciones realizadas con anterioridad pueden tener una aportación media parecida al 60 %.
 - Climatización: Se considera el establecimiento de una unidad aerotérmica, una bomba de calor, un sistema de suelo radiante eléctrico y/o radiadores que únicamente emitan calor y la posibilidad de usar un aire acondicionado para conseguir únicamente frío, además de la posibilidad de tener sistemas instalados no eléctricos (grupo en el cual se ubica no tener dispositivos).
 - Cocina: Se establece la posibilidad de disponer de una cocina eléctrica de inducción, una cocina de vitrocerámica o de una cocina no eléctrica, como sería el caso de usar gas.

- Piscina: En caso de disponer de piscina el inmueble, este hecho deberá ser indicado para poder representar el circuito y el consumo asociado a la bomba, además de los posibles consumos de mecanismos de limpieza de esta.
- Vehículo eléctrico: Se habilita la posibilidad de indicar la presencia de hasta un número máximo de dos vehículos. Si bien se considera el uso de una única estación de recarga, es probable que en una vivienda coexistan un turismo eléctrico puro, un turismo eléctrico híbrido enchufable y/o un vehículo no eléctrico.
- Lavavajillas: Aunque es un electrodoméstico presente en muchas viviendas hoy en día, se establece la posibilidad de seleccionar de si se dispone o no en la vivienda.

Como detalle informativo, si se calcula el número de combinaciones diferentes de diseño a partir de los inputs y teniendo en cuenta que hay un número de 6 habitaciones, 52 provincias, 2 posibilidades de aislamiento térmico, 4 sistemas de generación de ACS (con 5 opciones de aportación solar para uno de estos), 5 métodos de climatización, 3 tipos de cocina, 2 opciones para una piscina, la selección de los consumos asociados a 2 vehículos de 4 tipologías diferentes y la posibilidad de tener o no un lavavajillas; esto retorna un número de 11.980.800 opciones diferentes de consumo. Se considera que, con esta aproximación, no muy lejos de la mitad del parque de vivienda instalado pero bastante superior al número de tipos de vivienda en España, se podrán obtener valores suficientemente fidedignos y precisos para cada vivienda. Aun así, estos varían en función de los hábitos individuales de cada persona o familia que habite el inmueble.

6.3.2. Elaboración del perfil de demanda

6.3.2.1. Demanda de agua caliente sanitaria

Para la demanda de agua caliente sanitaria se han considerado cuatro principales formas de obtenerse: mediante sistemas no eléctricos (la mayoría de los instalados en España que como se ha mostrado en el bloque 4to provienen de combustibles fósiles), mediante un termo eléctrico, a partir de una instalación de captación de energía solar para usos térmicos hibridados con un sistema de respaldo a partir de un termo eléctrico y mediante una unidad de aerotermia.

El cálculo sobre el cual está basada la obtención de agua caliente sanitaria para todas las simulaciones sistemas es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 EnACS_{estación,tec} &= (60 \text{ }^{\circ}\text{C} - Tred_{prov,estación}) \cdot Demref \cdot Cp_{agua} \cdot \frac{1}{\eta_{tec}} \\
 &\cdot Consumo_{hab} \cdot \frac{1 \text{ Wh}}{3,6 \text{ KJ}} \cdot Pbin_{tot} \cdot ((1 - HSPc_{prov,estación}) \cdot Pbin_{tec})
 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 EnACS_{estación,tec} &= (60 \text{ }^{\circ}\text{C} - Tred_{prov,estación} \text{ }^{\circ}\text{C}) \cdot 28 \frac{l}{persona \cdot día} \cdot 4,18 \frac{\text{KJ}}{l \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{1}{\eta_{tec}} \\
 &\cdot Consumo_{hab} \cdot \frac{1 \text{ Wh}}{3,6 \text{ KJ}} \cdot Pbin_{tot} \cdot ((1 - HSPc_{prov,estación}) \cdot Pbin_{tec})
 \end{aligned} \quad (2)$$

Donde:

$EnACS_{estación}$: Energía eléctrica diaria, por estación, dedicada a la obtención de agua caliente sanitaria en Wh para cada día tipo según la estación.

$Tred_{prov,estación}$: Media de las temperaturas de red, en grados Celsius, que conforman cada estación donde se ubicará la instalación. Los datos se obtienen del portal web www.suelosolar.com a partir de los datos de IDAE (190) y son relativos para cada capital de provincia. Si bien la mayoría de población en España suele ubicarse en las áreas metropolitanas de dichas ciudades, es posible que en el caso de realizarse instalaciones en provincias donde se ubican diferentes zonas climáticas de acuerdo con lo establecido en el vigente Documento Básico de Ahorro de Energía los datos puedan ser ciertamente dispares. Para evitar este efecto se podrían hacer dos cosas: permitir la introducción a la calculadora de los datos reales que pueden ser obtenidos fácilmente para cada población del CEHQ4, herramienta pública para el cálculo y dimensionado de instalaciones térmicas enfocadas al sector residencial, o establecer coeficientes correctivos de la temperatura de red para disminuirlas porcentualmente en entre uno y cuatro grados (teniéndose en cuenta que la mayoría de capitales de provincia ubicadas en zonas costeras incluyen puntos del interior con importantes diferencias térmicas poniendo de ejemplo la comarca del Berguedà en la provincia de Barcelona o todas las provincias que conforman la Comunidad Valenciana cuyas capitales de provincia están ubicadas prácticamente a nivel del mar). En este trabajo, pero no se desarrollarán ninguno de ambos correctivos si bien es una herramienta preliminar de cálculo, además de no preguntar al usuario por la ubicación concreta de su vivienda siendo motivo *sine qua non* para la modelización de la instalación y su consumo.

η_{tec} : Rendimiento asociado a cada tecnología para la obtención y mantenimiento de agua caliente sanitaria. Se toma para el termo eléctrico y la energía solar térmica un rendimiento global del 98%.

Este valor se debe a dos motivos: el hecho que el termo eléctrico funcione mediante transferencia de calor hace que el calor transferido mediante el calentamiento de una resistencia térmica sea sí o sí inferior al 100%, pero muy cercano a este, de acuerdo con la primera ley de la termodinámica. Además, aunque son prácticamente negligibles de acuerdo con los diferentes proveedores de material enfocado a la climatización se consideran las pérdidas intrínsecas de usar dicho sistema (las relativas a la conducción y convección del dispositivo con el exterior y a la hora de hacer la transferencia de calor). Por otra parte, se considera un valor cercano a 4 para los sistemas aerotérmicos que se corresponde con un COP medio aproximado. Este valor es superior al mínimo de 2,5 que exige la normativa relativa del documento básico de ahorro de energía relativo al origen de la obtención de agua caliente sanitaria proveniente de fuentes renovables (siendo considerada, por consiguiente, la obtención de ACS mediante una unidad aerotermia una fuente de energía renovable). Si se inspeccionan las diferentes unidades aerotérmicas en comercialización actual de las principales marcas se pueden encontrar valores de COP superiores al 5 (es decir, por el uso de cada kWh eléctrico se podrían extraer 5 kWh térmicos) para unidades de aerotermia nuevas bibloc. Se toma, pero un valor medio del parque instalado de 4 ya que en ella se contemplan también otros sistemas menos eficientes como pueden ser termos eléctricos que funcionen mediante bombas de calor como es el caso de las unidades BC ACS 200/300 de Baxi cuyo COP es cercano a 3 de media para la gama, además de ser el valor medio de las unidades actuales de los equipos monobloc. Además, cabe tenerse en cuenta que la eficiencia de los dispositivos ha ido mejorando a lo largo de los años y existe una gran parte de unidades aerotérmicas ya instaladas hoy en día.(188)

Demref: Demanda de referencia de agua caliente sanitaria a 60 °C. De acuerdo con el código técnico de la edificación este valor es de 28 litros por día y persona. Mencionar pero que, de acuerdo con fuentes consultadas, el estudio de los consumos de una vivienda tipo indica que dicho valor es superior a la media real de consumo de agua caliente por persona y día. Este hecho se ve reflejado por ejemplo en los valores de consumos anuales que ofrecen los termos eléctricos de la empresa Junkers donde hablan de un perfil de carga M. El perfil de carga indica el tipo de consumo de cada calentador de agua y este se corresponde al de una familia media, de entre dos y cuatro personas que se duchen o realicen algún baño ocasional. (191) En el trabajo no se entra en profundidad en el aspecto de catalogación de los termos eléctricos, pero se indica que para las viviendas de una a tres habitaciones se instalarían calentadores con perfil de carga M y para las viviendas con más habitaciones otros con perfil de carga. Aun así, se realiza el computo del modelizado por un consumo diario de 28 litros por día y persona.

C_pagua: Calor específico del agua. Propiedad termodinámica equivalente a la energía que se requiere para poder calentar un kilogramo (equivalente a un litro) un grado Celsius de agua. La constante tiene un valor de 4.184 julios por grado y kilogramo en las condiciones de trabajo.

$Consumo_{hab}$: El consumo de agua caliente sanitaria viene tabulado en el código técnico de la edificación en función de las habitaciones de cada vivienda. Por consiguiente, el programa retorna el valor derivado del código técnico que se muestra en la siguiente tabla en función de las habitaciones de la vivienda. De este modo, a partir del producto de dicho valor con el de la demanda de referencia diaria se obtiene el número de litros de agua caliente sanitaria consumidos a 60°C. Sus valores se encuentran en el Anexo B.

$Pbin_{tot}$: Parámetro binario resultante del parámetro binario de la tecnología y de la zona climática en la cual se ubica el inmueble.

$Pbin_{tec}$: Parámetro binario relativo a la tecnología escogida. Retorna de valor 1 en caso de ser la tecnología mencionada.

$HSP_{estación,provincia}$: Hora solar pico medio porcentual para cada periodo comprendido para el estudio. Se usa únicamente cuando el parámetro binario de tecnología solar térmica está activado. Se calcula para una inclinación de 35°.

Este parámetro está corregido y se obtiene para el cumplimiento a través de la obtención anual del 70% de la demanda de generación de energía solar térmica para consumos relativos a la generación de agua caliente sanitaria. De acuerdo con Judit Fontanals, empleada del departamento técnico de la empresa Baxi, la mayoría de las instalaciones solares térmicas se modelizan para no generar excesos de producción termosolar durante el verano y para cumplir, por consiguiente, estrictamente con el 60% o el 70% marcado por el CTE o la normativa municipal en función del inmueble y su ubicación, evitando sobredimensiones. Al requerir dicho sistema de un sistema de soporte únicamente se contemplará este valor en caso de tener un sistema de respaldo compuesto de un termo eléctrico. El valor de dicho parámetro, consiguientemente, responderá a un valor de entre 0 y 1 y será el porcentaje de obtención de energía dedicada a la generación mediante esta vía, no requiriendo por consiguiente de consumo eléctrico. Se destaca que en ningún caso la evaluación de dicho parámetro debido a la inclinación y las condiciones medioambientales no hay ningún mes en el cual la aportación sea mayor de 1, hecho que requiriera de un nuevo método de cálculo para asegurar la aportación del porcentaje fijado. El consumo del parámetro se calcula de la siguiente manera:

$$HSP_{estación,provincia} = \frac{\sum_{estacion} HSP_{prov,mes} \cdot \eta_{termosolar}}{\max(HSP_{prov,mes}) \cdot \sum_{estacion} n^{o}mes} \cdot \frac{Penetraciónsolar_{vivienda}}{Avg(HSP_{prov,mes})} \quad (3)$$

Donde:

$HSP_{prov,mes}$: Hora solar pico en valor absoluto por provincia y mes. Mediante el cálculo del primer bloque del producto obtenemos las horas solares pico promedio por unidad por cada provincia. Obtenidos del portal web de la empresa de distribución de material para instalaciones fotovoltaicas Albasolar. Se encuentran los valores en el anexo B. (192)

$Penetraciónsolar_{vivienda}$: Porcentaje de penetración de la energía solar térmica dentro del consumo anual que se requiere de energía solar fotovoltaica. Con un mínimo exigible del 60% para instalaciones residenciales sin piscina y un 70% máximo para toda topología de edificios, se permite al diseñar la instalación variar entre el 60% y el 70% la aportación con un paso de 2,5% recomendándose la aportación de un 60% en caso de desconocerse dicho valor.

$\eta_{termosolar}$: Rendimiento del captador termosolar. Se obtiene del cálculo de la curva característica intrínseca de rendimiento de un captador termosolar habitual. Si bien cada captador tiene una curva de funcionamiento intrínseco, el hecho de realizar el dimensionado aproximado del consumo de la instalación por unidad instalada hace que este coeficiente se use únicamente para emular el de un captador termosolar cuya eficiencia será mayor durante los meses de verano dado que las pérdidas termodinámicas serán inferiores. Para la obtención del rendimiento del captador solar se ha usado el del captador Sol 250 de la empresa Baxi cuya curva de rendimiento se muestra a continuación:

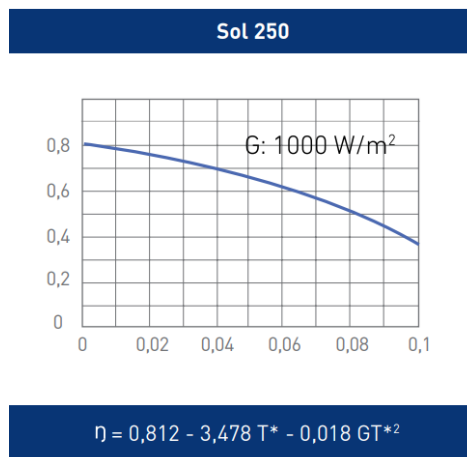


Figura 6.1 - Curva de eficiencia del captador solar SOL 250 de la empresa Baxi. Fuente: (193).

$$\eta_{termosolar} = 0,812 - 3,478 \cdot T'_{prov,mes} - 0,018 \cdot G \cdot (T'_{prov,mes})^2 \quad (4)$$

Donde:

G : Radiación incidente del colector. Al trabajarse con horas solar pico se usa una radiación incidente de 1.000 W/m^2 .

$T'_{prov,mes}$: Temperatura corregida para la obtención del rendimiento del captador termosolar en función de la irradiación, la temperatura ambiente y la temperatura media del fluido del captador. Si bien este valor varía en la realidad en cada momento para realizar la aproximación se toma únicamente un valor mensual. El cálculo de dicho valor se realiza de la siguiente forma:

$$T' = \frac{T_{m_{prov,mes}} - T_{a_{prov,mes}}}{G} \quad (5)$$

Donde:

$T_{m_{prov,mes}}$: Temperatura interior del captador. Se considera una temperatura de $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ya que dicho valor debe ser superior a los $60 \text{ }^\circ\text{C}$ de acumulación del depósito para que, de acuerdo con el principio cero y principio primero de la termodinámica se pueda alcanzar dicho valor de consigna del sistema, o superior, para almacenar la energía térmica aportada por el fluido caloportador del captador (agua en este caso).

$T_{a_{prov,mes}}$: Temperatura ambiente en el que se encuentra el captador. Para la obtención de dicho valor se han obtenido las medias de temperatura mensuales para cada provincia y mes. Si bien el funcionamiento máximo del captador suele ser durante las horas centrales del día, aquellas en las cuales se ubican temperaturas más elevadas, se han añadido 4°C a la media mensual obtenida para corregir dicho valor respecto la media climática de los años 1.971 y 2.000 en España. Estos datos se han obtenido del previo tratamiento de datos realizado por Javier Martínez de Lizarduy de los datos proporcionados por la AEMET (194). Se destaca que para el incremento también que en ese incremento también se consideraron los efectos del cambio climático en España que, de acuerdo con el informe "Emergencia Climática en España" elaborado por el Observatorio de la Sostenibilidad esta se ha calentado ya $1,57 \text{ }^\circ\text{C}$ respecto el año 1965 (195).

El consumo eléctrico se reparte en intervalos horarios de acuerdo con el perfil de demanda establecido por el Documento Básico de Ahorro de Energía, el documento que se recoge en la tabla C, anejo D. Si bien el funcionamiento de los sistemas de acumulación no es tan sensible, a la hora de consumir, como los de calentamiento instantáneo, suponemos que cada vez que se baje de la temperatura de consigna se encenderá la resistencia térmica hasta llegar al valor de consigna del calentador. Para el caso de la obtención a partir de paneles solares térmicos se supondrá que toda el agua caliente sanitaria obtenido

se acumula en un depósito a partir de incrementar la temperatura, funcionando únicamente a partir de aquellas horas con el mismo modo de funcionamiento que los anteriores dispositivos. De dicho modo, se considera que únicamente funcionará a partir de las 8 de la mañana (hora escogida dado que se considera que la irradiación a dicha hora, aunque es poca, es suficiente para calentar ya la demanda de agua caliente sanitaria del momento). Por ejemplo, para el mes de invierno la irradiación para Santander, la ubicación más desfavorable desde un punto de irradiación de las 3 ciudades escogidas para realizar el estudio es de 189,9 W/m² para una inclinación de 35 °. Si bien es cierto que está ubicada en la parte norte de la península y que por consiguiente el sol sale más temprano que en la parte sur de la península, se considera que las 7 de la mañana nos dará una aproximación aceptable desde un punto de precio (lo que nos interesa) dado que la energía que se considere que no se consumirá a partir de las 8 será energía que se consumirá en horas cuyo peaje será plano con toda probabilidad, ya sea porque es entre las últimas horas de la noche o se requiere para calefactar la demanda de agua en aquellos meses de invierno ya a partir de media tarde.

Tabla c-Anejo D. Perfil de uso de ACS de espacios en uso residencial privado

Hora	%	Hora	%	Hora	%	Hora	%
0h	1	6h	3	12h	5	18h	5
1h	0	7h	10	13h	5	19h	7
2h	0	8h	7	14h	4	20h	6
3h	0	9h	7	15h	3	21h	6
4h	0	10h	6	16h	4	22h	5
5h	1	11h	6	17h	4	23h	5

El % se refiere al tanto por ciento respecto a la demanda diaria de ACS.

Figura 6.2 – Perfil de uso de ACS de espacios en uso residencial privado. Fuente: (115)

Desde un punto matemático, para desarrollar una aproximación a la aportación eléctrica en la vivienda se ha permitido regular el grado de aportación térmica para cada usuario permitiendo los valores entre el 60 %, el mínimo vigente de aportación renovable para el Documento Básico de Ahorro de Energía en vigor, y el 70 %, el valor mínimo máximo requerido por parte de este mismo documento.

Se menciona también que la demanda de agua caliente sanitaria, al ser susceptible de ser optimizada mediante Wisser Energy Center, podrán variar los coeficientes usados para representar el consumo horario de agua caliente sanitaria. De este modo, se espera poder optimizar el consumo ya sea aprovechando los excedentes de una instalación de energía solar durante las horas de la mañana y la tarde y/o aprovechando para calentar el agua durante aquellas horas de la madrugada en que la energía eléctrica es más económica. De este modo, se espera conseguir parte de la inversión

relacionada con Wiser Energy Center sin perder confort, estando encarada dicha solución especialmente para una instalación con termo eléctrico. Si bien no ha sido posible de automatizar dicho proceso mediante el Excel usado en la calculadora para minimizar la factura eléctrica, cuando se realicen aproximaciones del retorno económico estimados para cada vivienda estos podrán ser ajustados rápidamente a vista por el usuario en caso de querer realizar una estimación con mayor precisión. En caso contrario, los perfiles de consumo eléctrico establecidos para calentar agua vendrán estimados habiendo un perfil para el caso en el cual la obtención de ACS se obtenga durante la noche al no disponer de generación solar y otro perfil en el cual la generación de ACS provenga mayoritariamente de aquellas horas de generación solar, aprovechando la energía excedentaria, y terminando de suplirse de energía durante aquellas horas más económicas.

6.3.2.2. Demanda de climatización

La aproximación a la demanda de climatización anual de una vivienda es muy variable en función de la tecnología usada y la envolvente del edificio, pudiendo ser más de 20 veces mayor la demanda para mantener una temperatura de confort en un edificio antiguo respecto un edificio Passivhaus (193). Si bien la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, modificada posteriormente por la Directiva 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo, se exige a los países de la Unión Europea la adopción de medidas para *“garantizar que se establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios.”*; la mayoría del parque instalado en España está lejos de cumplir con estos requisitos ya implantados dentro del nuevo documento de ahorro de energía que fija los niveles máximos de consumo, por unidad de superficie y zona climática, de energía primaria y total y no renovable.

La aproximación de una demanda de climatización media es uno de los puntos más complejos de este trabajo dado que depende de múltiples factores:

- Manca de eficiencia energética: De acuerdo con un estudio de la consultoría Greenward Partners (196), cerca del 80% del parque instalado de vivienda en España es ineficiente y supone el 40% del consumo de energía y de un tercio de las emisiones de CO₂. Uno de los motivos de esto, y que se ha ido corrigiendo durante las últimas dos décadas, son los pocos requerimientos en materia de eficiencia energética hasta la aparición del Código Técnico de la Edificación en el año 2006 y la publicación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), que transponía directivas europeas en materia de eficiencia energética, aprobado el año 2007. Aun así, las diferencias son abismales entre los requerimientos actuales y los requerimientos anteriores relativos a los consumos de energía por metro cuadrado entre los edificios construidos antes del año 2006, entre el año 2006 y 2013, 2013 hasta el 2020 y a

partir del 2020 (197). Para contextualizar dichos datos, y con valores orientativos, se consideraba en los edificios construidos antes del año 2006 la demanda de refrigeración oscilaba entre los 150 y 200 W/m², un valor muy superior el máximo de 60 W/m² para los nuevos edificios (198).

- Sistema de climatización usado: Los consumos de climatización variarían, pudiendo llegar a duplicarse o triplicarse, para la obtención de una misma temperatura en la misma vivienda en función de la tecnología usada. Mientras que un radiador eléctrico nunca podrá aportar energía con un COP superior a 1 por las limitaciones termodinámicas existentes, una unidad aerotérmica podrá hacerlo con valores incluso superiores a un COP de 4,5. Además, la obtención de una temperatura confortable en la vivienda y un repartimiento adecuado de la temperatura dependerá del sistema usado, siendo muy recomendable la calefacción de estancias por ejemplo a partir de suelo radiante dado que distribuye de forma más equitativa el calor. Pueden coexistir además varios sistemas de climatización en una vivienda más allá de uno para calefacción y otro para climatización, dificultando el posible modelado aproximado de un sistema de climatización.
- Pobreza energética: Se considera que viven bajo el umbral de la pobreza energética a aquellas personas que no pueden disponer de hasta un máximo del 12,3 % de su renta disponible para el consumo de energía, considerando que el umbral de pobreza se encontraba en una renta media equivalente de 8.114,22 € para el año 2018. Este valor retorna aproximadamente, de acuerdo con los estudios del Doctor Cuchí (199), profesor de la UPC, un valor máximo disponible para climatización de 5,85 € por metro cuadrado. En el año 2013, la mitad del parque de vivienda instalado en España superaba dicho lindar económico por la forma constructiva en la cual estaban edificadas los edificios. Son muchas las viviendas por ende que no mantienen una temperatura de confort a lo largo del año en la vivienda, se estima que más del 40 % de la población española en el año 2019 sufría pobreza energética suponiendo más de 7.000 muertes anuales (200). De este modo, es complejo realizar una aproximación media del consumo de climatización que refleje realmente las condiciones de climatización adecuadas si bien estas no suelen mantenerse en España.
- Funcionamiento del sistema de climatización: El consumo de climatización en una vivienda diferirá mucho en función de sus horas de funcionamiento, que dependerán ya sea de un sistema de climatización automatizado que trabaje a partir de una temperatura de consigna o la voluntad del usuario. Si se tiene en cuenta lo mencionado en los puntos anteriores, es extremadamente complejo poder dimensionar una imagen fidedigna que refleje un gran número de personas.(27)

En España el Documento Básico de Ahorro de Energía incorpora los criterios por los cuáles se deben regir todos los edificios, según zona climática, de demanda energética máxima primaria no renovable y primaria total que puede tener un edificio. Para demostrarse dicho requerimiento la persona

encargada de la tramitación deberá emplear una simulación que incorpore, entre otras, “*el diseño, el emplazamiento, la orientación del edificio*” “*la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos*” y “*el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas.*” Para la simulación del consumo relativo al consumo energético del inmueble no se considera viable ni programar un estudio en profundidad sobre las cargas internas del edificio ni demandar documentación muy técnica ni específica al usuario. El formulario está encarado para que estas personas se hagan una primera idea de los costes y retornos de la inversión que supondría la instalación del Wiser Energy Center.

Por consiguiente, pero se deben dimensionar aproximaciones al consumo de energía para las diferentes viviendas que pueda tener una persona en España. Explicándose el proceso de cálculo resumidamente: primero se ha calculado la potencia térmica de diseño a partir de la herramienta Baxi Wica, calculadora especializada para el diseño de instalaciones térmicas. El uso que se ha realizado de ella ha sido la obtención de la potencia de climatización, tanto para climatización como calefacción, que sería la potencia que aportará el sistema en la situación más desfavorable para poder mantener una temperatura de confort de 15 °C para la calefacción (idea que se desprende de que el sistema muestre los grados días para 15 °C). A partir de dicho valor, y teniendo en cuenta las pérdidas por renovación de aire, se supone que la diferencia entre estas y el valor de potencia total se corresponde a las pérdidas por transferencia de calor con el exterior. A continuación, se realizará una regresión lineal en el cual, considerándose 0 W la energía a aportar por el sistema cuando la temperatura exterior es de 15 °C y considerándose la potencia total obtenida la potencia para el escenario más desfavorable (aquél en el cual la temperatura exterior es la mínima que ofrece el programa) se obtendrá el valor de transferencia de calor total del inmueble en W/°C. Se obtendrán tres valores que como se mostrará más adelante prácticamente convergirán, al ser obtenidos uno para cada zona climática. Obtenido dicho valor, únicamente habrá que multiplicar por los grados día diarios que se han obtenido a partir de realizar la media para cada estación para cada ubicación y las horas de funcionamiento de los sistemas de climatización (considerándose para todas las 24 horas), resultando finalmente el consumo diario.

Si se profundiza en el cálculo del consumo para cada vivienda, inicialmente se han obtenido los valores de potencia de calefacción y climatización a instalar para cada región climática. Para ello se ha usado la plataforma de diseño Baxi Wica, la herramienta de dimensionado de instalaciones térmicas que la empresa pone a disposición del instalador para que pueda realizar un dimensionado acurado de una instalación térmica. Si se tiene en cuenta que el cálculo de la potencia de calefacción suele realizarse como la suma de las pérdidas térmicas por transmisión, por una parte, y también de las pérdidas termodinámicas por ventilación; el valor final obtenido mediante el uso de la calculadora será de interés dado que estará dimensionado el sistema para el día más desfavorable pudiendo calcular, más adelante, un equivalente a la energía a consumir por los sistemas de climatización.

$$\begin{aligned}
 PTdim_{estancia,zona,renov,persona,frio/calor,año} &= PTtrans_{estancia,zona,frio/calor,renov} + PTventi_{estancia,zona,persona} \\
 &= \sum Superficie_{estancia} \cdot h_{estancia} \cdot DemT_{estancia,zona,frio/calor} \\
 &\quad \cdot Factefic_{año} + \sum DemVent_{estancia,zona,persona} \cdot N^o_{persona}
 \end{aligned} \tag{6}$$

Donde:

$PTdim_{estancia,zona,renov,persona,frio/calor,año}$: Potencia térmica, en W, por la cual se modelizan los equipos de calefacción y refrigeración de la vivienda para poder aportar la energía que se requiere para compensar las pérdidas termodinámicas durante las horas donde la temperatura sea mínima.

$PTtrans_{estancia,zona,frio/calor,renov}$: Potencia térmica relativa a las pérdidas de transmisión en W para la temperatura más desfavorable.

$PTventi_{estancia,zona,persona}$: Potencia térmica relativa a las pérdidas por ventilación en W para la temperatura más desfavorable. Se menciona que a este término de potencia no se le aplicará el factor de renovación del aire dado que el calentamiento del aire nuevo que entra a la vivienda es indistinto del aislamiento del hogar.

$Superficie_{estancia}$: Superficie en m² de la estancia a climatizar. Esta depende los valores de la inmueble.

$h_{estancia}$: Altura de las estancias de la vivienda en metros cuadrados. Se considera una altura estándar de 2,7 m, valor que se equivale con el mínimo que exige la normativa relativo a la altura interior entre el suelo y techo. La mayoría de las viviendas no acostumbran, en la actualidad, a tener techos de altura superior dado que suponen un aumento del consumo energético de la vivienda para poder climatizar de forma adecuada la vivienda.(201)

$DemT_{estancia,zona,frio/calor}$: Demanda térmica de cada estancia obtenida en función de la provincia tipo de cada una de las 3 zonas climáticas definidas con anterioridad en W/m³. Se obtienen los valores de calefacción y refrigeración de la herramienta Baxi Wica. Estos valores son intrínsecos de cada habitación, siendo invariables por consiguiente en función de variar su superficie o altura. Como se aprecia en las tablas resumen de los valores de demanda térmica, ubicadas en el Anexo B, el programa y servidor consideran para todas las provincias la misma demanda de potencia de refrigeración.

$Fact_{año}$: Factor de eficiencia. Como se ha comentado anteriormente en este apartado los requerimientos energéticos de la vivienda se han ido endureciendo en la última década y media. Si bien la mayor parte del parque de vivienda instalado en España tiene más años que la primera entrada en vigor del documento básico de ahorro de energía, debe poder reflejarse de una manera el hecho que no serán las mismas las pérdidas termodinámicas que experimenten una vivienda de 40 años frente una construida actualmente bajo los parámetros de edificios de energía casi nula. Por dicho motivo, se considerará que la demanda energética para las viviendas construidas antes del año 2006 este factor valdrá 1 y para las construidas con anterioridad 0,5. Este factor se contempla también en la herramienta Baxi Wica.

$DemVent_{estancia,zona,persona}$: Demanda térmica a suplir para poder compensar las pérdidas provocadas por la ventilación de cada estancia. Estas varían en función de la estancia, siendo únicamente de aplicación para el comedor y las habitaciones de acuerdo con la herramienta Baxi Wica. En la calculadora dicho valor no se muestra implícito, pero es el resultante de multiplicar el cabal en m^3/h de aire a renovar por cada persona para la cual se habrá dimensionado la instalación. Se considera una renovación de $13,2 m^3/h$ y persona para el comedor y otra de $18 m^3/h$ y persona para cada una de las habitaciones. La demanda térmica por las pérdidas por ventilación en W/h se muestra también en el Anexo B.

$N^o_{persona}$: Número de personas que habite cada estancia. Para ello se considera en el comedor la presencia de una persona más que el número total de las habitaciones, dos personas para la primera habitación de la vivienda y a continuación una única persona para cada habitación.

Una vez se es conocedor de la potencia térmica total para el día de diseño de la instalación, aquél cuya temperatura exterior será inferior, se procede a obtener de la base de datos de Baxi el valor de dicha temperatura y, mediante una interpolación lineal en el cual la energía consumida por el sistema de calefacción sea 0 en $15 ^\circ C$ y el valor de potencia térmica total se encuentre en la temperatura mínima de la base de datos, determinar la conductancia en W/k para climatizar la vivienda. Se usa la demanda de calefacción dado que los valores de demanda térmica para cada ubicación varían. Al ser lineales las ecuaciones que regulan la transferencia de calor por convección y conducción del calor se considera que la aproximación que se realiza es válida y aceptable.

$$Q_{estancia,zona,renov,persona,frio/calor} = \frac{PTdim_{estancia,zona,renov,persona,frio/calor}}{T_{extmin_{zona}} - T_{int}} \quad (7)$$

Donde:

$Q_{estancia,zona,renov,persona,frio/calor}$: Conductancia en W/K (o W/°C) resultante a la transferencia calor derivada de la suma de las pérdidas por ventilación y transmisión con el exterior de la vivienda.

$PTdim_{estancia,zona,renov,persona,frio/calor}$: Potencia térmica, en W, por la cual se modelizan los equipos de calefacción y refrigeración de la vivienda para poder aportar la energía que se requiere para compensar las pérdidas termodinámicas durante las horas donde la temperatura sea mínima.

$Textmin_{zona}$: Temperatura exterior mínima extraída del dimensionamiento de la herramienta Baxi Wica para cada ubicación de referencia para el dimensionamiento de la zona.

$Tint$: Temperatura de referencia para la climatización de la vivienda. Se consideran 15°C la temperatura estándar a partir de la cual se encenderá el equipo de climatización de la vivienda.

Obtenida la conductancia del edificio, se procederá a multiplicar por el número de grados día para poder obtener de dicha manera la energía que se utilizará en cada vivienda. La obtención de los grados día se ha extraído de la “Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto”(202) y se han tenido en cuenta los grados día de calefacción con base 15/15. Dicho valor, mostrado en el anuario de forma mensual, se corresponde a la suma del valor horario de la temperatura con respecto a 15º y dividido por 24 horas, contabilizando únicamente aquellos valores en los cuales la temperatura sea inferior y que, por consiguiente, requerirían de encender la calefacción. Para la climatización se ha usado el mismo proceso, pero con los grados día de refrigeración con base 20/20, mostrados también de forma mensual en los cuales se tienen en cuenta únicamente aquellos valores superiores a los 20 grados Celsius. Dado que los valores se muestran en el documento con la suma mensual, será conveniente realizar la suma de estos por todos los meses que conforman la estación y dividirlo por el número de días que la conforman. De este modo, se obtendrán los grados día diarios que habrá que calefactar en la vivienda. A continuación, se muestran los cálculos y los valores obtenidos para el tratamiento de los valores de los grados día:

$$GDD15C24h_{mes,estación,provincia} = \frac{\sum GDD15C_{mes,estación,provincia}}{\sum Días_{estación,provincia}} \quad (8)$$

Donde:

$\sum GDD15C_{mes,estación,provincia}$: Suma de los grados días de calefacción agrupados de forma mensual para cada estación y provincia. Los valores se obtienen de la “Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto” (202). El valor se expresa en °C.

$\sum \text{Días}_{\text{estación,provincia}}$: Sumatorio de los días que componen los meses que conforman cada estación.

$GDD15C24h_{\text{mes,estación,provincia}}$: Valor medio de los grados día horarios de calefacción en función de la ubicación y la estación. Los valores están expresados en el Anexo B y se expresan en °C.

$$GDD20R24h_{\text{mes,estación,provincia}} = \frac{\sum GDD20R_{\text{mes,provincia}}}{\sum \text{Días}_{\text{estación,provincia}}} \quad (9)$$

$\sum GDD20R_{\text{mes,estación,provincia}}$: Suma de los grados días de refrigeración agrupados de forma mensual para cada estación y provincia. Los valores se obtienen de la “*Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto*” (202). El valor se expresa en °C.

$\sum \text{Días}_{\text{estación,provincia}}$: Sumatorio de los días que componen los meses que conforman cada estación. Las unidades de dicho operador es mes/h.

$GDD20R24h_{\text{mes,estación,provincia}}$: Valor medio de los grados día horarios de refrigeración en función de la ubicación y la estación. Los valores están expresados en el Anexo B y se expresan en °C

Finalmente, para calcular la demanda térmica por día medio de cada estación de la vivienda se procede a realizar el producto por los grados día, por las 24 horas que tiene el día en los cuáles el sistema de climatización representa que estaría en funcionamiento de acuerdo con la aproximación de los grados día (aunque se aproximará más adelante que su funcionamiento no se corresponderá con el de un perfil de consumo plano) y por la conductancia térmica del edificio, representando de dicho modo que la energía aportada por el sistema de climatización será igual a las pérdidas termodinámicas relativas al mantenimiento de una temperatura de confort en la vivienda.

Es en este punto, el momento en el cual intervienen los diferentes sistemas de climatización. Son estos los que, en función de su eficiencia y su modo de aportación de energía, requerirán de una mayor o menor aportación de energía eléctrica. Por otra parte, hay viviendas en España no disponen de sistemas de calefacción y/o refrigeración como tales, entiendo que el consumo de un ventilador puede ser no considerado frente la aportación energética que puede tener una bomba de calor. Por este motivo, se han escogido las siguientes tecnologías asociándoles a cada una de ellas la generación de frío, calor o ambos:

- **Aerotermia:** Presentada con anterioridad para la generación de agua caliente sanitaria, se considera un rendimiento más elevado que el de la bomba de calor redondeado a un COP de 4. Este valor es superior al de la bomba de calor dado que dichas unidades suelen ser de media, más jóvenes que el parque de bombas de calor instalado en España, en parte porque la tecnología es más nueva. A partir de una unidad aerotérmica se cubrirá la generación tanto de frío como calor.
- **Bomba de calor:** Muy presente en las viviendas de la zona Mediterránea y en todo el estado. Ya en el estudio SPAHOUSEC las bombas de calor reversibles representaban un 78 % de los sistemas de refrigeración instalados en vivienda, siendo su presente superior a 2 de cada 3 sistemas de refrigeración en la zona continental y mediterránea. Aunque su función esté enfocada eminentemente a la generación de frío durante los meses de verano, aunque también se usa durante el invierno para la obtención de calor. Esto se debe a que las bombas de calor son sistemas, por regla general, reversibles desde un punto de vista termodinámico pudiendo emitir o absorber calor. Se ha considerado un COP medio de 3, valor inferior que el de las unidades aerotérmicas, pero de este modo se pretende realizar un diferenciado entre estas dos tecnologías, cuyo sistema de funcionamiento es prácticamente el mismo. (185)
- **Suelo radiante eléctrico y radiadores:** La instalación de suelo radiante ha crecido con fuerza durante la última década en España. Si bien los consumos de dicho sistema de calefacción no son estudiados en el primer estudio SPAHOUSEC, dado que ni se contempla, es una solución muy popular actualmente en la vivienda de obra nueva en la zona central i continental. Es importante la mención que se realiza en este apartado al suelo radiante eléctrico, no siendo aplicable la misma eficiencia en caso de ser un suelo radiante que funciona mediante agua. Este hecho se debe principalmente dado que, en caso de calentar agua, es muy probable que este asociado a una unidad aerotérmica y que, por consiguiente, su eficiencia sea mucho mayor. Si bien es cierto que un sistema de suelo radiante calefacta la vivienda de forma más homogénea y eficientemente que un grupo de radiadores, se ha considerado que ambas instalaciones tienen los mismos consumos. Si bien puede ser más eficiente el sistema de calefacción mediante el suelo radiante respecto los radiadores, se ha considerado un COP de 1 para ambas tecnologías (haciendo la suposición errónea pero aproximada que toda la energía eléctrica consumida se convierte en calor) y su funcionamiento se basará únicamente en la obtención de calor.
- **Aire acondicionado:** Existen zonas de España como pueden ser las Islas Canarias, las ciudades autónomas o el sur de la península donde el uso de sistemas de calefacción a lo largo del año es meramente puntual. Por estas localizaciones, se ha optado para ofrecer una modalidad de la bomba de calor que únicamente compute el consumo de climatización relacionado con la refrigeración de la vivienda. Por consiguiente, su COP es de 3. Se menciona también que en el

estudio SPAHOUSEC se menciona como durante el año 2011 el 16 % de los equipos de climatización instalados eran bombas de frío (185).

- No eléctrico: No se considera ningún consumo de energía asociada a la climatización, por consiguiente. Dentro de ella se podrían encontrar las calderas de combustibles fósiles enfocadas a la generación de calor en viviendas ubicadas en climas fríos que no requieran de la obtención de refrigeración.

Finalmente, la fórmula usada para la obtención de la demanda diaria de la vivienda simulada según estación se corresponde con la suma de las demandas de energía de calefacción y refrigeración. El método de cálculo ha sido obtenido de la publicación “*Grados-Día como herramienta de control bioclimático*” (203). A continuación, se presentan las fórmulas usadas para la obtención de la demanda de calefacción y posteriormente de refrigeración:

$$\begin{aligned}
 E_{tot\,calefac,zona,renov,persona,mes,estación,provincia} \\
 = GDD15C24h_{mes,estación,provincia} \cdot \frac{Q_{estancia,zona,renov,persona,calor}}{\eta_{tec}} \quad (10) \\
 \cdot P_{bintot} \cdot 24h
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{tot\,refrig,zona,renov,persona,mes,estación,provincia} \\
 = GDD20R24h_{mes,estación,provincia} \cdot \frac{Q_{estancia,zona,renov,persona,frío}}{\eta_{clima\,tecn}} \quad (11) \\
 \cdot P_{bin_{tot}} \cdot 24h
 \end{aligned}$$

Donde:

$E_{tot\,calefac,zona,renov,persona,mes,estación,provincia}$: Energía total de calefacción asociada al consumo de la vivienda de diseño durante un día para cada estación. Expresada en Wh.

$E_{tot\,refrig,zona,renov,persona,mes,estación,provincia}$: Energía total de refrigeración asociada al consumo de la vivienda de diseño durante un día para cada estación. Expresada en Wh.

$GDD15C24h_{mes,estación,provincia}$: Valor medio de los grados día horarios de calefacción en función de la ubicación y la estación. Los valores están expresados a continuación el Anexo B y se expresan en °C.

$GDD20R24h_{mes,estación,provincia}$: Valor medio de los grados día horarios de refrigeración en función de la ubicación y la estación. Los valores están expresados a continuación el Anexo B y se expresan en °C.

$PTdim_{estancia,zona,renov,persona,calor}$: Potencia térmica destinada a calefacción del inmueble según su número de habitaciones, zona climática y año de construcción. Expresado en W.

$\eta_{clima_{tecn}}$: Rendimiento de los equipos de climatización. Se considera un COP de 4 para aerotermia, un COP de 3 para la bomba de calor y el aire acondicionado y un COP de 1 para la calefacción eléctrica y el suelo radiante eléctrico. En caso de tener instalada un suelo radiante o refrescante por agua, con toda probabilidad se instalará una unidad de aerotermia en caso de que funcione mediante electricidad. Por consiguiente, debería considerarse la energía elaborada por la unidad aerotérmica y no considerarse como suelo radiante eléctrico (dado que este primero únicamente computa los consumos de calefacción, además).

$Pbin_{tot}$: Parámetro binario resultante del parámetro binario de la tecnología y de la zona climática en la cual se ubica el inmueble.

$24h$: Valor usado para obtener la energía equivalente para las 24 horas del día.

Finalmente, se procede a realizar la suma de la energía requerida por estación para la calefacción y la climatización de cada vivienda donde $Etot_{zona,renov,persona,mes,estación,provincia}$ se corresponde con la energía diaria de climatización.

$$\begin{aligned}
 Etot_{zona,renov,persona,mes,estación,provincia} &= Etot_{calefac,zona,renov,persona,mes,estación,provincia} \\
 &+ Etot_{refrig,zona,renov,persona,mes,estación,provincia}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

Una vez obtenida la energía diaria, esta debe distribuirse a lo largo de las horas del día. Este hecho podría haberse realizado de forma aproximada a partir de los requerimientos de justificación de una instalación del Documento Básico de Ahorro de Energía del 2019 que ofrece un perfil de temperatura aproximado para una instalación de climatización a satisfacer durante las diferentes horas a lo largo del año. En todo caso, no se ha escogido dicho perfil de temperatura dado que, personalmente, no se ha creído un perfil suficientemente plausible ni que realmente se aplique como el que podría representarse para la vivienda. En consecuencia, se ha adoptado el perfil de regulación del termostato expuesto en el blog de la empresa MaesWell, empresa de proyectos energéticos ubicada en Madrid

(204). Si bien se muestra para un día laborable, este se ha aplicado para todos los días del año (haciendo mención que para el cálculo no se hace distinciones entre fines de semana y festivos, ni en el consumo ni en los precios de la electricidad. Aunque en estos segundos si se aplica la parte proporcional del peaje a las horas pico y plana para una aproximación de mayor calidad de los costes energéticos asociados).

hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
°C	16	16	16	16	16	21	21	18	18	18	18	21	21	18	18	18	22	22	22	22	22	22	16	16



Figura 6.3 - Perfil del termostato de una vivienda. Fuente: (204)

Para la distribución horaria del consumo de climatización se ha usado inicialmente una aproximación lineal del sistema de calefacción con la temperatura del regulador. Si bien se sabe la energía consumida diaria para mantener la temperatura de confort, se considera que por cada grado en el que la temperatura del termostato supere de los 15 °C la unidad de climatización deberá aportar energía. La energía que aporte se distribuirá de forma lineal durante cada hora de acuerdo con su temperatura asignada, resultando el reparto de energía diaria en el cociente entre la energía total diaria por el número de grados por hora en el cual la temperatura del termostato sea superior a los 15 °C dividido por el número total de grados que superen la temperatura del termostato en un día. De este modo se fija un criterio lógico para el reparto de la energía en función del día. Se usa el mismo perfil de funcionamiento para la demanda de refrigeración si bien se considera suficientemente bien aproximado por la distribución principal de la demanda durante la tarde noche, las principales horas de ocupación de una vivienda, el pico en el mediodía para el caso en que las personas coman en casa y el funcionamiento mínimo durante la noche, siendo muy frecuente la aturada de los sistemas de climatización en una vivienda durante la noche, ya sea a partir del apagado general o del uso de un temporizador. Por consiguiente, la fórmula de obtención de la demanda de energía horaria es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 Etotfrac_{hora,zona,renov,persona,mes,estación,provincia} &= (Etot_{zona,renov,persona,mes,estación,provincia}) \\
 &\cdot \frac{Ttermo_{hora} - 15^{\circ}}{\sum_{h=0}^{24} (Ttermo_{hora} - 15^{\circ})}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Donde:

$Etotfrac_{hora,zona,renov,persona,mes,estación,provincia}$: Energía consumida durante cada hora en la vivienda de diseño relativa al consumo de climatización para cada hora. Expresado en Wh.

$Etot_{zona,renov,persona,mes,estación,provincia}$: Energía consumida a lo largo de un día para la vivienda de diseño. Expresado en Wh.

$Ttermo_{hora}$: Temperatura de consigna del termostato durante cada hora del día. Expresado en °C.

Se menciona también que la demanda de climatización, al ser susceptible de ser optimizada mediante Wiser Energy Center, podrán variar los coeficientes usados para representar el consumo horario de climatización. De este modo, se espera poder optimizar el consumo ya sea aprovechando los excedentes de una instalación de energía solar durante las horas de la mañana y la tarde para refrigerar o calentar la vivienda. Para este caso se recomienda la hibridación de una instalación solar con sistemas de climatización cuyo reparto de energía sea lo más homogéneo posible para poder almacenar de este modo una mayor cantidad de energía de climatización en el mobiliario de la vivienda, funcionando por consiguiente sus materiales constructivos como “depósitos energéticos” de forma térmica. Si bien no ha sido posible de automatizar dicho proceso mediante Excel, si se pueden variar los parámetros de reparto mencionados en la formula anterior a partir de ajustarlos para aprovechar la energía excedentaria. En este caso se descarta realizar un mayor consumo de energía de forma sustancial durante la noche dado que no se considera que sea una opción demasiado buena, ya sea desde un punto de vista termodinámico como de confort dado que aumentarían las pérdidas energéticas del inmueble con el exterior. De todos modos, se ha desarrollado un perfil similar que disminuye la proporción de consumo energético durante las horas pico, para simular el efecto de Wiser Energy Center, y otro que aumenta el consumo de los grupos de climatización en las horas en las cuales suele haber un mayor número de energía excedentaria.

Finalmente, como detalle informativo, se menciona la extensión Wiser Heat compatible con Wiser Energy Center encarada a la regulación de diferentes sistemas de climatización en la vivienda, destacando el termostato inteligente con capacidad para ordenar la regulación de radiadores que regulan la temperatura a través de un interruptor de temperatura roscado mediante la instalación de

un complemento mecánico que regula de forma automático el grado de apertura de las válvulas que componen los radiadores que funcionan con agua.

6.3.2.3. Cocina

Para el computo del consumo energético relativo a la cocina se establecen tres posibilidades en función de la tecnología de fogones que esta tenga. Las tres opciones tendrán en cuenta el funcionamiento de una nevera con congelador, cuya potencia consumo energético relativo estará adaptado a las necesidades del usuario, del mismo modo que el del horno eléctrico que poseen la mayoría de las viviendas en la actualidad y un microondas. Para el lavavajillas, aunque se considera que actualmente su adopción es mayoritaria, se ha preferido dejarlo a parte y se seleccionará también mediante un parámetro binario.

La nevera es, juntamente con la lavadora y la televisión, el electrodoméstico por excelencia que no podía faltar en ninguna casa en el año 2011. Mientras que la televisión sufre la competencia de las plataformas digitales que permiten la visualización de contenido audiovisual a voluntad y la lavadora de las lavanderías autoservicio, la nevera sigue siendo una necesidad irremplazable para la conservación óptima de los alimentos. El estudio SPAHOUSEC cifraba en un 99,6% la presencia del frigorífico en las viviendas.

En primer lugar, para el consumo de la nevera con congelador se ha optado para seleccionar para todos los inmuebles una nevera clase A+, si bien existen neveras más eficientes (A++ e incluso A+++), se toma dicha nevera como un producto de gama media relativa a la eficiencia energética. Se selecciona una nevera real de la marca Whirpool, modelo T TNF 8211 OX1, cuyo consumo es de 378 kWh anuales. De esta manera, se obtiene un valor resultante de 1036 Wh de consumo diarios que se repartirán de forma equiespaciada a lo largo del día (205). Se menciona pero que el sistema de funcionamiento de la nevera no es continuo en el tiempo, sino que se basa en mantener una temperatura de consigna mediante la parada y arranque del equipo de refrigeración.

Por otra parte, para el horno eléctrico se considera que estará en funcionamiento durante 2 horas a la semana. Este valor, aunque puede parecer bajo teniendo en cuenta que hay cocciones que requieren de, al menos, una hora del horno a elevada potencia, supone realmente más horas de funcionamiento ya que son horas de plena potencia del dispositivo. Se considera para el horno una potencia nominal media de 1,2 kW de acuerdo con lo establecido en el portal de empresa eléctrica Umeme (206). Se considera que el uso del horno para el día de la calculadora se usará durante dos séptimas partes de hora (añadiendo a nuestro día la parte proporcional del funcionamiento semanal del horno). Las horas

de funcionamiento serán indistintas en función de la ubicación o las habitaciones y se ubicará la energía resultante en las horas comprendidas entre las 13 h y 14 h del mediodía y 21 y 22 de la noche.

Complementándose con el anterior electrodoméstico se repartirá el consumo del microondas, cuyo consumo aproximado diario es de 15 minutos de acuerdo con la noticia anterior, en tres franjas de 5 minutos de consumo a plena potencia a lo largo del día. Estas franjas se ubicarán entre las 7 h y las 8 h, durante la hora del almuerzo, entre las 13 y las 14, durante la hora de la comida y entre las 22 h y las 23 h, al terminar de cenar. La potencia nominal del electrodoméstico es de 1000 W. La energía dedicada a este electrodoméstico tampoco variará en función de las habitaciones y la ubicación geográfica.

Dicho esto, faltan por modelizar las placas de inducción y vitrocerámica. Para estos electrodomésticos no se usará la potencia nominal de las placas dado que estas contemplan el funcionamiento a plena potencia de todas las franjas. Se considera una potencia de funcionamiento de 1200 W para la placa de inducción y de 2500 W para la placa de vitrocerámica, siendo esta última más ineficiente, pero de compra más económica. De acuerdo con el portal mencionado anteriormente, la hora de funcionamiento medio de las placas, del mismo modo que la cocina de gas es de una hora diaria. Se ha repartido dicha franja en dos medias horas ubicadas una entre las 14 h y las 15 h y otra entre las 21 y las 22 horas.

Finalmente, si bien debería considerarse también el consumo asociado del extractor, este es negligido dado que este, si bien es cierto que añade un impacto importante en proporción con la cocina no electrificada, suponiendo que una cocina no electrificada realmente tendrá un consumo eléctrico nulo; este supone un porcentaje relativamente bajo del consumo de una cocina electrificada además de no encenderse siempre que se cocina, pudiendo aproximarse su consumo ya dentro de los consumos de la vitrocerámica o la inducción en todo caso.

6.3.2.4. Vehículo eléctrico

Para el computo de la energía asociada a un vehículo eléctrico se contemplan inicialmente la posibilidad de asociar hasta un máximo de dos vehículos en la vivienda. Representan un número considerable las familias, especialmente fuera de las regiones metropolitanas, que requieren de un vehículo por cada persona adulta para poder desplazarse. Por consiguiente, se establece la posibilidad de incorporar el segundo vehículo en la calculadora. Se establece también la posibilidad de obtener hasta cuatro opciones en la calculadora: el uso de un coche eléctrico puro, un coche híbrido enchufable, una motocicleta eléctrica y un vehículo no eléctrico. Los valores de consumo eléctrico que

retornarán los vehículos deberán ser calculados a excepción del vehículo no eléctrico cuyo consumo equivaldrá a 0.

De acuerdo con las estadísticas realizadas históricamente en España se aproxima a cerca de 12.000 km la distancia que recorre un vehículo eléctrico de media (207). Si se visualizan los datos ofrecidos por el último estudio oficial del cual hemos tenido constancia relativo a los “*km medios recorridos al año por vehículos para uso personal*” desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística en España este valor es superior en función de si la cantidad de horas de trabajo del usuario y de la juventud del vehículo, llegando a los 14.448,2 km anuales para vehículos de personas ocupadas a tiempo completo que dispongan de vehículos de menos de 5 años. Aun así, al ser datos no actualizados desde hace más de una década (208) estos no pueden considerar el impacto del teletrabajo, la digitalización ni la situación excepcional actual. Finalmente, se opta para realizar para todas las provincias y estaciones una media de 12.000 km recorridos por vehículo. Este dato coincide con el del estudio realizado en el año 2013 por el portal seguros.es y siendo ligeramente inferior al estudio anual para el año 2020 de la empresa Arval (209), especializada en el renting de vehículos, que cifra en 12.646 km el kilometraje medio anual del parque de vehículos para el año 2020. Por otra parte, para el kilometraje medio anual de una motocicleta se toma un valor ligeramente inferior situándolo a los 10.000 km anuales.

El consumo eléctrico en la vivienda de un vehículo eléctrico puro equivaldrá a la energía que habrá obtenido del punto de carga doméstico. De acuerdo con la empresa petrolera Total el conductor de vehículo eléctrico carga realiza el 40 % de las cargas en la vivienda, el 40 % en el trabajo, el 15 % en las carreteras o puntos de recarga de espacios públicos como los de centros comerciales y el 5 % romamente en estaciones de servicio que dispongan de punto de recarga (210). Aunque es posible que en este último porcentaje de cargas se inyecte más energía que el 5 % de veces que se carga el vehículo entiendo que dicha carga suele ser más profunda que las anteriores, se supondrá para el cálculo que las veces que se carga el vehículo eléctrico representan también la energía introducida en el vehículo. Por consiguiente, un 40 % de la energía consumida por el kilometraje del coche eléctrico se supondrá que se obtiene de la vivienda. Esta fracción la aplicaremos por igual a todos los vehículos eléctricos, aunque es probable que las motocicletas se carguen más en casa por el hecho de no tener una autonomía tan grande como la de los coches, además de ser un medio de transporte usado eminentemente para desplazamientos cortos.

Para obtener, pero el consumo total del parque de vehículos eléctricos se ha procedido a realizar la media ponderada en función de las ventas en el año 2020 de los vehículos eléctricos puros, tanto de motocicletas como coches, obteniendo un valor de 15,22 kWh / 100 km para los coches y 4,11 kWh / 100 km para las motocicletas.

Tabla 6.1 - Número de ventas y consumo de los vehículos eléctricos de cuatro ruedas más vendidos en 2020. Elaboración propia. Fuente: (211)

	Vehículo	Vendas 2020 (Unidades)	Consumo (kWh / 100 km)
1	Renault ZOE	2425	14,5
2	Hyundai Kona Eléctrico	1778	14,1
3	Peugeot e-208	1235	17,1
4	Tesla Model 3	1216	14,7
5	Volkswagen ID.3	1012	15,6
6	Nissan Leaf	885	16,9
7	SEAT Mii electric	869	14,4
8	Smart EQ ForTwo	733	17,4
9	KIA e-Niro	733	14,1
10	Volkswagen e-Golf	701	15,4
	Media		15,22

Tabla 6.2 - Número de ventas y consumo de las motocicletas eléctricas más vendidas en 2020. Elaboración propia. Fuente: (212)

	Vehículo	Vendas 2020 (Unidades)	Consumo (kWh / 100 km)
1	Silence S02	4033	3,64
2	Rieju Nuuk	614	5,70
3	Silence S01	592	5,56
4	Niu Nqi GT	425	4,94
5	Super Soco TC Max	290	2,30
6	Zero DS	108	5,50
7	Super Soco CPx	101	3,86
8	Askoll ES3	97	3,56
9	Ebroh Bravo GLE	96	5,80
	Media		4,11

Finalmente, para representar el consumo medio del parque actual de vehículos híbridos enchufables se aplica al kilometraje anterior el coeficiente de *utility factor*, dicho coeficiente representa el porcentaje de kilómetros recorridos por el motor eléctrico respecto el total de energía del vehículo. Se realiza la asunción que el motor eléctrico consume la misma energía en un vehículo eléctrico puro que en un vehículo eléctrico híbrido enchufable y que este no se recarga a partir de la circulación del vehículo. Dicho valor dependerá mucho del usuario del vehículo híbrido y de sus hábitos de recarga de los vehículos eléctricos, además de la capacidad de almacenamiento eléctrico que disponga el vehículo. Para la obtención de dicho coeficiente se considera un valor de almacenamiento de 60 km que retorna un coeficiente del 62,4% de acuerdo con el estudio “Developing a Utility Factor for Battery Electric Vehicles” elaborado por Michael Duoba (213). De dicho estudio se deriva también que cuanto mayor

sea la autonomía eléctrica del vehículo híbrido enchufable, mayor será el *utility factor*. Este es también indirectamente proporcional a los kilómetros recorridos de media diarios.

Finalmente, la fórmula para calcular el consumo total de cada modo de transporte será la que se presenta a continuación:

$$ENve_{tec} = Dist_{tec} \text{ km} \cdot \frac{Consve_{tec}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{UF_{tec}}{365} \cdot Factcarga \cdot Pbin_{tec} \quad (14)$$

Donde:

$ENve_{tec}$: Energía consumida por el vehículo eléctrica de forma diaria, expresada en Wh.

$Dist_{tec}$: Distancia, en kilómetros, recorrida por el vehículo. Retorna un valor de 12.000 kilómetros anuales para un vehículo de cuatro ruedas y 10.000 para un vehículo de dos.

$Consve_{tec}$: Consumo del vehículo eléctrico según tecnología. Dicho valor se corresponde a 15,22 kWh / 100 km para los vehículos de cuatro ruedas y a 4,11 kWh / 100 km para los vehículos de dos ruedas.

UF_{tec} : *Utility Factor*, coeficiente del tiempo en el cual se usa el motor eléctrico. Para los vehículos eléctricos puros dicho valor equivale a 1, para el vehículo híbrido enchufable se corresponde con 0,624.

$Factcarga$: Factor de carga, representa el valor de energía que se extrae de la vivienda para la carga del vehículo eléctrico. Se considera que el 40% de la energía consumida por este se extrae de la vivienda.

$Pbin_{tec}$: Parámetro binario de la tecnología en cuestión: retorna 1 en caso de ser la tecnología seleccionada.

Al disponer desde Schneider Electric de un sistema para optimizar la carga se considerará que para el escenario sin optimizado la carga se realizará de forma equitativa entre las horas comprendidas entre las 00:00 y las 6:00 con el precio ponderado de la red y para el escenario optimizado se tomará toda la carga para el valor medio diario horario más económico.

6.3.2.5. Piscina

La piscina supone un importante consumo en una vivienda durante los meses de verano principalmente. Si bien la mayoría de estas en España no disponen de sistemas para climatizar el agua, hecho que requiriese de un sobredimensionado del equipo de climatización respecto este ejercicio, su consumo depende de forma mayoritaria de la bomba cuya finalidad es el filtrado de todo el volumen de agua de la piscina de forma, al menos, diaria durante sus meses de uso. Otra carga asociada puede ser la presencia de un robot limpia fondos y/o otros sistemas para el limpiado de la piscina.

Para esta parte del proyecto han sido consultados diferentes empresas instaladoras (Aiguapolis Figueres, Piscinas Blanes y Maneig Piscines) para poder obtener un dimensionado medio de una instalación de una piscina doméstica, declinando las tres empresas el ofrecimiento para participar de dicho estudio habiendo de buscar vías alternativas para el dimensionado.

Por ende, para el dimensionado del consumo de la piscina se han repetido los cálculos efectuados en el webinar "*Cálculo y selección bombas para piscinas*" de la empresa Salvador Escoda S.A (214). En ella se considera una piscina privada de 10 metros de largo por 5 metros de ancho y 1,5 metros de profundidad resultantes a un volumen de 75 m³. De acuerdo con el instalador, la bomba a instalar para piscina privada debe poder filtrar todo el volumen de agua al menos una vez al día funcionando durante seis horas. El cociente entre el volumen y las seis horas resulta de un cabal de 12,5 m³/h. Se recomienda también en el video que el filtrado del agua de la piscina se realice a una presión de 10 m.c.a. La bomba que usa para el ejemplo el instalador es la bomba Garona 75M cuya potencia es de 0,75 CV o 552 W (215). Finalmente, la energía resultante que se requerirá únicamente por el uso de la bomba será el producto de la potencia por el tiempo de funcionamiento, es decir de 3.312 Wh.

A partir de aquí, se requiere del dimensionado de la programación horaria. Si bien la mayoría de las bombas, como esta, ya incluyen un sistema para programar la bomba de forma horaria, estas aun no tienen la conectividad y la capacidad para determinar el precio más económico de funcionamiento de la bomba. Se considerará que para optimizar los consumos de la bomba esta funcionará entre las 6 horas y las 8 de la mañana, durante las 12 horas y las 14 horas para aprovechar el autoconsumo fotovoltaico y durante las 18 horas de la tarde a las 20 horas de la noche.

Finalmente, al consumo de la piscina se le añade el de un robot limpiafondos de piscina dado que su uso está muy extendido en el sector. El consumo de dichos dispositivos suele ser relativamente bajo, encontrando dispositivos capaces de realizar el limpiado en dos horas a una potencia de 120 W en la tienda online "*tuandco.com*"(216). Aun así, se considera una potencia media de 200 W para un funcionamiento también de 2 horas al día. Existen robots limpiafondos que funcionan con batería, pero se considera que al ser una piscina pequeña el robot funcionará conectada con cable a la red doméstica, como la mayoría de los robots limpiafondos que se comercializan. Para el funcionamiento

del robot se considerará un horario de uso de 20 horas hasta las 22 horas de la noche dado que suelen funcionar una vez los usuarios dejan de usar la piscina. El consumo relativo a la piscina únicamente computará para 3 meses dado que se suelen hibernar estas a partir del añadido de químicos durante los meses de desuso. (217)

Como conclusión del apartado de simulación del consumo de la bomba de la piscina, si

6.3.2.6. Lavavajillas

El lavavajillas es un electrodoméstico cuya implantación a inicios de la década anterior era cercana al 53,1% de los inmuebles de España (especialmente en el 61,6% de las viviendas unifamiliares y en menor medida en el 49,5% de los pisos). El ahorro de tiempo, energía y agua proporcionado por el electrodoméstico hacen prever que su adopción podría haber llegado ya a un valor superior al 80% en la actualidad, teniendo una mayor penetración en las primeras viviendas cuya ocupación de la vivienda y uso del electrodoméstico es prácticamente continuo a lo largo del año.

De acuerdo con el siguiente gráfico, obtenido del estudio “Consumos del Sector Residencial en España” elaborado por IDEA (218), el consumo de los diferentes lavavajillas en España encuentra estrechamente ligados en las horas posteriores a las ingestas de alimentos principales del día (la comida y la cena) y ubicándose eminentemente en los días laborales. Desde un punto de vista de análisis con la nueva tarifa se aprecia como los consumos del lavavajillas se ubican eminentemente en las horas plano, principalmente, y punta.

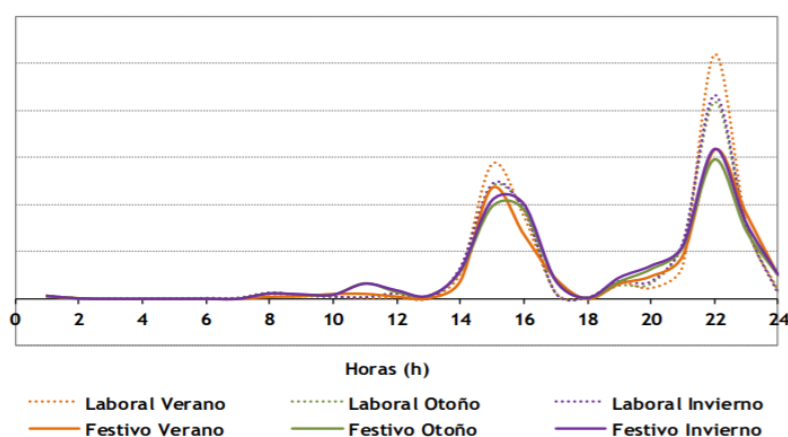


Figura 6.4 – Perfil de la hora de uso del lavavajillas según estación y hora del día. Fuente: (218)

Para el computo del consumo energético del electrodoméstico este se debe dimensionar claramente en función de las personas que habitan la vivienda, y en consecuencia en este trabajo con las

habitaciones de la vivienda. Se programará el funcionamiento de un lavavajillas diario para aquellas viviendas que tengan tres o más habitaciones y de uno cada dos días para aquellas que tengan una o dos habitaciones. Aunque puede considerarse una aproximación bastante arbitraria, la experiencia vital del autor cree que, aunque se aumenten las habitaciones de una vivienda no tiene por qué estar correlacionado con el mayor uso de la cocina y/o presencia de habitantes en la vivienda.

Se considera un lavavajillas Hiesense HS661C60X (219) de clase C (dentro del nuevo etiquetado energético que va de la G a la A) cuyo consumo por 100 ciclos es de 76 kWh, equivaliendo a 760 Wh por ciclo. La duración del programa es de 3:25 h. Para tener una coherencia con el uso del resto de equipos programados de la cocina se considera que dicho electrodoméstico funcionará de 22:00 a las 1:25 horas del día siguiente. Se procederá también a equidistar su consumo. De este apartado se podría derivar, una vez se disponga la solución, un estudio relativo al impacto de la nueva tarificación energética y un posible cambio de hábitos por parte de los consumidores.

6.3.2.7. Lavadora y secadora

Las lavadoras son uno de los electrodomésticos con mayor implementación a inicios de la pasada década en España. De acuerdo con el estudio SPAHOUSEC el 92,9% de las viviendas en España disponían de lavadora en España y el 7,1% de lavadora-secadora (218); obteniendo por consiguiente una presencia de prácticamente el 100%. Al ser estos datos del año 2011 es posible que estos no reflejen el fenómeno creciente durante los últimos años de la implantación de lavanderías industriales que, mediante un precio muy competitivo y equipos eficientes desde un punto de vista al menos temporal, permiten ser alquilados por tiempo o por servicio y tienen un público destacable, aunque seguramente suponga a menos del 10% del parque instalado equivalente.

Por otra parte, la secadora estaba menos implantada en España en el año 2011, si bien el estudio cifra únicamente su presencia en un 28,3% de los hogares, la mayoría viviendas unifamiliares (37,8%) ubicadas en la zona mediterránea (34,9%) (185). Este porcentaje es muy posible que haya aumentado en los años venideros sin llegar a alcanzar el grado de proporción de la lavadora, especialmente en aquellas zonas climáticas cuya irradiación solar es inferior y, por consiguiente, es más complicado por secar la ropa.

Desde un punto de vista de repartición de las cargas se muestra una clara tendencia de uso de la lavadora durante la mañana, especialmente de los días festivos y en los meses más cálidos, y durante la tarde noche de los días laborales y en los meses más fríos. Existe también otro pequeño pico de funcionamiento alrededor de las 4 de la tarde, sin estacionalidad destacable, que podría

corresponderse con el funcionamiento del electrodoméstico después de comer o al llegar de la jornada laboral para aquellas personas que realicen el turno de mañanas estándar.

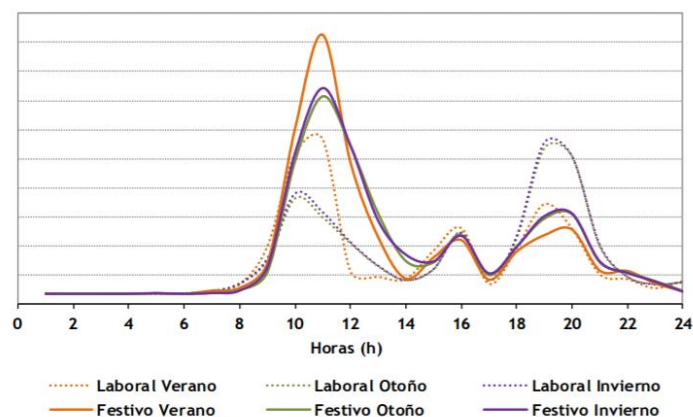


Figura 6.5 - Perfil de la hora de uso de la lavadora según estación y hora del día. Fuente: (218)

Para la elaboración de este trabajo se ha optado para instalar ambos electrodomésticos en la calculadora y, a partir de revisar los ciclos de uso, adaptar el consumo de cada electrodoméstico en la vivienda. Se considera el uso de un lavado completo por persona a la semana. Con el nuevo etiquetaje de energía relativo a todos los electrodomésticos que impuso la Unión Europea a partir del primer de mayo de 2021 de acuerdo con el Reglamento UE 2017/1369, por el cual se resituaron todos los electrodomésticos en una escala de la A a la G, en vez de la A+++ a la D, se ha decidido escoger una lavadora media de clase C nueva como ejemplo de consumo estándar (220). Se ha considerado el modelo Bosch WUU28T72ES de 9 kg y 1.400 rpm como lavadora de carga frontal de tamaño medio, teniendo unas dimensiones que se consideran. De acuerdo con la nueva etiqueta energética del producto el tiempo del programa de lavado ECO es de 3:37 y su consumo es de 660 Wh (o 66 kWh por cada 100 lavados) (221). Se considera, por consiguiente, de acuerdo con el perfil de uso de la lavadora, que se pondrá a las 10:00 y se terminará a las 13:37. Si bien este perfil de uso es probable que se vea afectado por la introducción de los nuevos peajes, se realizarán los cálculos de dicha manera. Como no sabemos la distribución del consumo energético de la lavadora para realizar dicho programa se dividirá de forma equidistante en el tiempo.

Para la selección de la secadora, al no haberse aplicado la redistribución en el etiquetado que sí ha sufrido otros productos en el portal web de El Corte Inglés se escoge una secadora con bomba de calor y eficiencia A++. Se considerará su uso también en verano si bien es cierto que en muchas viviendas de España se suele tender manualmente la ropa, especialmente durante los meses de verano. El consumo medio del electrodoméstico equivale a 1,45 kWh por programa de secado medio y se estima en ficha

de productos (222) que la duración ponderada de un programa medio es de 117 minutos. Se repartirán dichos minutos entre las 14:00 y las 15:57 horas. Dado que no se establece un perfil de consumo se equidistará este para el tiempo de funcionamiento.

Del mismo modo que con las cargas de la cocina, se representará a lo largo del día en la tabla de consumos equivalente la parte proporcional al uso de dicho electrodoméstico.

6.3.2.8. Dispositivos electrónicos

La introducción de la electrónica en la vida de las personas, si bien ha simplificado y facilitado muchos momentos de la vida aportando confort, ha supuesto un aumento del consumo eléctrico. Cada día los dispositivos usados por parte de las personas son más eficientes, a la vez que aumenta, pero el consumo eléctrico total de estos como bien indicó Jevons en su más que conocida paradoja en el siglo XIX.

Para el cómputo asociado al consumo de los dispositivos electrónicos se han tenido en cuenta los consumos medios de un ordenador, la energía necesaria para una recarga diaria de un teléfono móvil medio y el consumo medio de un televisor.

Para el ordenador, se ha asociado una potencia media de 100 W, valor que se corresponde con la potencia media de un ordenador en el Reino Unido (223). Si bien es cierto que los ordenadores portátiles de media consumen hasta la mitad menos que dicho valor de potencia, puede considerarse también que la energía excedentaria se usa para recargar la batería. Desde un punto de vista de perfil horario, se ha estimado la carga o conexión a la red del ordenador durante 3 horas del día ubicándose estas entre las 18 horas de la tarde y las 20 horas de la noche, además de la hora comprendida entre las 22 y las 23 horas. Se han tomado estos valores dado que, aunque el teletrabajo cada día es más una realidad, se considera que aun predomina el trabajo presencial y por ende, el uso del ordenador en la vivienda es más desde un punto de vista recreativo o estudiantil durante estas horas de la tarde / noche. Se ha considerado el cómputo de un ordenador por habitación siendo por consiguiente múltiples los consumos de iluminación.

Para el teléfono móvil, se ha considerado que se debe realizar la carga completa de un iPhone 5, cuya batería tiene una capacidad de 5,45 Wh (224). Si bien es cierto que hay móviles que disponen de mayores baterías y usuarios que necesitan recargar de forma diaria el teléfono móvil, se considera que hay un grueso importante de personas que realizan cargas de su teléfono móvil fuera de su domicilio ya sea en una biblioteca o en el trabajo, por ejemplo. Se considera una carga diaria asociada para cada habitación. Aun así, destacar que esta carga podría haber sido negligida por su bajo impacto respecto

la suma de energía consumida de forma diaria. La recarga del teléfono móvil se realizará durante la noche la 1 y las 3 de la noche, considerándose que se realiza en aquellas horas en que el usuario justo se ha ido ya a dormir y no hará uso del teléfono móvil. Esta hora podría ser avanzada sin problema en caso de considerarse demasiado tarde, insistiendo en que no tendrá un gran impacto en la factura eléctrica.

Finalmente, para el consumo del televisor se estipula el uso de un televisor para las viviendas de menos de tres habitaciones y dos televisores para aquellas que dispongan de más. El valor de potencia medio considerado para dicho electrodoméstico es de 250 W (225), ubicándose la mayoría de los televisores su consumo entre 150 W y 400 W. Se menciona también que últimamente el consumo del televisor viene asociado en muchos casos con el uso de videoconsolas u otros dispositivos relacionados con la conexión a internet para poder visualizar una oferta más amplia de contenido como Movistar o Netflix. Se considera un uso medio horario de 3 horas repartidas para todos los televisores entre las 13 horas y las 14 horas representando la hora de comer y las 20 y las 22 horas de la noche.

6.3.2.9. Iluminación

La iluminación representa una parte relativamente reducida del consumo eléctrico de la vivienda debido a la introducción continuada de nuevas tecnologías de bajo consumo que han permitido brindar una mayor iluminación de forma eficiente energéticamente, aunque fundamental.

Para el cálculo de la potencia relativa a la iluminación de la vivienda se ha optado para seguir las recomendaciones del portal “Iluminable”, blog experto en el sector de la iluminación (226). En él se propone la iluminancia, en lux, a destinar para cada una de las diferentes estancias de la vivienda. Para la aproximación a los consumos únicamente se usan las cuatro estancias que se han usado para la obtención de los consumos de climatización. Si bien podrían ser destacables los consumos en pasillos y posibles garajes, la mayoría del tiempo que pasan abiertas las luces de dichas habitaciones suele ser sin la presencia de personas.

A continuación, se muestran los valores de iluminancia para cada estancia. Para los valores de iluminancia se han realizado aproximaciones numéricas para su computo, si bien los valores ofrecidos por el portal Iluminable discernían según el uso del espacio de cada instalación (siendo un ejemplo la recomendación de disponer de una iluminancia de 500 lux en la zona relativa al espejo del baño, pero una iluminancia de 100 lux en el resto. Por consiguiente, se ha supuesto en este caso que de la superficie total de 4 m² uno sea considerado para el espejo y los tres remanentes para otros usos). A continuación, se presentan las horas de funcionamiento de cada estancia además de su requerimiento de iluminancia:

- Cocina: De 13:30 a 15:30 y de 20:30 a 21:30, 300 lux.
- Comedor: De 8:00 a 9:00 y de 20:00 a 23:00, 200 lux.
- Baño: De 7:00 a 8:00 y de 22:30 a 23:30, 800 lux.
- Habitación: De 7:00 a 8:00, de 18:00 a 20:00 y de 22:00 de 1:00, 200 lux.

Para la obtención de la potencia a instalar en los baños, se debe realizar la siguiente ecuación:

$$Plum_{estancia} = Superficie_{estancia} \cdot \frac{Ev}{\eta_{led}} = 4 \text{ m}^2 \cdot \frac{200 \frac{lm}{m^2}}{70 \frac{lm}{W}} = 11,42 \text{ W} \quad (15)$$

Dónde:

$Plum_{estancia}$: Potencia lumínica requerida para la correcta iluminación de cada estancia. Para el caso del baño resultará en 11,42 W. Los valores de potencia obtenidos no se van a redondear (como si fuese necesario seguramente en caso de instalar bombillas reales) ya que sirven para hacer una aproximación numérica. Para la obtención de la energía asociada al consumo de cada estancia únicamente se habrá de realizar el producto para obtener la energía en Wh.

$Superficie_{estancia}$: Superficie útil de la estancia a calcular. Para el caso del baño 4 m².

Φ_v : Iluminancia. Expresado en lux, es equivalente al cociente entre lúmenes y metros cuadrados en el Sistema Internacional. El valor de iluminancia se obtiene de la ponderación, por uso y unidad de superficie, de los valores expuestos en el portal web Iluminable. Para el conjunto del baño es de 200 lm/m².

η_{led} : Eficacia luminosa de una fuente. Razón entre el flujo luminoso y la potencia eléctrica consumida expresado en lm/W. Para el rendimiento se considera un valor estándar de 70 W/m². (227)

Como apunte informativo se menciona que la Sección 3era del Documento Básico de Ahorro de Energía, relativa a las condiciones de las instalaciones de iluminación, no se aplica para el interior de viviendas. Aun así, se cumplen algunos requerimientos como que la potencia instalada por unidad de superficie dedicada a la iluminación sea inferior a los 10 W/m² para estancias inferiores a 600 m².

Finalmente, se adjunta en el Anexo B una tabla resumen con los diferentes valores de consumo diarios de la instalación.

6.3.2.10. Stand-by

Si bien es cierto que el consumo de los mecanismos en *stand-by* en el estudio SPAHOUEC I representaba cerca del 7 % del consumo en la vivienda, este no se ha considerado en el estudio. Aun así, se menciona como la mayoría de este se encuentra durante la noche y desciende durante el día. Se considera este descenso dado que durante la noche la mayoría de dispositivos eléctricos están en modo espera, especialmente aquellos que funcionan mediante mandos electrónicos. Dentro del consumo *stand-by*, además de los clásicos dispositivos con pilotos rojos, habría que sumarles el volumen de energía asociado al consumo de los sistemas conectados que, aunque suelen rondar valores de potencia unidígita por dispositivo, estos a final del año pueden suponer una parte no despreciable de la factura. Aun así, se ha decidido no incluirlos dentro del estudio dado que no se ha creído conveniente. Se menciona también que estos consumos se verán aumentados en caso de disponer de domótica en la vivienda, si bien prácticamente todos los dispositivos tiene un consumo muy bajo pero constante a lo largo del tiempo.

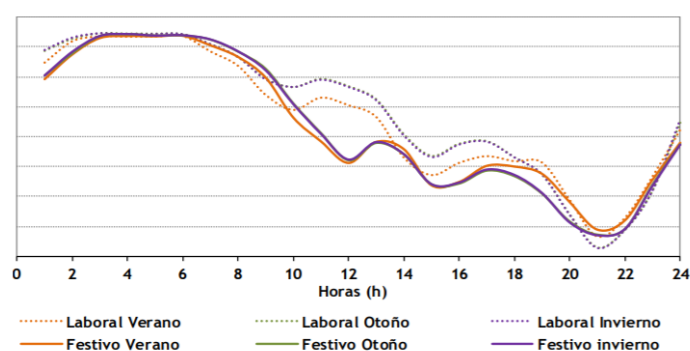


Figura 6.6 - Perfil de consumo horario y estacional de los consumos asociados al Stand-by. Fuente: (218)

6.3.3. Generación fotovoltaica e hibridación con batería

6.3.3.1. Consideraciones iniciales

Dado que la instalación se realizará con los inversores y seguidores de potencia de la propia empresa, aunque se espera que el sistema Wiser Energy Center tenga la capacidad de mantener sus funcionalidades mediante la integración de inversoras de otras compañías, se ha decidido realizar la instalación solar mediante el esquema tradicional de instalación solar (con y sin batería) e inversor híbrido acoplada a red. De este modo, se escoge que la tensión del bus de corriente continua, en el

cual se cargar y descargan las baterías entre otros usos, sea de 48 V. Esta tensión está normalizada y es la más usada para las instalaciones híbridas enfocadas a consumos domésticos. Aun así, es destacable como la integración de sistemas mediante inversores está eliminando progresivamente el bus de continúa realizando toda la transmisión de corriente en dichas instalaciones a partir de corriente alterna y ubicando un inversor en la batería, si bien todas las baterías funcionan mediante corriente continua.

Como se ha comentado con anterioridad, está previsto que una de las principales funcionalidades del sistema Wiser Energy Center sea la optimización de la generación solar y la demanda a partir de la adecuación de la segunda a la primera para evitar la generación de excedentes. Por consiguiente, la instalación deberá ser configurada desde el punto de vista que haya conectividad en el punto de conexión de la red en el cuadro general de baja tensión para poder regular dicho parámetro. Este hecho podrá realizarse mediante la instalación de *Power Tags* encargados de realizar la medición de energía en el circuito de generación solar y en el IGA o mediante la instalación del dispositivo Insight Home, el sistema de gestión y supervisión actual de los inversores de Schneider Electric. Si bien es probable pero no está confirmado que la instalación contará con los *Power Tags*, se decide instalar también el sistema de comunicación del inversor.

Existen dos sistemas mediante los cuales es posible acoplar la generación solar a una vivienda que incorpore un sistema de almacenamiento:

- Acoplamiento en corriente continua: Es el sistema usado por parte de las instalaciones que usan un inversor híbrido. Es el sistema de conexionado más eficiente para el uso de una batería eléctrica. En este sistema se destaca el arranque autógeno pudiendo realizar un encendido del inversor de la batería en caso de que la batería se haya quedado vaciada una vez se reemprenda la introducción de energía por parte de la instalación solar. Los principales inconvenientes de este sistema, pero son la adición de un controlador de carga en el inversor y una eficiencia menor en el caso que la generación sea a la misma hora que el consumo. Este hecho viene provocado por las irreversibilidades provocadas por el regulador de carga, siendo un elemento no necesario para toda la generación en caso del acoplamiento en corriente alterna donde únicamente irá a parar a la batería la energía excedentaria. (228)
- Acoplamiento en corriente alterna: Es el sistema usado en aquellas instalaciones en el cual hay instalados microinversores, principalmente, o un inversor fotovoltaico que convierte la energía producida a corriente alterna para la gestión interna de los sistemas interiores, como la carga de la batería, en corriente alterna. En este caso la energía producida por la instalación solar únicamente se verá afectada por el rendimiento del inversor, mucho mayor al del inversor con regulador de carga del sistema de la batería. Por contrapartida, en caso de realizar la recarga de la batería mediante generación solar el rendimiento será muy inferior respecto

el acoplamiento en continua dado que habrá que realizar una doble conversión de la energía para su almacenamiento y una tercera para su aprovechamiento. Por este motivo, son mucho más eficientes las instalaciones acopladas en corriente alterna para aquellas horas en las cuales donde la demanda se puede suplir con la propia generación y no al revés.

Eficiencia en Acoplamiento CC vs CA

$$\eta_{pv_inv} = 98.5\%$$

$$\eta_{hybrid} = 95\%$$

$$\eta_{mppt} = 96\%$$

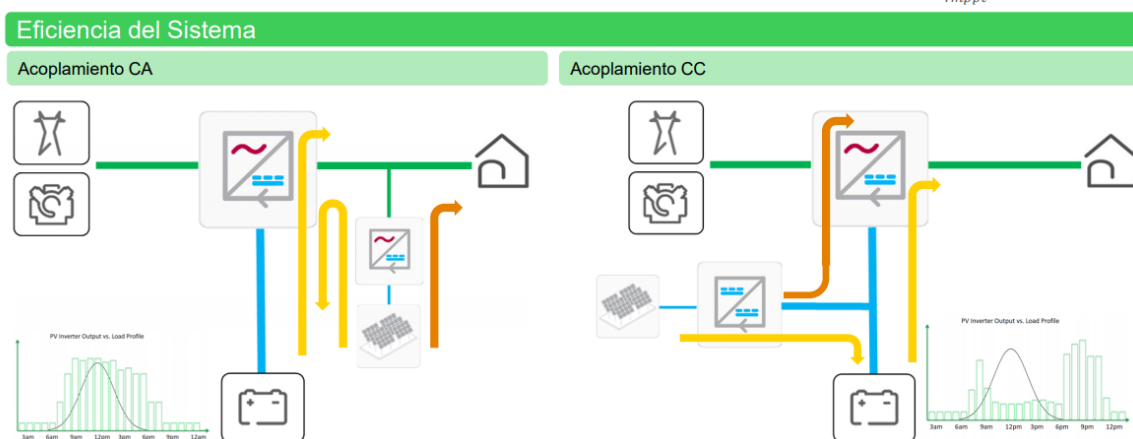


Figura 6.7 – Esquema con los diferentes flujos de energía para los diferentes acoplamientos de la generación solar. Fuente: (229)

6.3.3.2. Recurso solar

Para el dimensionamiento de las instalaciones solares se usará la inclinación estática de 35° respecto la superficie horizontal aprovechando los datos de la calculadora de diseño del distribuidor Albasolar. De él se han extraído las horas solares pico que se han usado ya con anterioridad. Si bien esta orientación puede ser considerada como no óptima para muchos casos en el sentido que se maximiza la producción a lo largo del año, habiendo por consiguiente otras inclinaciones más favorables para los meses de invierno en los cuales suele concentrarse la demanda de energía eléctrica en el centro de la península. De todos modos, se considera una inclinación tipo usada de forma recurrente como lo demuestra la calculadora de diseño del distribuidor Albasolar. (192)

Antes de proceder a dimensionar la instalación, se ha dividido España en cuatro franjas en función de la longitud en la cual se encuentra cada provincia. A partir de ahí, se han ubicado las provincias en cuatro bloques diferentes para poder adecuar la producción solar en tiempo real a los consumos a sus zonas horarias. De este hecho, mediante el uso del PVGIS para los meses que se han considerado medios relativos a la obtención de horas solares pico para cada estación: diciembre para invierno, marzo para otoño y agosto para verano; se obtendrá la parte de generación porcentual para cada hora

para poder plasmar las horas solares picos a la par de los consumos de forma horaria. Para comprobar que las suposiciones relativas a este aspecto, y no hubiese que realizar una segunda aproximación en función de la latitud en la cual se ubica cada provincia, se realiza una prueba con la radiación global obtenida del PVGIS para el mes de febrero en las ubicaciones de Barakaldo y la provincia de Granada.

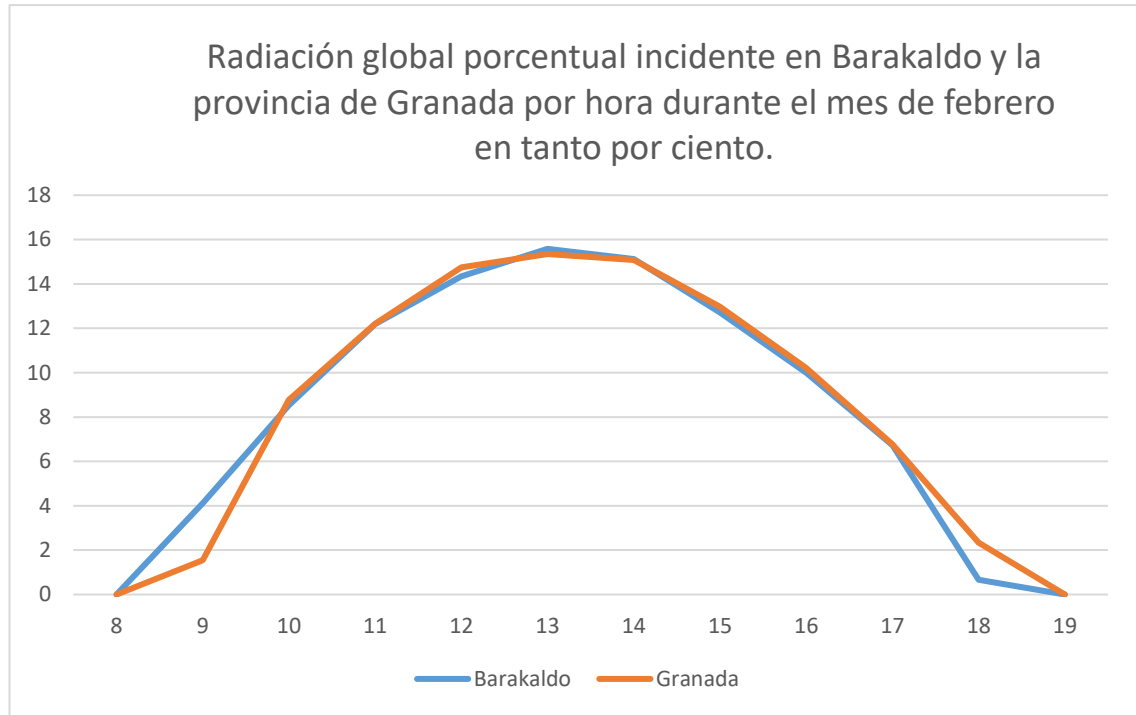


Figura 6.8 – Radiación global porcentual incidente en Barakaldo y la provincia de Granada por hora durante el mes de febrero en tanto por ciento. Elaboración propia. Fuente: (230)

Como se aprecia en el gráfico, prácticamente únicamente se aprecian las diferencias al trabajar con dos ciudades ubicadas en la misma región en un ligero desplazamiento de la curva de irradiación, provocado por la diferencia de latitudes, pero minimizado por el hecho de segmentarse por regiones. A continuación, se establecen las zonas conforme dividir el territorio peninsular en tres regiones equidistantes entre la longitud -10° y $+4^{\circ}$ y otra para las Islas Canarias.

- Zona 1: Catalunya, Comunitat Valenciana e islas Baleares. Se considera la ciudad de Tarragona como ciudad de referencia de la zona.
- Zona 2: Castilla la Mancha, Madrid, Murcia, País Vasco, Navarra, La Rioja, Cantabria, las provincias de Ávila, Burgos, Palencia, Segóvia, Soria y Valladolid de Castilla León de y las provincias de Almería, Córdoba, Granada, Jaén y Málaga de Andalucía.
- Zona 3: Galicia, Extremadura, Asturias, las provincias de Salamanca, León y Zamora de Castilla León y las provincias de Sevilla, Huelva y Cádiz en Andalucía.

- Zona 4: Islas Canarias.

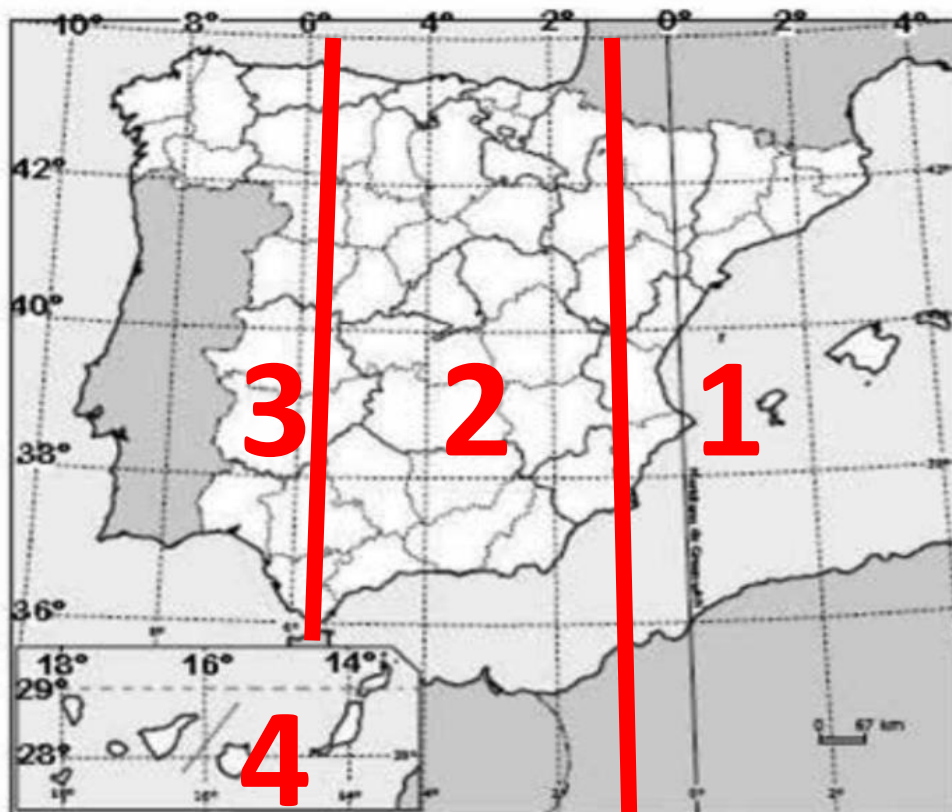


Figura 6.9 - Mapa político y geográfico de España con las provincias de España ordenadas según latitud.
Elaboración propia. Fuente: (231)

Finalmente, se adjunta el ejemplo de fracción solar horaria porcentual relativa a el mes de verano. Se aprecia en el gráfico como para la zona 1 empieza presenta una mayor radiación solar durante las primeras horas que respecto la zona 2 y 3, esto se debe a que sale el sol antes en dicha zona que en las otras. La zona 4 debería mostrarse, en caso de haber escogido el uso del reloj internacional, una hora desplazada a la derecha, pero dado que los consumos están relacionados con el reloj local y no el internacional, dicha curva aparece en el medio de las otras tres. Para la radiación escogida no se añaden factores de corrección en función del techo, estos deberán ser considerados más adelante en caso que se desee llevar a cabo la instalación.

Una vez explicada y argumentada la orientación de los paneles solares, se procede a escoger el método por el cual se dimensionará la instalación solar. Si bien se suele dimensionar para instalaciones que requieran de almacenamiento de energía para cubrir toda su demanda para el mes con menor radiación para evitar discontinuidades de suministro o para la radiación media mensual, se ha optado para realizar el dimensionado con la media mensual, representada por consiguiente en las horas solares pico. De este modo, se espera eliminar la producción excedentaria resultante en exceso

compensando los sobredimensionamientos intrínsecos que se realizan a la hora de tomar los coeficientes de seguridad del modelado.

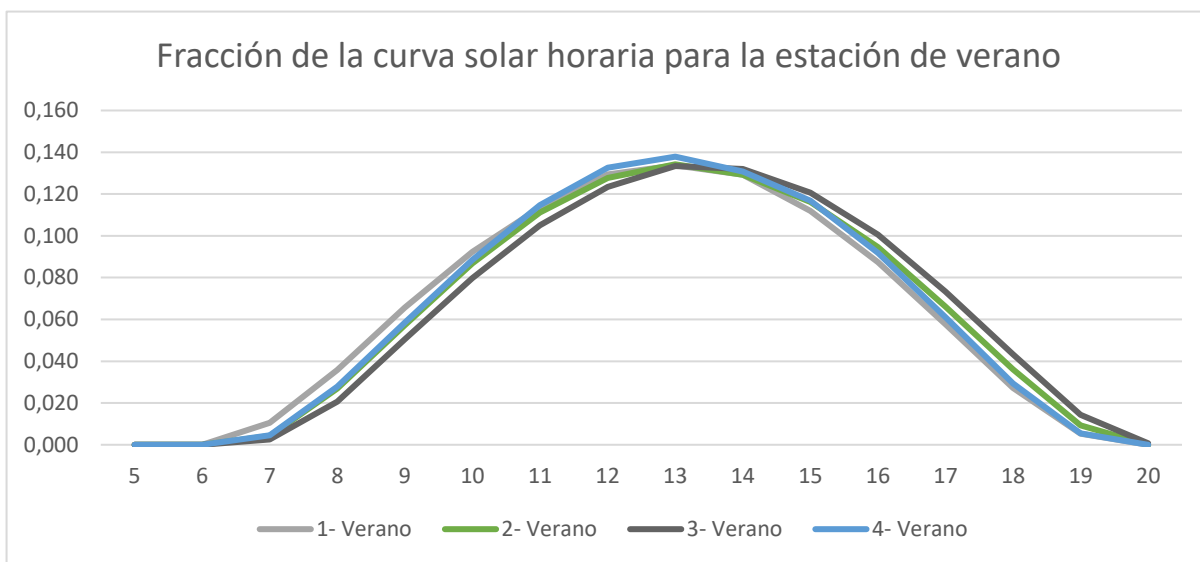


Figura 6.10- Fracción de curva solar para la estación de verano en cuatro ubicaciones diferentes según su región asignada. Elaboración propia. Fuente: (230)

6.3.3.3. Paneles solares

Si bien Schneider Electric no dispone de paneles solares entre sus gamas de productos, estos son indispensables para el funcionamiento de una instalación solar. Se decide escoger un panel de gama alta con elevadas prestaciones presente en la cadena de distribución de la empresa Elektra. Se escoge el módulo fotovoltaico de 144 celdas de celda partida, maximizando de este modo el aprovechamiento de la radiación solar y disminuyendo el efecto de sombras, monocristalino de alta eficiencia ZXM6-NHLD144-440 de la empresa Zshine Solar. Tiene una potencia máxima de 440 Wp y una superficie total de 2,118 m por 1,048 m, siendo estas considerables. De este modo se espera poder modelar la instalación a partir de un número de paneles solares relativamente más bajos que las instalaciones usuales en el mercado de potencias similares. Para el dimensionado de la calculadora se ha estimado un precio por parte del distribuidor a 120,36 euros sin IVA por cada panel, valor que tiene en cuenta un posible descuento por la relación comercial que existe entre ambas empresas.

6.3.3.4. Seguidores de máxima potencia

Los seguidores de máxima potencia (apodados MPPT de acuerdo con la abreviatura inglesa de “*Maximum Power Point Tracker*” y también en el nombre comercial de la solución de Schneider Electric) son los sistemas encargados de convertir las diferentes tensiones de entrada de las diferentes ramas de los paneles solares a una tensión de consigna, la de funcionamiento del inversor cargador que suele ser la misma que la del regulador de carga. Este tipo de tecnología optimiza el aprovechamiento de la energía solar producida por los paneles durante todas las horas del día y especialmente en aquellas en el cual la radiación incidente es menor. Normalmente estos dispositivos permiten una entrada de potencia mucho mayor a la de salida y, a veces, suele sobredimensionarse la instalación mediante la instalación de más paneles que representarían una entrega mayor a la que puede transferir durante las horas de mayor radiación para así compensar cargas futuras.

La empresa dispone de tres seguidores de máxima potencia diferentes para una instalación solar híbrida residencial:

- MPPT 60: Regulador con tensión máxima de 150 V y 60 A de entrada. Tensión de salida regulable de 12 V hasta 60 V en grupos de 12 V. La potencia máxima de salida aprovechable para carga a 48 V es de 3.500 W y admite una potencia de campo solar admitida máxima de 6.720 W. Tiene un PVP de 634 euros.
- MPPT 80: Regulador con tensión de entrada máxima de 600 V y una intensidad de 80 A. Dispone de protección contra fallos de tierra. La tensión de salida es regulable entre 24 V y 48 V, con una potencia de salida aprovechable de 4.800 W para 48 V y 2.500 W para 24 V. Su PVP es de 1.270 euros.
- MPPT 100: Regulador con tensión de entrada máxima de 600 V y una intensidad de 100 A. Dispone de protección contra fallos de tierra. La tensión de salida es regulable entre 24 V y 48 V, con una potencia de salida aprovechable de 4.800 W para 48 V y 2.500 W para 24 V. Su PVP es de 1.448 euros. (232)

Como se aprecia en el párrafo anterior, la diferencia entre las prestaciones del MPPT 80 y el MPPT 100 es el hecho que el segundo pueda soportar una mayor intensidad, pero no pueda brindar una mayor potencia de salida. Por este motivo, aunque se contempla en el dimensionado para la obtención de los componentes de la instalación, este seguidor de máxima potencia nunca será seleccionado.

Por otra parte, se decide establecer la tensión de la carga de la batería a 48 V dado que es el más coste afectivo de acuerdo con los valores obtenidos.

Antes de proceder al siguiente apartado, se considera que las condiciones de descuento por parte de la división solar de Schneider Electric, después de haberlo consultado con el señor Guerrero son de un 50 % respecto el PVP.

6.3.3.5. Inversores cargadores

El inversor en una instalación fotovoltaica es el dispositivo encargado de la conversión de energía en corriente continua a energía en corriente alterna. En caso de instalaciones que requieran de baterías es usual usar un tipo de inversor especial, apodado popularmente como híbrido, que tiene la capacidad de interactuar además con la batería. La gracia del inversor híbrido reside en parte también que permite la conversión de la energía monofásica alterna de la red a energía continua para el almacenamiento en la batería, y viceversa para alimentar las cargas. En muchas instalaciones solares, aunque no haya previsión actual de instalar equipos de almacenamiento, se instalan inversores híbridos para mantener la puerta abierta a dicha opción en un futuro cercano.

La división solar de Schneider Electric no dispone de una solución residencial relativa a inversores con conexión a red, es decir, que no cuenten con la mejora de las propiedades que ofrece un inversor híbrido relativo a la doble conversión de corriente alterna a continua y viceversa (funcionando por consiguiente únicamente de forma unidireccional de corriente continua a corriente alterna). Aun así, Schneider sí dispone de inversores híbridos de pequeñas potencias enfocados el sector residencial (232):

- Conext SW4024: Inversor solar híbrido de 3,4 kW de entrega continua de energía. Permite picos de 4 kW durante media hora y una tensión pico de 9,7 kW. Tensión de trabajo de 24 V (no se usará para la simulación dado que no cumple con el requisito impuesto de una tensión de trabajo de 48 V). La capacidad máxima del cargador es de 90 A (2.160 W)
- Conext SW4048: Inversor solar híbrido de 3,4 kW de entrega continua de energía. Permite picos de 4 kW durante media hora y una tensión pico de 9,7 kW. Tensión de trabajo 48 V. La capacidad máxima del cargador es de 45 A (2.160 W)
- Conext XW PRO 8,5 kW: Inversor solar híbrido de 6,8 kW de entrega continua de energía. Permite picos de 8,5 kW durante media hora y una tensión pico de 12 kW. Tensión de trabajo 48 V. La capacidad máxima del cargador es de 140 Ah.

Los productos de la división solar de Schneider Electric, dado que dicha división pertenece a una unidad de negocio verticalizada que depende directamente de la dirección global, no son comercializados por parte de la división española de la empresa. Este hecho hace que su presencia en el mercado se vea reducida en comparación con el negocio de baja tensión, básicamente por su menor capacidad de

personal para llevar a cabo la gestión operacional del día a día. Por este motivo también, las condiciones de descuento varían respecto la división solar y la división *Home & Distribution Iberia*. Para estos dispositivos se aplican las mismas condiciones de descuento que los seguidores de potencias.

6.3.3.6. Componentes estructurales y protecciones eléctricas

Una vez se tiene clara la instalación de los paneles solares, juntamente con la de los seguidores de máxima potencia y los inversores desde un punto de vista filar y/o esquemático, estos deben ubicarse en el espacio escogido para la instalación solar. Dado que la mayoría de las viviendas disponen de techos inclinados, se realiza una aproximación en que el tejado el cual estarán contruidos los paneles solares tendrá una inclinación de 35 ° y se instalaran de forma coplanar. Se ha considerado la posible compra de estructuras de 4, 6, 8 y 10 paneles solares, ubicándose cada estructura en función del número de paneles (se desarrolla dentro del punto de dimensionamiento solar por qué estos tienen valores pares), siendo instalados preferentemente los paneles de cada seguidor de máxima potencia por fila de paneles, aunque este hecho es más por decisión del autor para ahorrar en el coste de cableado que no técnica no habiendo limitaciones, más allá de que dispongan de la misma orientación, en la colocación de estos. Las estructuras escogidas son las estructuras metálicas presentes en el portal web Autosolar, empresa muy popular en el sector por disponer de unos precios elevadamente competitivos en sus ofertas paquetizadas solares. (233)

Por otra parte, en la instalación solar se deben ubicar protecciones eléctricas por la parte de corriente continua y por la parte de corriente alterna para evitar desperfectos tanto en las instalaciones como en el inversor. En la parte de corriente continua se contempla la instalación de protección contra sobretensiones IPRD40r dimensionada acorde la tensión máxima de la suma de paneles en corriente continua para la entrada del inversor. También se usarán fusibles de corriente continua de otras marcas para la protección de cada rama de los paneles solares instalados y finalmente se reservará el interruptor C60H-DC de un polo para la batería. Su amperaje será para todos los casos de 63 A 48 V CC limitándose la descarga de la batería a dicha intensidad equivalente a una potencia de carga y salida máximas de cerca de 3 kW. Si bien se podría haber considerado la instalación de interruptores automáticos en la entrada del regulador de carga no se considera dado que, de acuerdo con la vigente actual de construcción, encarecería los costes.

Para las protecciones en corriente alterna el protector contra sobretensiones transitorias y permanentes será el Combi SPU, a la vez que el interruptor general de la instalación. Se instalará un diferencial tipo F-SI Resi9 de 40 A para todos los casos y se adecuará el calibre del interruptor magnetotérmico Resi9 Curva C, 6kA a las necesidades de la instalación solar.

6.3.3.7. Baterías

Las baterías usadas para la elaboración de la simulación se corresponden con las de la empresa BYD. Esta empresa no dispone de ningún tipo de acuerdo comercial con Schneider Electric a nivel ibérico, pero son una de las empresas líderes europeas en la confección de baterías, motivo por el cual han sido escogidas además de sus altas prestaciones y calidad.

El modelo de batería seleccionado es el BYD B-Box Premium LVS (234) presente en bloques de 4 kWh escalable hasta llegar a los 16 kWh a partir de la unión de cuatro bloques, pudiéndose ubicar después hasta un máximo de 16 conjuntos en serie. Si bien no se contempla la asociación de más de cuatro bloques, puede ser de interés poder asociar dos o tres baterías en serie, aumentando la capacidad del equipo de almacenamiento. El hecho que la solución sea escalable también facilita mucho la instalación reduciendo los costes.

Las baterías seleccionadas disponen de unas altas propiedades relativas a la potencia que puede aportar la batería, pudiendo hacer entrega de hasta un máximo de 65 A en la salida de la batería que, a una tensión nominal de 48 V, este hecho representa una potencia de descarga de 3.120 W. Aun así, en caso de requerirse una entrega puntual mayor de energía el sistema puede brindar durante 5s un pico de 90 A, en caso de no estar limitada su entrega por el regulador de carga o los elementos constructivos del propio dispositivo. La adición de baterías, pero supone también un aumento en la intensidad máxima que podría descargar.

Estas baterías pueden ser obtenidas desde el distribuidor Autosolar.

6.3.3.8. Otros componentes

Para el correcto uso de una instalación solar es indispensable la elección correcta del cableado. La normativa que rige los requisitos relativos a una instalación solar es la UNE-EN 50618:2015 (235). Para la protección antincendios de la instalación, y de acuerdo con el reglamento *Construction Product Regulation* aplicable en la Unión Europea desde el día 1 de enero de 2017; el cableado usado en una instalación se recomendará que sea clase CCa. De este modo, no entrará el fuego en el interior de la vivienda en caso de aparecer un incendio en la instalación solar. Si bien para la calculadora no se ha procedido a diseñar y modelizar las longitudes de cableado, se realiza una aproximación a esta parte a partir de los valores económicos propuestos por Top Cable en la Figura 4.2 (38) . Es muy importante también destacar que para el uso correcto del cableado se requerirá también de la compra de una canalización donde el cableado se encuentre protegido de aquellos aspectos que puedan reducir sus propiedades como condiciones climáticas exteriores o animales.

Por otra parte, la instalación normalmente requiere de pequeño material como bornes, clavijas, tornillos, ... Estos no han sido computados de forma individualizada ni aproximada para la instalación, pero estarán computadas dentro del margen relativo a la mano de obra del instalador.

6.3.3.9. Dimensionamiento de la instalación solar

Una vez obtenida el consumo medio de energía eléctrica total diaria es necesario obtener la carga eléctrica total para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica. Dado que la carga de la batería se realizará a una tensión nominal de 48 V se estimará la demanda de carga eléctrica requerida para su correcta alimentación.

$$C_{total_{media}} = E_{DC_{media}} + \frac{E_{AC_{media}}}{V_{48V}} \quad (16)$$

Donde:

$C_{total_{media}}$: Carga eléctrica de la batería en Ah requerida para la alimentación de las cargas.

$E_{DC_{media}}$: Energía eléctrica consumida en corriente continua para el día medio y en la vivienda en dimensión en Wh.

$E_{AC_{media}}$: Energía eléctrica consumida en corriente alterna para el día medio y en la vivienda en dimensión en Wh.

V_{48V} : Tensión de funcionamiento de la batería, 48 V.

Seguidamente, se considera un factor de pérdidas relativas al conexionado y al cableado de los equipos relativo del 10 %. Este factor se extrae del método de dimensionado de la instalación usado en la asignatura de Energías Renovables del propio Grado en Ingeniería de la Energía (187).

$$C_{loss_{media}} = C_{total_{media}} \cdot \frac{10}{100} \quad (17)$$

Donde:

$C_{loss_{media}}$: Carga eléctrica relativa a las pérdidas eléctricas expresada en Ah.

Para poder realizar la correcta alimentación de la energía media diaria sin que afecten las pérdidas relativas al conexionado se procede a sumar ambas cargas eléctricas. De este modo se dimensiona el sistema fotovoltaico para que aporte la energía suficiente para abastecer la instalación plenamente, al mismo tiempo que las pérdidas relacionadas.

$$C_{req_{media}} = C_{total_{media}} + C_{loss_{media}} \quad (18)$$

Donde:

$C_{req_{media}}$: Carga eléctrica media requerida para poder abastecer la energía demandada por la instalación a la vez que hacer frente a las pérdidas relativas del cableado, expresado en Ah.

Seguidamente, se evalúan las pérdidas de la instalación. Este es el rendimiento que se computará para calcular entre el funcionamiento corregido del panel a plena potencia con la energía que realmente entregará. Dado que se incorpora un sistema para el máximo aprovechamiento de los excedentes solares, como es Wiser Energy Center y todo su ecosistema conectado, se deben calcular dos rendimientos diferentes en función de si la energía se consume directamente o mediante el almacenamiento de energía. Para el computo de las pérdidas se tienen en cuenta las pérdidas por autodescarga de la batería, las pérdidas por el rendimiento de la batería, las pérdidas en el inversor que transforma la corriente continua en corriente alterna, las pérdidas en el regulador de corriente continua para la batería, se prestará un coeficiente extra para otras pérdidas y finalmente se contemplará los días de autonomía requeridos para el dimensionado de la batería y la profundidad máxima de descarga.

$$K_T = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \left[1 - \frac{K_A * D_{aut_{media}}}{P_{Dmax}} \right] \quad (19)$$

Donde:

K_T : Factor de pérdidas de la instalación solar, expresado en tanto por uno. Equivale a 0,845 para el caso en el cual no se contemple el funcionamiento de la batería y a 0,795 para el caso en el que esta se cargue con la energía proveniente de la instalación solar. La diferencia entre ambos valores se corresponde con el coeficiente global de pérdidas de carga de la batería, relativo a la suma de KB.

K_B : Pérdidas por el rendimiento de la batería. Estas pérdidas se corresponden eminentemente por la disipación en forma de calor de la energía generada en los diferentes procesos químicos de carga y descarga. Se considera un valor del 5 % de acuerdo con la ficha de datos del fabricante BYD para el modelo de baterías en cuestión.

K_C : Pérdidas en el rendimiento del inversor. Se considera un 1,5 % de acuerdo con la información presentada en el webinar “Soluciones Híbridas - Dimensionamiento” de Francisco Guerrero, Solution Application Engineer de la división solar de Schneider Electric. Es el mismo valor para los inversores Conext SW y Conext XW. (229)

K_R : Pérdidas en el regulador DC/DC. Toda la energía producida por los paneles solares deberá pasar a través del regulador de carga, aplicándose por consiguiente este rendimiento a todos los dispositivos conectados. De acuerdo con el mismo documento de dimensionado mencionado para la obtención de la K_C su valor se corresponde con unas pérdidas del 4 %.

K_X : Otras pérdidas, se escoge un 10 % por defecto. Estas pérdidas representan en cierto modo también un coeficiente de sobredimensionamiento, semejante a un coeficiente de seguridad, para tener en cuenta otras irreversibilidades que pueda haber en la instalación.

K_A : Autodescarga de la batería. La autodescarga es el fenómeno por el cual se reduce el estado de carga de la batería sin estar dicha en contacto con ningún electrodo. De acuerdo con el estudio “*Smart system of renewable energy storage based on INtegrated EVs and bAtteries to empower mobile, Distributed and centralised Energy storage in the distribution grid*” (236) financiado por la Comisión Europea se considera que la autodescarga en baterías de ion litio es negligible. Su interés radica por consiguiente en las baterías de ácido plomo, principalmente.

$D_{aut_{media}}$: Días de autonomía medios. Este valor se obtiene de tablas para que, en la mayoría de los casos, se pueda autoabastecer toda la demanda energética de una instalación aislada a partir de los equipos de almacenamiento. En esta ecuación dicho termino no tiene sentido, pero se usa para estimar de forma adecuada el impacto de la autodescarga en la vida de una batería de plomo ácido. Aun así, se considera para cas que la profundidad media de la batería sea para alimentar las cargas eléctricas de la hora pico comprendida entre las 18 horas y las 22 horas en el cual el precio de la luz es más elevado y el aprovechamiento de excedentes (energía a coste “zero”) pueda servir para

P_{Dmax} : Profundidad de descarga máxima. Capacidad máxima de descarga de una batería. Si bien no es el valor máximo para una batería de ion litio, consideramos una profundidad de descarga del 80 % para asegurar una vida útil cercana a los 6.000 ciclos (cercano a los 16 años y medio).

Finalmente, para obtener la carga eléctrica total de dimensionamiento se ha procedido a aplicar la carga eléctrica requerida calculada con anterioridad entre el primer factor de potencia, el que no tiene

en cuenta la batería instalada. Si bien la batería es una parte cabdal de la instalación hibridada, dado que actualmente no aporta un retorno económico destacable por sus elevados precios y sus pocas posibilidades de participar activamente su flexibilidad del mercado eléctrico, no se sobredimensiona su instalación dado que es altamente probable (para no decir que es prácticamente evidente como así lo indican todos los actores consultados) que una instalación actualmente hibridada con baterías no es rentable. Por consiguiente, la carga eléctrica total requerida final es:

$$C'_{req} = \frac{C_{req}}{K_t} \quad (20)$$

Donde:

C'_{req} : Carga eléctrica total requerida expresada en Ah después de la corrección aplicada por las pérdidas totales de la instalación.

A continuación, se procede a realizar el computo de paneles totales a instalar. Para ello se aplica la siguiente fórmula para determinar su número. Se menciona que el programa está programado para redondear automáticamente a la unidad más cercana para su modelizado.

$$n_{PT} = \frac{C'_{req}}{\eta_{panel} \cdot I_{MPPT} \cdot HSP_{media}} \quad (21)$$

Donde:

n_{PT} : Número de paneles fotovoltaicos 440Wp con 144 celdas partidas monocristalinas XM6-NHLD144-440 Zshine Solar a instalar. (237)

η_{panel} : Rendimiento del panel fotovoltaico. Se considera un rendimiento del 95 % que representa posible suciedad que puede estar en su superficie, además del no aprovechamiento de la energía generador durante los primeros y los últimos minutos del día al ser la radiación solar demasiado débil.

I_{MPPT} : Intensidad del panel en el punto de máxima potencia. Este valor se obtiene de la hoja de datos y se corresponde a 9,90 A.

HSP_{media} : Hora solar pico media. El valor se corresponde con el valor medio de las tablas de horas solares pico mensuales extraídos del fabricante Albasolar.

Una vez obtenidos el número de paneles, se calcula el número de asociaciones de paneles que deben colocarse en paralelo, como mínimo, para la obtención de una tensión superior a la de dimensionado de la instalación, siendo 48 V para este caso. Este valor debe redondearse siempre al alza dado que, en caso de instalarse el valor inferior, la instalación no funcionará de forma adecuada dado que no se encontrará una tensión suficientemente elevada como para iniciar el funcionamiento de los inversores y seguidores de máxima potencia.

$$n_{pmin} = \frac{V_{48V}}{V_{MPPT}} = \frac{48 V}{44,3 V} = 1,09 \rightarrow 2 \text{ paneles en paralelo} \quad (22)$$

Donde:

n_{pmin} : Asociación mínima de paneles en paralelo. Cada rama debe contar con un mínimo de dos ramas de paneles ubicadas en paralelo.

V_{MPPT} : Tensión del panel solar en el punto de máxima potencia, equivalente acorde a la hoja de datos elaborada por el fabricante en 44,3 V.

Hecho este primer calculo, a continuación se calculan los valores de funcionamiento mínimos y máximos de la asociación de paneles en serie para el correcto funcionamiento de los paneles solares. Estos deben corresponderse con los valores mostrados a continuación en el intervalo de valores en verde para la siguiente figura, si bien como se aprecia en ella el inversor MPPT 60 no se encenderá hasta alcanzar una tensión de 54 V y el MPPT 80 una tensión de 195 V.

Para el computo de los factores reales de encendido y apagado mediante la asociación de paneles se calculan los valores resultantes de dos escenarios: el primer escenario con una radiación plena y la temperatura máxima anual, para obtener la asociación de paneles en serie mínimos, y el segundo para un escenario con escasa radiación y una temperatura mínima, para obtener la asociación de paneles en serie máximos. Si bien este cálculo podría haberse calculado específicamente para cada provincia de España, se considera una mínima de -10 grados Celsius y una máxima de 45 grados Celsius para realizar dichos cálculos. Los cálculos de esta parte se extraen de la presentación ya mencionada con anterioridad realizados por parte del señor Guerrero.

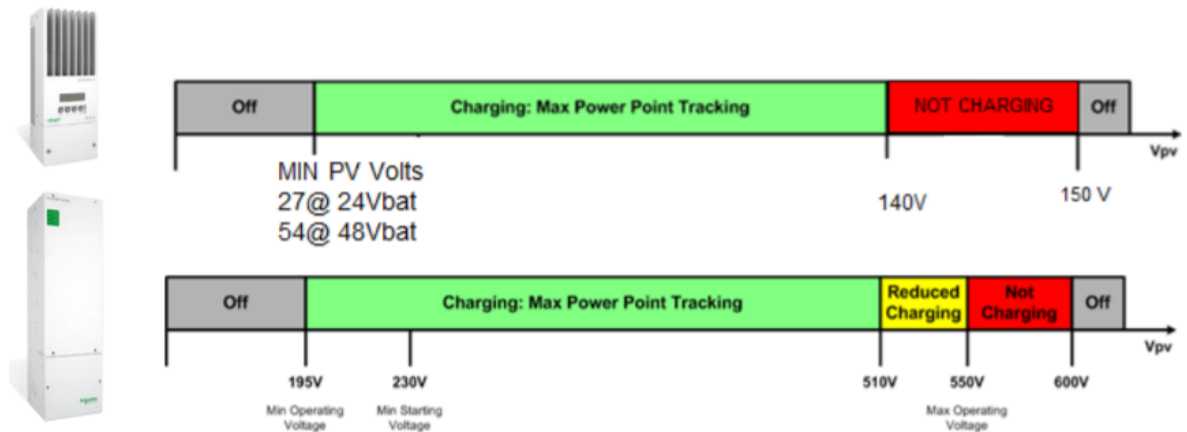


Figura 6.11 – Rango de funcionamiento de los seguidores de potencia. Fuente: (229)

Del primer cálculo, el que se sucede cuando se alcanza la temperatura máxima, se debe corregir los valores mostrados en la hoja de datos del fabricante medidos en condiciones STC (condiciones normalizadas de ensayo a 25 °C y 1.000 W/m²) (238). No se deben confundir bajo ningún concepto las condiciones STC con las NOCT, usadas más adelante para una temperatura de 20°C y 800 W/m². A partir de dicho cálculo, se encontrará la nueva tensión de funcionamiento del panel en dicho punto y se deberá realizar el cociente con la tensión de funcionamiento. Dado que los cálculos son los mismos para el escenario relativo a la temperatura mínima, ambos cálculos se desarrollan a continuación:

$$T_c = T_{amb} + I_{inc} \cdot \frac{NOCT - 20 \text{ }^\circ\text{C}}{800 \frac{W}{m^2}} \quad (23)$$

Donde:

T_c : Temperatura corregida en el panel para la obtención del valor máximo del coeficiente de temperatura. Se obtiene un valor de 75°C para la temperatura máxima y un valor de -32 °C para la temperatura mínima, valor expresado en °C.

T_{amb} : Temperatura ambiente de funcionamiento en condiciones STC. Se corresponde con 25 °C.

I_{inc} : Radiación incidente, se considera la radiación de ensayo STC equivalente a 1.000 W/m^2 para la temperatura máxima y 100 W/m^2 para la temperatura mínima, representando una hora esta última de inicios o finales del día.

$NOCT$: Temperatura de operación nominal del panel solar. Se puede encontrar también en algunas hojas de datos como NMOT (como es el caso actual) (239). Esta se corresponde con 44 grados Celsius para el panel solar ZXM6-NHLD144-440 usado.

A continuación, se extrae de la temperatura máxima corregida en el panel la temperatura ambiente, para poder calcular de forma seguida el valor de tensión en el punto máxima y mínima radiación.

$$T_{mpp} = T_c - T_{STC} \quad (24)$$

Donde:

T_{mpp} : Temperatura usada para calculo del valor de tensión en ambos extremos (que resultará en la tensión mínima de funcionamiento). Este valor se corresponde para el escenario cálido a la diferencia de los $75 \text{ }^\circ\text{C}$ con los $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de la temperatura ambiente, siendo resultante de $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Para el escenario frío es el valor resultante de substraer $-7 \text{ }^\circ\text{C}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, obteniendo un valor de $-32 \text{ }^\circ\text{C}$ que representan la diferencia entre ambos.

Finalmente, el valor de la tensión en el punto de máxima y mínima radiación para cada panel será la resultante del uso de la siguiente formula. Para su cálculo se aplica el parámetro normalizado del coeficiente de temperatura de la tensión de salida.

$$V_{mp} = V_{MPPT} - (T \cdot (V_{MPPT} \cdot \frac{Coef_{VOC}}{I_{STC}})) \quad (25)$$

V_{mpp} : Valor de tensión en los puntos máximos y mínimos de temperatura para cada panel. Este valor se corresponde con $40,28 \text{ V}$ para el escenario cálido y $55,95 \text{ V}$ para el frío. Por consiguiente, es importante no confundir el valor de tensión máximo que será alcanzado por el panel con el que alcanzará cuando la temperatura sea superior. Para estos valores de tensión debe procurarse

modelizar el número de paneles mínimos ubicados en serie para el escenario de temperaturas máximas y el número máximo de paneles colocados en serie para temperaturas mínimas.

V_{MPPT} : Tensión en el punto de máxima potencia, resultante de 44,3 V. Se ha definido con anterioridad.

$Coef_{VOC}$: Coeficiente de temperatura de la tensión respecto el valor STC. Es un dato intrínseco de cada panel solar y se encuentra en su hoja de datos del fabricante. Indica la variación normalizada de tensión en el panel de forma porcentual para cada panel. Para el panel ZXM6-NHLD144-440 el valor es de -0,29 %·°C. De este modo, a medida que la temperatura sea superior la tensión será inferior de forma porcentual, y viceversa.

I_{STC} : Radiación incidente normalizada para el cálculo vigente, siendo de 1.000 W/m² para el escenario cálido y 100 W/m² para el frío.

Por consiguiente, los valores mínimos de asociación en serie de cada seguidor de máxima potencia se calculan de la siguiente manera:

$$n_{S_{min-MPPT}} = \frac{V_{MPPT}}{V_{mp-Tmax}} \quad (26)$$

Donde:

$n_{S_{min-MPPT}}$: Número de paneles solares mínimos ubicados en serie para cada seguidor de potencia. Para el MPPT 60 se obtiene un número mínimo de 2 paneles ubicados en serie y para los MPPT 80 y MPPT 80 un número mínimo de 5 paneles ubicados en serie. Este valor se redondea hacia el número entero inferior.

Por otra parte, el número máximo de paneles en serie para cada seguidor de potencia se ha calculado de la siguiente forma:

$$n_{S_{max-MPPT}} = \frac{V_{MPPT}}{V_{mp-Tmin}} \quad (27)$$

Donde:

$n_{S_{max-MPPT}}$: Número máximo de paneles solares ubicados en serie para cada seguidor de potencia. Para el MPPT 60 se obtiene un número máximo de 2 paneles, igual que el mínimo de paneles ubicados en serie, y para los MPPT 80 y MPPT 100 un número máximo de 10 paneles. Este valor se redondea hacia el número entero inferior.

Finalmente, se procede a dimensionar el valor máximo de ramas de paneles ubicados en paralelo para la instalación. Este cálculo se realiza a partir de realizar el cociente entre la intensidad máxima generada por cada panel, equivalente al punto de máxima potencia, con la tolerancia del cada seguidor de máxima potencia. La obtención de dicho valor se obtiene de la siguiente formula:

$$np - max = \frac{I_{MPPT}}{I_{toleranciaMPPT}} \quad (28)$$

Donde:

$np - max$: Número máximo de ramas de paneles ubicadas en paralelo. Para el MPPT 60 se corresponde con un máximo de 6 ramas y para los seguidores MPPT 80 y MPPT 100 un número de 3 ramas.

$I_{toleranciaMPPT}$: Intensidad máxima permitida por cada seguidor de máxima potencia. Su valor se corresponde con 60 A para el MPPT 60, 35 A para el MPPT 80 y 35 A para el MPPT 100.

Antes de entrar a realizar el modelizado de las baterías, debe decidirse de qué manera se conectarán los paneles solares con los diferentes seguidores de máxima potencia y después con los inversores. Se han contemplado las posibilidades y viabilidad de cada instalación y al final se ha decidido optar por la instalación más coste efectiva. Este hecho excluye ya de entrada el seguidor de máxima potencia MPPT 100 dadas que sus prestaciones se ven limitadas por la tipología de instalación y por tener prácticamente las mismas prestaciones que el MPPT 80, siendo este primero bastante más caro. Se da, además, el hecho que la unión de un MPPT 60 y un MPPT 80 es más económico que la instalación de un seguidor MPPT 100.

A partir de aquí, y de acuerdo con lo comentado anteriormente, el número mínimo de paneles de dicha tipología que se podrán instalar será de 4 con un seguidor de máxima potencia MPPT 60 en el cual los paneles se encuentren ubicados en dos filas de dos paneles. Dado que cada rama debe de disponer obligatoriamente del mismo número de paneles para evitar los desequilibrios entre ramas, no será posible realizar una instalación con 5 paneles de la tipología escogida. Por consiguiente, se

redondearán los valores más cercanos a 5, del mismo modo que para todas las configuraciones que resulten matemáticamente en una configuración de paneles solares impares, por la parte inferior a 4 paneles (el valor par inferior) y en caso de ser superior de 5 por la parte superior hasta llegar a 6 (el valor par superior). Para una instalación de seis paneles se ubicarán estos en tres filas de dos paneles para realizar el conexionado, del mismo modo que en caso de haber 8 paneles se ubicarán en cuatro ramas manteniendo la instalación del MPPT 60. Aunque la potencia solar pico sea 20 W mayor que la de salida del seguidor solar MPPT 60 se instala igualmente este componente dado que el seguidor de máxima potencia admite la entrega de potencia hasta 5.250 W pero solo permite la entrega de 3.500 W, no poniendo en riesgo por consiguiente la instalación. Para el caso de la instalación de 10 paneles, dado que el precio es prácticamente indistinto entre 1 seguidor MPPT 80 y dos seguidores MPPT 60, se opta por esta segunda opción dado que permite una mayor versatilidad en la instalación pudiendo realizar múltiples orientaciones, siendo también la solución más coste efectiva para 12 y 14 paneles. Aunque podría ser posible instalar más paneles en serie, aparecería otra vez la limitación relativa a la entrega de potencia por parte del seguidor de potencia y por lo tanto, se decide instalar dos seguidores MPPT 60. Finalmente, una vez se alcance el número de 16 paneles se instalará un seguidor MPPT 60 y otro MPPT 80, del mismo modo que también se realizará para un número de 18 paneles. Finalmente, para la mayor solución de 20 paneles se instalarán dos seguidores de potencia MPPT 60 con 4 y 6 paneles respectivamente y otro MPPT 80 con 10 paneles asociados. Si se hacen los cálculos, se puede ver como la entrega de potencia nunca se ve superada de la potencia nominal pico de sus paneles asociados (contando con la excepción de los 20 W mencionados anteriormente) y solo para el caso de tener 8 paneles relativos a un MPPT 60, valor que nunca se ha superado para garantizar la máxima entrega de energía. Por otra parte, la instalación con un inversor MPPT 80 solo puede asumir 10 paneles (dos series de cinco) con los cuales alcanza una potencia pico asociada de 4.400 W. Teniendo en cuenta si se añadiese un panel de más a cada fila se superaría por 480 W la entrega de energía durante las horas de máxima radiación no se ha contemplado su instalación para dicho caso, además de tener un coste prácticamente igual la de instalar un seguidor MPPT 80 que dos MPPT 60 para el mismo escenario, como se ha mencionado anteriormente. Se debería contemplar, pero a la hora de realizar el estudio definitivo relativo a la instalación de la solución los precios reales del cableado y protecciones para cada solución, que variará del mismo modo que lo hará el amperaje de la solución, para encontrar realmente la solución coste efectiva. Finalmente, el hecho que el seguidor MPPT 100 tenga la misma entrega de energía aprovechable que el seguidor MPPT 80 lo ha descartado de la posibilidad de instalación dado que no aportaba valor y solo encarecía la instalación.

Desde un punto de vista de instalación de inversor, para aquellas instalaciones que cuenten con 4, 6 y 8 paneles se han optado para realizar la instalación con el inversor Conext SW al no superarse la capacidad de entrega de potencia a 48 V equivalente a una entrega de potencia máxima es de 3.800 W. Por consiguiente, para la asociación de 10, 12 y 14 paneles se usará un inversor Conext XW cuya potencia nominal de salida máxima es de 6.800 W. Dado que el inversor Conext SW dispone de una

única entrada y el inversor Conext XW de dos, el hecho que cada seguidor de potencia pueda ir dirigido a una entrada facilita mucho su instalación. Para las instalaciones de mayor potencia (16, 18 y 20 placas) se instalarán ambos inversores hasta poder ofrecer un rango de potencia cercano a los 8,8 kWp. Se ha limitado la instalación a dicho valor para no superar la potencia de dimensionado del IGA de la instalación, ubicado a 9.200 W. Estas configuraciones quedan recogidas dentro del Anexo B de forma más visual.

Finalmente, por el modelizado de la batería se opta para dimensionarla acorde las necesidades medias anuales de consumo eléctrico durante la hora pico de la tarde, aquella en la cual no habrá generación solar fotovoltaica y es plausible que sea la única hora del día en que su uso provoque un retorno al usuario desde un punto de vista de coste nivelado de la energía. Para la obtención de la carga eléctrica necesaria por consiguiente para poder suplir esta demanda se realiza el siguiente computo:

$$C_{alm} = \frac{C'_{req} \cdot D_{aut}}{P_{D,max}} \quad (29)$$

Donde:

C'_{req} : Carga eléctrica media total diaria, incluyendo las pérdidas, para un día medio. Expresado en Ah / día.

C_{alm} : Carga eléctrica de la batería expresada en Ah

D_{aut} : Días de autonomía, expresados en días.

$P_{D,max}$: Fracción de la potencia total diaria consumida durante la hora pico. Expresado en tanto por uno.

Una vez obtenida la capacidad de carga eléctrica que requerirá la batería, se procede a dimensionar el número de baterías de 4 kWh a instalar. Si se considera que la batería tiene una constante de pérdidas del 5%, se procede a calcular la carga eléctrica relativa de cada módulo de la batería.

$$C_{bat} = \frac{En_{bat,nom}}{V_{48V}} \cdot \frac{(100 - Kb)}{100} \quad (30)$$

Donde:

C_{bat} : Capacidad de carga corregida de la batería, expresado en Ah. Incluye el efecto en las pérdidas relacionadas con la carga y descarga de energía.

$En_{bat,nom}$: Energía total que puede almacenar un módulo de la batería, 4.000 Wh. (234)

V_{48V} : Tensión de funcionamiento del circuito, equivalente a 48 V.

Kb : Factor de pérdidas relativo a la carga y descarga de la batería.

Finalmente, para la obtención del número de baterías que se instalaran para la opción con batería se contempla la introducción de una batería mínima para el diseño de todos los casos y el redondeo a la baja del cociente ente la energía requerida para el dimensionado y la energía que puede aportar cada batería. No es deseable, teniendo en cuenta la fiabilidad de la red y los altos costes de los sistemas de almacenamiento, disponer de una mayor capacidad de almacenamiento que aquellas horas en las cuales la luz sea más cara. Es posible pero que este paradigma cambie en breves, pero de momento, al realizarse la inversión de forma próxima, no se considera dicha opción. Por lo tanto, el número de baterías se define de la siguiente manera:

$$n_{bat} = \frac{C_{alm}}{C_{bat}} \quad (31)$$

Donde:

n_{bat} : Número de módulos de la batería instalados en serie. Este se redonda en la calculadora al número integro inferior y siempre a partir de uno.

6.3.4. Tarificación del consumo eléctrico

Para la obtención del retorno de la inversión es indispensable poder realizar una estimación del dinero que pagara cada consumidor asociado por el consumo de las cargas eléctricas introducidas en la calculadora. Para la obtención de los precios se ha procedido a realizar una estimación anual horaria en primer lugar, estableciendo el precio horario de los excedentes fotovoltaicos y del precio de la tarifa PVPC 2.0 con impuestos incluidos, y otra aproximación con la evolución del precio de la electricidad en el mercado de futuros para los próximos años. Para la correcta tarificación de los costes asociados a la energía se han establecido tres modelos en los cuales en el primero no existe una optimización ni del

consumo ni de la demanda, en el segundo se optimizan los consumos mediante Wiser Energy Center, pero no se dispone de generación solar y para el tercer escenario también se dispone de Wiser Energy Center. Este último se optimiza tanto la demanda como la generación mediante una instalación solar y una instalación solar hibridada con batería.

Se dispone para las tres hojas de Excel relativas a cada escenario descrito en la hoja de cálculo de la tarificación relativa a cada instalación en caso de obtener toda su energía proveniente de la red eléctrica, esta disponga de una instalación solar y disponga de una instalación solar hibridada con baterías. El cálculo de los flujos de energía para cada caso, y su consiguiente tarificación, es la siguiente para cada caso:

- Obtención de toda la demanda de la red: La energía consumida es tarificada de forma diaria a partir del precio medio estacional horario de la tarifa 2.0 TD extrapolada del punto 4.2.2.1 del vigente trabajo. Dicho valor incorpora ya los impuestos.
- Obtención de la demanda por parte de la red y una instalación solar: Se realiza de forma horaria un balance entre la energía consumida por la vivienda y la energía producida en cada instante por la instalación solar. Este computo se realiza en función de la estación y en función de la hora. La energía excedentaria se compensa al precio obtenido del estudio en el punto 4.2.2.1 a la vez que el precio de la tarifa extrapolada 2.0 TD incorporando los impuestos. Es importante mencionar que nunca la compensación de excedentes podrá tomar un valor negativo del término de la energía y que su periodo de compensación es de forma mensual. Por este modo, en caso de haber un valor superior al de la compensación de excedentes no se podrá obtener una retribución neta por parte del usuario.

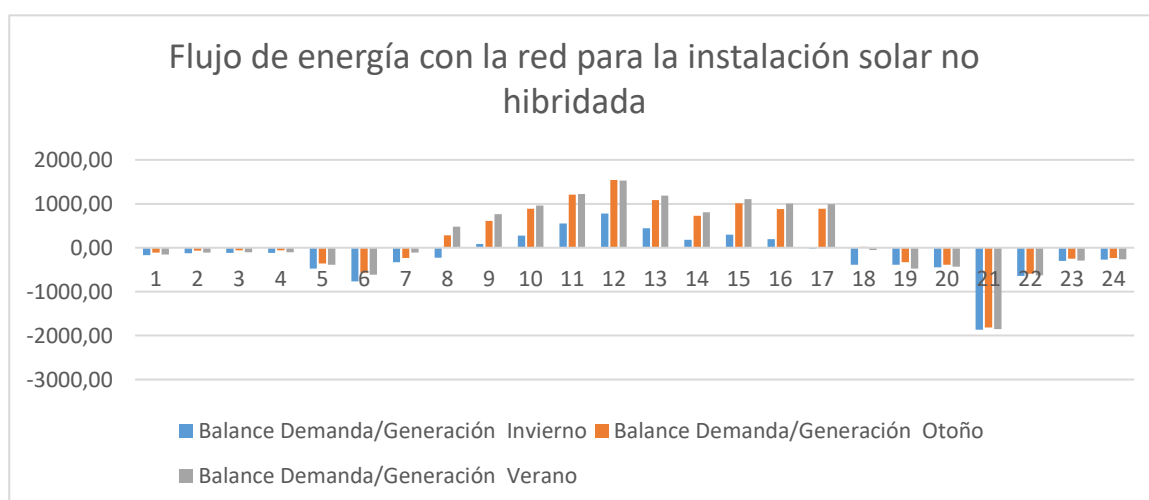


Figura 6.12 – Ejemplo de funcionamiento del balance de la producción y la generación de energía en una vivienda simulada por la calculadora. Elaboración propia.

- Obtención de la demanda por parte de una instalación solar hibridada con batería y respaldo de la red: Una vez obtenido el balance entre la generación solar y la demanda, en caso de producirse energía excedentaria esta irá destinada a realizar la carga de la batería hibridada. Para este caso, una vez se haya realizado el balance de la demanda con la generación y en caso que el sistema de cálculo haya priorizado la carga de la batería, se computarán unas pérdidas asociadas relativas a la carga y descarga de la batería teorizadas en un 5 %. Estas no serán computadas para el caso en que la batería, para poder realizar un ciclo de carga y descarga diario, requiera de más energía que la excedentaria solar no aplicándose el coeficiente de pérdidas en la ecuación de Tellegen con la cual se derivan los flujos de energía horarios con la red. Se ha decidido negligirlas dado que simplifican la ecuación de Tellegen, además de ser presentes únicamente dichas perdidas en muy pocos escenarios de diseño, prácticamente durante los meses de vivienda y para aquellas instalaciones en los cuales la capacidad de la batería no ha sido redondeada tanto a la baja respecto otras configuraciones. Por consiguiente, las pérdidas que se negligien representan una parte muy pequeña del flujo de energía diario de la vivienda, no son presentes en la mayoría de las viviendas simuladas durante todo el año y, en caso que aparezcan, lo harán únicamente durante el mes de invierno no existiendo dichas pérdidas durante la mayoría del año.

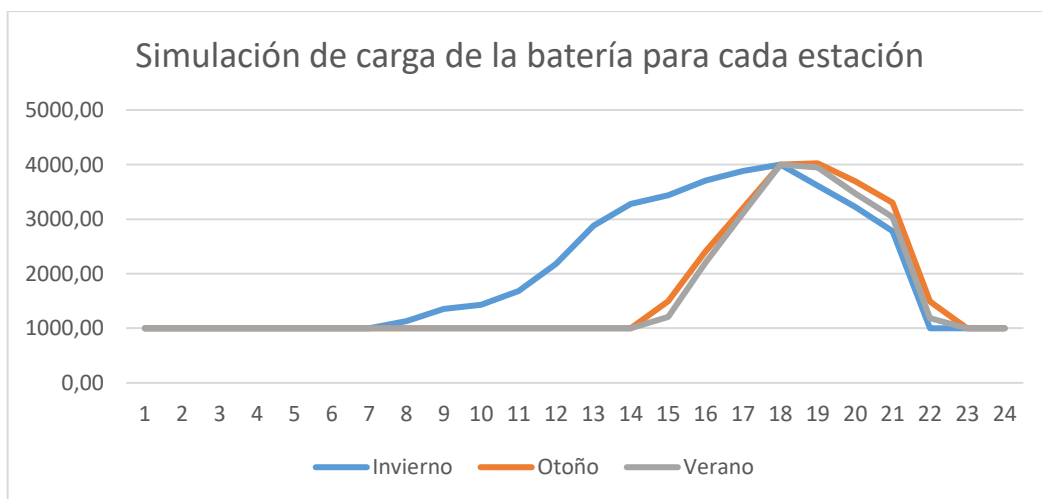


Figura 6.13 – Ejemplo de simulación del estado de carga de una batería para el escenario de carga para las tres estaciones del año. Elaboración propia.

El modo de simulación del estado de la carga de la batería por el cual se ha optado es para que alcance la plena capacidad a las 18 horas de la tarde, justo antes de iniciarse la hora pico

para poder hacer la demanda de la energía durante estas horas. Como se puede ver para esta vivienda de ejemplo diseñada la batería con elevada probabilidad quedará descargada hasta el SOC del 25% que se ha escogido para hacer durar la batería con unas propiedades aceptables durante cerca de 18 años, de acuerdo con el número de ciclos que permite una batería en función la profundidad de descarga y los ciclos en los cuales se descargue la batería. Aun así, se menciona como la descarga es bastante pronunciada por parte de la batería para la mayoría de los casos, especialmente en el caso en el que no hubiere una gestión inteligente de la demanda reduciendo la vida útil de los equipos relativos al almacenamiento de energía. Finalmente, para la obtención de la energía de la red se realiza la siguiente ecuación de Tellegen:

$$+E_{dem} - E_{solar} + E_{bat_{loss}} - \Delta E_{bat} + E_{red} = 0 \quad (32)$$

Donde:

E_{dem} : Energía eléctrica asociada a la demanda de energía de la vivienda. Expresado en Wh.

E_{solar} : Energía eléctrica producida por la instalación solar. Expresado en Wh.

$E_{bat_{loss}}$: Pérdidas eléctricas relacionadas con la batería producidas durante cada hora. Expresado en Wh.

ΔE_{bat} : Diferencia del estado de carga de la batería durante la hora en el cual se realiza el cálculo. Expresado en Wh. En caso que el incremento sea superior a 0 habrá existido una carga de la batería, y por consiguiente un consumo de energía, justificando de esta manera la elección del símbolo.

E_{red} = Energía de la red. En caso que la energía provenga de la red esta tendrá de signo positivo y será tarifada con el precio de la tarifa 2.0 TD expuesto en el punto 4.2.2.1 de este trabajo. En caso que el signo sea negativo querrá decir que se compensaran los excedentes de energía tomando el precio de referencia del mismo apartado para cada estación del punto anterior.

Una vez obtenidos los costes asociados de la parte de energía de la factura eléctrica para el primer año y los tres escenarios diferentes, se procede a actualizar los costes de energía asociados para cada vivienda para los próximos 20 años. Se considera una aproximación dado que no se considera la reducción del rendimiento de los paneles solares y los otros componentes que conforman la instalación. Se ha decidido no aplicarse un coeficiente de reducción dado que habría que actualizarse la

generación solar de forma anual para los tres escenarios añadiendo una elevada completitud en los cálculos. Aun así, los paneles solares aportados disponen de una elevada eficiencia de más de un 90 % para toda la producción solar elaborada en la primera década y de al menos de un 80 % para toda la generación solar elaborado ente el año 10 y año 25 de la instalación. Se puede considerar que la introducción gradual, principalmente por remplazo, de electrodomésticos cada día más eficientes en la vivienda provocará una reducción de los consumos con toda probabilidad mayor al 20 % de pérdidas máximas que tendrá la vivienda desde un punto de vista global de aquí dos décadas (en caso de no instalarse un vehículo eléctrico o electrificar la obtención de ACS o clima). Por consiguiente, se aproxima en que las perdidas provocadas por la reducción de eficiencia en la generación se corresponderán con el aumento de la eficiencia en la demanda global del inmueble.

Dicho esto, se divide para los próximos 20 años, iniciándose el periodo de cálculo del retorno de la inversión para una instalación que entre en funcionamiento el primero de setiembre de 2021, la parte relativa de la factura de energía eléctrica correspondiente a costes regulados y el precio de mercado de la energía eléctrica. Se considera que el valor asociado al pago de peajes se incrementará, para la parte variable de la factura, en un 2 % anual dado que entre los objetivos del gobierno se contempla el interés de mover los costes regulados de la parte fija a la parte variable de la factura. El valor obtenido para el peaje anual usado en cuestión es el relativo a la media ponderada del volumen de energía consumida por hora y el valor de la instalación, encontrándose este valor antes de impuestos dado que se aplicarán a posteriori de forma conjunta. Se destaca como este parámetro es diferente para cada una de las instalaciones modelizadas, al variar el precio medio del peaje acorde al consumo.

$$Peaje_{total} = \frac{\sum_{i=1}^{i=24} Dem_{avg,h} \cdot Peaje_h}{Dem_{avg,h}} \cdot 1,01^n \quad (33)$$

Donde:

$Peaje_{total}$: Valor anual medio del peaje relativo al consumo de energía eléctrica para cada vivienda, expresado en euros por kWh.

$Dem_{avg,h}$: Demanda horaria media anual para cada vivienda modelizada. Se expresa en kWh.

$Peaje_h$: Valor horario de cada peaje.

Por otra parte, para la obtención de los valores futuros del precio de la electricidad se considera un encarecimiento del 1% anual respecto el valor medio del estudio realizado durante los 3 años para el valor del servicio de ajuste, los servicios de capacidad, el margen de comercialización, el pago de los servicios de interrumpibilidad, la financiación del operador del sistema y la financiación del operador

del mercado. Se le añade finalmente el valor del precio del mercado de futuros de la electricidad del día 1 de junio de 2021 para los años comprendidos entre el 2021 y el 2031. Se considera que el precio del mercado eléctrico se mantiene constante con los precios del año 2031 de aquí en adelante.

De este modo, una vez sumados dichos valores se encontrará el precio medio de la energía anual al cual habrá que sumarse el valor de los impuestos, el IVA y el impuesto especial a la electricidad.

Finalmente, para obtener el valor final asociado del pago de la parte de energía en la factura eléctrica por parte del consumidor para cada escenario y modelo se procede a actualizar los precios respecto los del primer año. Esta actualización se realiza de forma directamente proporcional a partir de la siguiente formula:

$$PrecioAnual_n = \frac{PrecioTarif_n}{PrecioTarif_{n=0}} \cdot PrecioAnual_{n=0} \quad (34)$$

Donde:

PrecioAnual: Valor económico expresado en euros relativo al precio anual de los costes asociados de la parte de energía de la factura incluyendo sus peajes e impuestos asociados. Este valor es el que se comprará de forma anual para poder calcular el retorno de la inversión. Este valor se muestra ya actualizado a la inflación estimada para cada aspecto del cálculo.

PrecioTarif_n: Precio medio anual para los costes asociados a los peajes eléctricos, el precio de la energía en el mercado de futuros, los costes regulados del sistema y sus impuestos asociados. Se expresa en euros.

Una vez obtenidos estos valores, podrá obtenerse el ahorro anual provocado a partir de la diferencia respecto el escenario base en el cual ni la demanda ni la generación serán optimizadas. El cálculo del retorno de la inversión se desarrollará en el apartado de presentación de los resultados.

6.4. Dimensionamiento de Wiser Energy Center

Si bien existirán soluciones paquetizadas de Wiser Energy Center, se ha creído conveniente realizar una aproximación más fidedigna al cuadro de la vivienda. Si bien se realizará únicamente el dimensionado

relativo a las protecciones eléctricas de Wiser Energy Center, este cálculo será útil para poder ser conocedores de parte del coste en productos de distribución eléctrica.

La construcción de Wiser Energy Center está basada en el número de circuitos estipulados por el REBT y modelizados acorde a la instalación de la vivienda. A continuación, se muestra los criterios de elección del calibre del cableado, del interruptor automático, la protección diferencial requerida, el número de derivaciones ubicadas dentro de un circuito y, si se requiere, el número de circuitos duplicados para cada conjunto de cargas asociadas:

- C1: Instalación de un circuito básico de 10 A enfocado a la iluminación. Este circuito se corresponde con protección tipo AC.
- C2: Tomas generales de la vivienda, se considera un único circuito para todas las viviendas de 16 A. Este circuito se corresponde con protección tipo AC.
- C3: Circuito de la cocina. Se instala un interruptor magnetotérmico de 25 A en todas las viviendas con la finalidad de alimentar el horno y el extractor, además de la cocina de inducción o vitrocerámica y otras cargas plausibles. Este circuito se corresponde con protección tipo A.
- C4: Sectorizado para todas las viviendas con los circuitos adicionales para lavadora y termo eléctrico, siendo cada uno de 16 A. En caso que se disponga de lavavajillas se añade un circuito adicional. Este circuito se corresponde con protección tipo A, con la excepción del termo eléctrico que se corresponde protección AC al ser una carga resistiva pura prácticamente.
- C5: Tomas de corriente para el baño y la cocina. Se protege el circuito con un interruptor automático de 16 A. Este circuito se corresponde con protección tipo AC.
- C6: Circuito adicional de luz. En caso de ser la vivienda posterior al año 2006, se considera que la vivienda dispone de sistemas para la apertura y cierre de persianas de forma monetizada requiriendo, por consiguiente, de un circuito adicional. A la vez, la vivienda en caso de disponer 4 o 5 habitaciones se le añadirá un circuito adicional y dos en caso de disponer de más de 6 habitaciones. Con ellos se espera poder también aportar la iluminación que viviendas de dichas dimensiones, con toda probabilidad, tendrán en un jardín o en las diferentes estancias de la vivienda. Este circuito se corresponde con protección tipo AC.
- C7: Circuito adicional para tomas de corriente. Se añade una toma extra de corriente de calibre de 16 A para las viviendas con 4 y 5 habitaciones y se añaden dos para aquellas que tengan 6. Este circuito se corresponde con protección tipo AC.
- C8: Se dirime para esta parte entre suelo radiante y aerotermia. En caso de que la vivienda tenga activado al menos uno de los parámetros binarios correspondientes a las tecnologías de aerotermia o bomba de calor (con la excepción del aire acondicionado, que irá ubicado como C9 para la obtención únicamente de frío), ubicadas en las demandas de agua caliente sanitaria y climatización, se procederá a establecer un circuito C8 de 25 A de calibre. Por otra

parte, en caso de tener activado el sistema calefacción mediante suelo radiante eléctrico / radiadores también se habilitará un circuito de 25 A. Este circuito se corresponde con protección tipo F-SI para las unidades con bomba de calor y/o aerotermia y tipo AC para el suelo radiante y calefacción con radiadores eléctricos.

- C9: Circuito dedicado a la obtención de climatización. Dado que se ha ubicado las bombas de calor reversibles en la sectorización C8, se ubica únicamente en dicha sectorización el parámetro relativo a la obtención de aire acondicionado. La tipología del diferencial para esta instalación es F-SI y el automático dispone de un calibre de 25 A.
- C10: Circuito de la secadora. En caso de estar habilitado el parámetro binario se procede a instalar el circuito, con un amperaje de 16 A y protección diferencial clase A.
- C11: Consumo asociado a la automatización de la vivienda, está enfocado a la alimentación de los componentes Wiser en este caso. Se requiere de un circuito de 10 A asociada a la protección diferencial clase A.
- C13: Circuito de recarga de vehículo eléctrico. En caso de estar activado algunos de los parámetros binarios que indican la recarga de un vehículo eléctrico en la vivienda se establecerá una sectorización que requerirá de un interruptor automático calibre de 40 A y un diferencial exclusivo tipo B.
- Circuito adicional: Se considera la bomba de la piscina un circuito que requiere, por si solo, de una sectorización. De este modo, en caso de ubicarse la opción de haber una piscina en la vivienda se instalará un circuito adicional de 25 A de calibre y que deberá estar protegido, al ser una máquina con arrancador de velocidad y/o variadores de frecuencia con una elevada probabilidad, de protección diferencial clase F-SI.

El dimensionamiento de los circuitos ha sido realizado, eminentemente, usando las funciones lógicas que ofrece el software Excel, en concreto la función las funciones *if*, *iferror* y *vlookup*. Para el dimensionamiento de las protecciones se ha usado una tabla ubicando en las columnas el número de circuito y en las filas el número de amperaje necesario. De este modo, se obtiene un recuento del número y clase de los circuitos magnetotérmicos a instalar.

Para la protección diferencial se realiza la suma de todos los interruptores automáticos que requerirán de su protección. Si se suman estos de forma acumulada empezando de la mayor clase (F-SI), pasando por la clase A hasta llegar a los tipos AC. Siendo concedores que deben instalarse, como máximo, un interruptor diferencial para cada cinco interruptores automáticos, excluyendo de este computo el interruptor diferencial tipo B relativo a la protección para vehículo eléctrico, se hace un recuento de los circuitos que tienen asociados protección diferencial clase F-SI y clase A. En caso de instalarse entre uno y cinco interruptores magnetotérmicos se instalará un interruptor diferencial F-SI, en caso de instalarse entre seis y diez interruptores magnetotérmicos se instalará un segundo interruptor diferencial clase F-Si; haciendo el reparto de esta forma. Finalmente, para la instalación de los

diferenciales tipo AC se realizará la suma del número de protecciones automáticas total y se realizará el reparto a partir de la misma secuencia que para los diferenciales tipo F-SI. Deberán sustraerse, pero del cómputo total obtenido los diferenciales clase F-SI ya instalados.

Para el dimensionado del interruptor general automático se optará por la instalación de la protección combinada contra sobretensiones permanentes y transitorias Combi SPU. En caso de haber únicamente instalados los circuitos relativos a la electrificación básica, que se corresponde con la instalación de un único circuito para los comprendidos entre C1 y C5, se instalará la versión con el calibre de 25 A. en el caso contrario, se optará para la instalación del dispositivo con el calibre de 40 A. Al incluir obligatoriamente un circuito adicional C11 para la alimentación de las automatizaciones, siempre se instalará la versión mínima del Combi SPU para la electrificación elevada.

Una vez obtenida el número de protecciones eléctricas, se dimensionará también el número de filas que debe disponer el cuadro eléctrico de la vivienda, el número de polos de los peines que realizan el conexionado de la instalación y su correspondiente reparto. Para la elección de los peines se usará el reparto de un mínimo y un máximo de diferencial por fila pudiendo alimentar a un mínimo de un interruptor magnetotérmico y un máximo de cinco. Por esto se ha considerado la instalación de los peines de conexiones de 12, 10, 8, 6 y 4 módulos de la gama Acti9. Su distribución se realizará siempre priorizando la instalación de peines de 12 módulos, instalándose los interruptores cuyo número de módulos sea el resto de la división en los peines para un número de módulos inferior. Si bien a primera vista puede existir un escenario en el que existan, mediante la instalación de peines de 6 protecciones un punto flaco de diseño para el caso en 7 protecciones eléctricas que no retornaría de forma adecuada la instalación correcta, se menciona que este hecho ha sido teniendo en cuenta y no se sucederán. Este hecho se debe en la combinación de las diferentes protecciones, son pudiendo ser modelizado de entrada un sistema con dos diferenciales y cinco magnetotérmicos por las restricciones impuestas al sistema, y lo mismo con los venideros casos. Aun así, se recuerda que este diseño sirve únicamente desde un punto de vista informativo y de aproximación de costes. A estas protecciones habrá que sumarles la presencia de un paquete de cubredientes por cuadro, un conector moneconexión por cada peine y transporte

Si bien la constitución del tercer panel que conforma el cuadro eléctrico de la vivienda con la solución Wiser Energy Center ya estaría definido, la calculadora muestra también en la página del retorno de la inversión los diferentes componentes ubicados dentro del panel de gestión de la energía. En él se encuentran las protecciones automáticas y diferenciales de la instalación solar, del punto de recarga de vehículo eléctrico y el almacenamiento de energía eléctrica.

6.5. Coste económico de las instalaciones

Para el computo del valor económico de cada instalación realizada deben tenerse en cuenta los valores económicos relativos del coste de cada producto. Además, dado que los precios se ofrecen para una instalación llaves en mano, dado que es el valor con el cual el usuario valorará el debido retorno de la inversión, se deben computar los costes asociados del personal profesional debidamente acreditado para la instalación de los productos.

Si bien normalmente la venta de componentes de Schneider Electric se realiza mediante el canal de la distribución, para productos de gamas profesionales enfocados a edificios e industrias, y canales difusos, para instalaciones de corte residencial; se considera para el computo de los costes unos márgenes corregidos y ajustados de la instalación entre todos los actores que conforman tanto los productos de la instalación como su montaje con la finalidad de ofrecer una oferta paquetizada.

A continuación, se muestran las condiciones de descuento y precios de los productos de cada solución:

6.5.1. Wiser Energy Center

Los productos constitutivos de Wiser Energy Center son, al ser la propia empresa la que ha desarrollado la oferta, todos de propiedad de Schneider Electric. Este motivo permite una gran flexibilidad en el precio de la oferta, realizando una condición de descuento del 75 % respecto todos los productos que componen la proforma de Wiser Energy Center. Si bien es posible, para evitar dicho efecto, este producto no se llegue a comercializar canibalizado por componentes y pueda montárselo uno en un taller cuadrista, se han realizado de esta manera para poder dejar una rastreabilidad de los cálculos realizados para la justificación del precio.

Al precio obtenido resultante del producto del PVP por el número de componentes dimensionados, de acuerdo con lo establecido en el punto 6.4.1, y la condición de descuento del 75 %, deberá sumarse un sobrecargo adicional considerado igual para todos los cargos de 250 euros en coste de material asociados al Gateway de Wiser y los diferentes Power Tag. Si bien no se ha realizado una estimación del todo concreta dado que no se conocen los precios de dichos componentes, se estima que puede ser un precio bastante acurado al que podría representar el añadido de sus funcionalidades en el panel después de haber consultado los costes de estos mismos productos en otros países donde Wiser Energy ya está en comercialización.

Por otra parte, hay que sumarle un coste adicional del 25 % del coste final de todos los componentes mencionados anteriormente relativos a la mano de obra de la persona cuadrista encargada de montar el cuadro. Si bien es probable que Wiser Energy Center sea una solución que venga ya premontada por

parte de la propia empresa, tanto como si no y debe hacerlo una empresa externa, este hecho va a tener un coste asociado. Del mismo modo, los honorarios del instalador se corresponderán con un 30 % del precio de coste de los componentes que conforman el cuadro y el trabajo del instalador. Este margen está bastante estandarizado en el sector eléctrico residencial para el trabajo del electricista, si bien este suele ser presentado realmente como horas de trabajo, aunque sirve de aproximación recurrente por parte de las empresas de material eléctrico para realizar aproximaciones. Finalmente, se ha añadido un 21 % de IVA para la obtención del precio total.

En el Anexo A se encuentra una propuesta de proforma relativa a una vivienda tipo.

6.5.2. Solución solar

Para el computo de los costes asociados a la instalación solar, se ha mantenido las condiciones de descuento para los productos relativos al área de negocio *Home & Distribution* de Schneider Electric. Para aquellos relativos a la división solar, se ha optado por una condición de descuento del 50 % para el conjunto de inversores solares, los seguidores de máxima potencia y el dispositivo Insight Home. Para el coste de los componentes como estructuras metálicas o fusibles que no se corresponden con material de la propia empresa se ha usado una condición de descuento respecto el total del 70 %. Estos valores son valores tipo de uso frecuente en caso de realizar ofertas paquetizadas. Si bien todos los costes se corresponden con precios medios de productos de mercado o productos directamente reales, como es el caso de la estructura, para el cableado se usa una extrapolación lineal del valor económico de la figura 4-2 tomando como valores de referencia el valor indicado en el gráfico por una instalación de 3 kWp. Finalmente, se vuelve a considerar otra vez que el margen del instalador es del 30 %, se suma a este subtotal un precio de 500 euros que es el coste medio de la legalización de una instalación solar de acuerdo con los principales portales de ofertas llave en mano solares consultadas. Finalmente, al valor económico resultante debe aplicarse el 21 % de IVA.

En el Anexo A se encuentra una propuesta de proforma relativa a la instalación solar. Únicamente se muestran los costes de la instalación solar, habiéndose de sumar por consiguiente los de la instalación de Wiser Energy Center.

6.5.3. Integración de un sistema de almacenamiento

Finalmente, para la integración de un sistema de almacenamiento se debe contemplar los costes asociados de un sistema de monitorización de la batería, al ser estas de litio debe regularse

obligatoriamente su ciclo de carga. El sistema usado, que además dotará de conectividad con el sistema a la batería para poder programar su funcionamiento, será el Battery Monitor de Schneider Electric. Al ser un producto de la división solar se aplica una condición de descuento del 50 %. Por otra parte, para interruptor magnetotérmico de corriente continua que se instala entre la batería y el inversor híbrido la condición de descuento es del 75 % al formar parte del ámbito de *Home & Distribution*. Finalmente, para la batería se aplica una condición excepcional de descuento del 50 % dado que las baterías suponen un elevado coste en una instalación solar. Por este motivo, es muy probable que más allá de comprar a un distribuidor este producto se intente alcanzar un acuerdo con una empresa especializada en el almacenamiento de energía para reducir costes. Para este caso excepcional, se ha considerado un margen para el instalador del 25 % dado que los costes de instalación de una batería son más elevados en proporción con el trabajo de instalación que comportan. Finalmente, se añade a la suma total del precio el 21 % de IVA.

Como en el caso anterior, se muestra una propuesta de proforma para una vivienda en el Anexo A.

6.6. Obtención y valoración de los resultados

6.6.1. Obtención de los valores económicos de la calculadora

La calculadora esta programada para que retorne tres tipos de soluciones que pueda considerar el cliente: Instalación de Wiser Energy Center, instalación de Wiser Energy Center con una instalación fotovoltaica realizada con componentes de la división solar de Schneider Electric y, en tercer lugar, la hibridación de un sistema de almacenamiento a esta tercera opción.

Para las tres opciones se retornan al usuario los tres parámetros económicos siguientes:

- Ahorro durante el primer año: Resultado de sustraer el coste de la energía comprada por el usuario para cada opción de instalación respecto el escenario de referencia, el establecido para el escenario no optimizado. Se usa el primer año dado que muestra al usuario los retornos económicos tangibles que podrían causar la recuperación de la inversión. Este valor se corresponde con los ingresos derivados por la inversión, calculándose del siguiente modo:

$$Ahorro_{solución,n} = Pred_{tot,n} - Pred_{solución,n} \quad (35)$$

Donde:

$Ahorro_{solución,n}$: Ahorro resultante de la redistribución del consumo de electricidad en la vivienda, para el caso en el que únicamente se dispone de la instalación de Wiser Energy Center, y un mayor aprovechamiento de los generación de energía eléctrica, en caso de optar la solución fotovoltaica o la solución fotovoltaica híbrida. Este valor se obtiene de forma anual durante los años en los cuales la instalación este en funcionamiento y no tenga recambios principales. Se expresa en euros.

$Pred_{tot,n}$: Precio de compra de toda la energía eléctrica por parte de la red para el escenario base en el cual no se realiza una gestión ni de la demanda ni de la generación. Dicho valor se ofrece de forma anual. Se expresa en euros.

$Pred_{solución,n}$: Precio de compra de la energía de red para los escenarios en los cuales se aplican las soluciones tecnológicas que se ofertan. Se expresa en euros.

- Retorno de la inversión o ROI: Expresado de forma porcentual, se calcula para un periodo de tiempo de 20 años. Si bien es considerado un periodo de tiempo muy largo para una inversión de una cantidad pequeña de dinero, se usa este método de cálculo dado que permitirá reflejar mejor el retorno de la instalación solar una vez los componentes estén alcanzando, o hayan alcanzado prácticamente, el fin de su vida útil. Este valor debe usarse de forma indicativa considerando que es probable que varíen aspectos relativos a los consumos, la duración de la instalación u otros componentes externos a esta que puedan afectar su beneficio. El ROI se calcula se expresa de la siguiente manera:

$$ROI_{aolución} = \frac{\sum_{n=1}^{n=20} Ahorro_{solución,n} - Inversión_{solución,n=0}}{Inversión_{solución,n=0}} \cdot 100 (\%) \quad (36)$$

Donde:

$ROI_{aolución}$: Retorno de inversión de la solución. Se expresa de forma porcentual y, en caso de ser positivo, expresará que la inversión es rentable. De acuerdo con la fórmula matemática, el porcentaje obtenido, el caso de ser positivo, indica el número veces por los cuales los beneficios obtenidos se obtendrán al realizarse la instalación.

$Ahorro_{solución,n}$: Ahorro causado, por la implementación de la solución de forma anual expresado en euros.

$Inversión_{solución,n=0}$: Coste de la inversión realizada. Se obtiene de los cálculos explicitados en el punto 6.5 para cada solución.

- Precio de la instalación. Calculado acorde lo establecido en el punto 6.5 y expresado en euros. En la calculadora se ofrece la posibilidad de visualizar el precio para una única solución o el acumulado de la instalación de más de una, contando siempre con los precios acumulados con la instalación de Wiser Energy Center.

6.6.2. Discusión de los resultados

Para la comparación de los valores obtenidos por la calculadora, se considera como vivienda base de comparación una cada unifamiliar de 4 habitaciones, construida antes del año 2006, con obtención de agua caliente sanitaria a partir de un termo eléctrico y climatización durante todo el año mediante una bomba de calor. La vivienda dispone de una vitrocerámica y de lavavajillas. A continuación, se procede a simular los retornos de la inversión para las tres instalaciones en cinco ubicaciones de España: Santander, Zamora, Murcia por ser las ubicaciones medias para las tres franjas climáticas a las que se le añade Guadalajara y Tenerife, la ubicación más fría y cálida de media anual respectivamente.

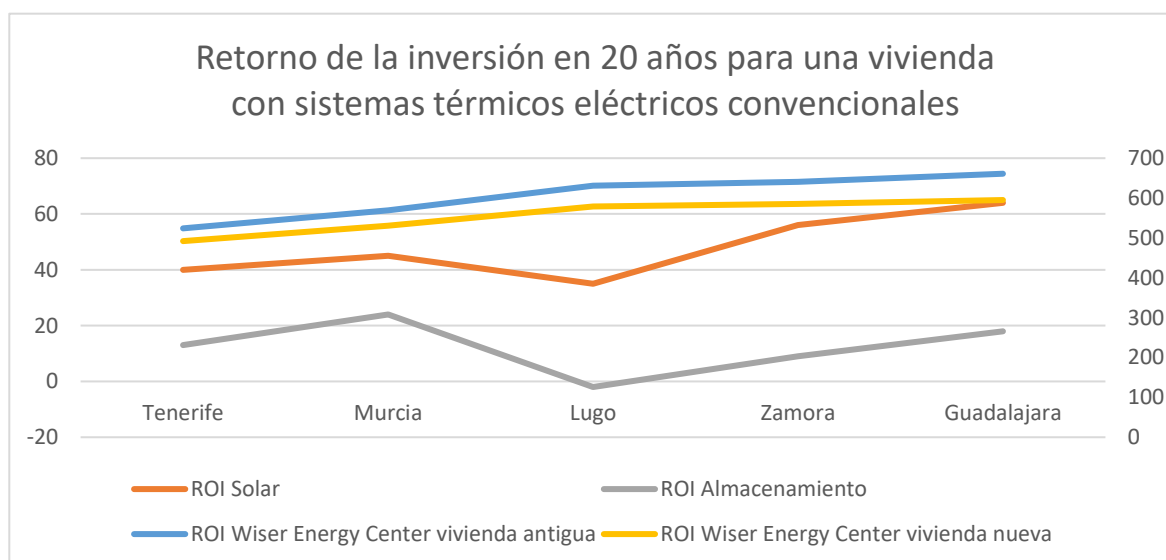


Figura 6.14 - Retorno de la inversión en 20 años para una vivienda de 4 habitaciones con sistemas térmicos eléctricos convencionales como una bomba de calor para el clima y un termo eléctrico para la demanda de ACS. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos muestran un muy elevado retorno de la inversión para la solución que únicamente incorpora Wiser Energy Center, ubicándose en el eje secundario de la línea que estudia la simulación para la vivienda anterior al 2006 los valores porcentuales de rentabilidad de la inversión. Estos son más elevados en función que aumenta la demanda de calefacción y se requiere de más energía para poder calefactar el agua, como se deriva del gráfico expuesto. El ROI obtenido es muy

considerable para todos los casos, siendo para la vivienda que cumple con las especificaciones mencionadas anteriormente de entre 5,24 veces para la instalación en Tenerife y 6,61 para la vivienda en Guadalajara. Si se cruzan estos valores con los modalizados como vivienda nueva, o vivienda construida de forma posterior al 2006, se obtiene valores entre los 4,96 veces para Tenerife y 5,91 para Guadalajara. De este modo, se puede comprobar como Wiser Energy Center puede traer un claro ahorro a la vivienda. En contrapartida, su hibridación con los sistemas de autoconsumo y almacenamiento de energía suscitan mayores dudas. Si bien el ROI es positivo para todos los casos, puede considerarse que este ronde el 40 % para un período de 20 años para la zona Mediterránea y Atlántica, aquella en la que hay una menor radiación solar disponible, requiera de un estudio más preciso para cada caso particular de instalación para dirimir su viabilidad. Por otra parte, los espectativas de retorno de una instalación solar híbrida han quedado cortas, al menos desde un punto de vista económico obteniendo valores muy débiles, especialmente en la zona atlántica. Si se analizan los componentes instalados en cada solución se ve como se ha aumentado el número de 2 a 3 baterías al “envejecer” el inmueble para el caso de Lugo y se han aumentado también, el número de paneles solares, para su caso pasando de 14 a 16. Este hecho también se repetido para el caso de Zamora, Guadalajara y Tenerife que han pasado las viviendas continentales de 12 a 14 paneles y la canaria de 8 a 12. El resto de ubicaciones han mantenido el número de baterías, 2, para ambos estudios.

Seguidamente, se realiza un estudio para analizar la influencia del espacio de la vivienda en los retornos de inversión. Para ello se mantienen los mismos parámetros del estudio anterior pero se varían el número de habitaciones, estudiando los casos particulares para las mismas 5 localidades para viviendas de 2, 5 y 6 habitaciones.

Del estudio anterior se deriva como el retorno de la inversión es superior para aquellas viviendas de mayores dimensiones que de pequeñas. Aun ser calculado de forma proporcional a la demanda de la vivienda, el coste de Wiser Energy Center no es lineal (pudiendo ser uno de los motivos de este hecho). Si bien los beneficios son mayores de forma proporcional, más en las instalaciones de 5 habitaciones que no de 6 pudiendo haber encontrado un máximo absoluto de los parámetros de simulación, también lo son desde un punto económico global. Por ejemplo, para el caso con un ROI más elevado de los simulados en este primer estudio correspondiente a Guadalajara, con un retorno del 812 % (representando que cada dos años y medio se recupera una inversión equivalente a la de instalación) se ahorran de forma anual 366,25 euros. Una vez obtenido a través del software que para aquellas viviendas en el cual la temperatura exterior media sea menor y las dimensiones de la vivienda sean mayores, el retorno de la inversión será mayor, se procede a discernir el impacto en el retorno de la inversión de los diferentes equipos de climatización usados.

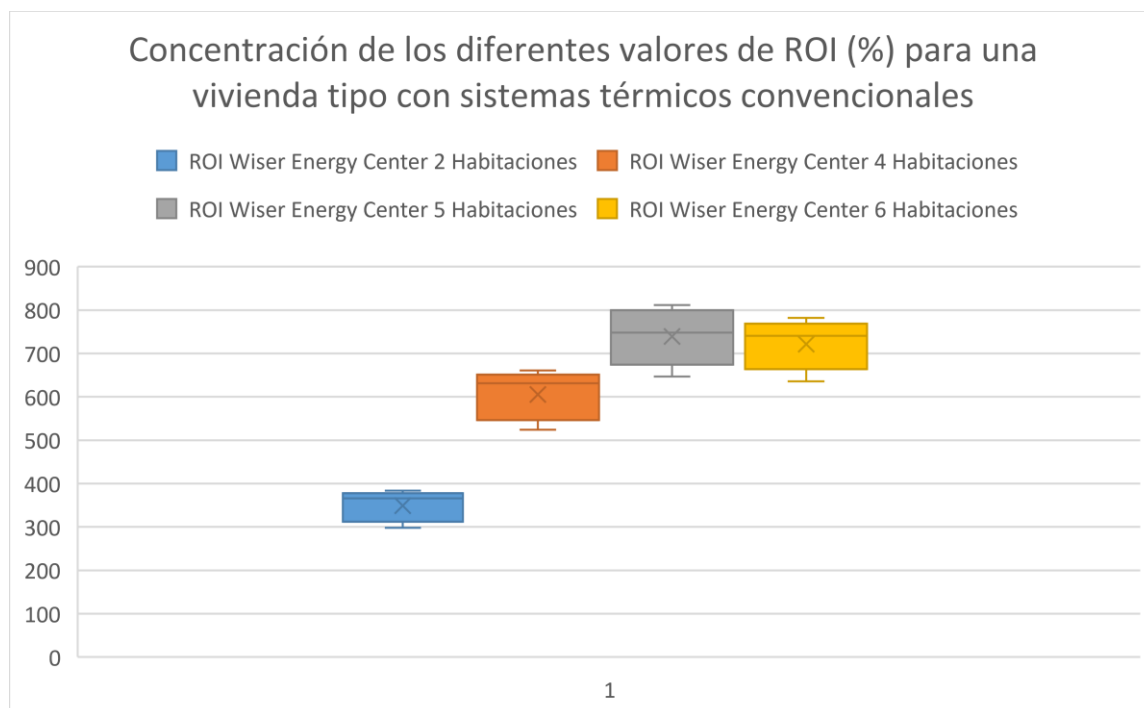


Figura 6.15 - Retorno de la inversión en 20 años para los valores extremos y medios de temperatura, representantes de las provincias españolas, agrupados según número de viviendas. Los inmuebles disponen de un termo eléctrico para la obtención de ACS y una bomba de calor reversible para la climatización. Elaboración propia

Para ello, se modeliza en la provincia de Barcelona, una de las provincias más pobladas de España y de donde es el autor, una vivienda unifamiliar de 4 habitaciones, construida después del año 2006, con bomba de calor, con piscina, sin cocina ni vehículo eléctrico y con lavavajillas y procedemos a variar la la fuente de obtención de ACS. Los resultados del estudio indican que el ROI para el caso en el cual la obtención de ACS se obtiene a partir de una instalación no eléctrica o eléctrica con respaldo termosolar su ROI es del -76 %. En cambio, para una instalación con aerotermia este es del 89 % y para una con termo eléctrico es del 552 %. La reducción del consumo provocado por la unidad aerotérmica en más de 4 veces provoca que la producción energética pueda ser asolida con mayor facilidad por parte de una instalación solar de dimensiones inferiores, pasando de los 10 paneles solares que requiere el dimensionado de una instalación con termo eléctrico a una de 8 que use aerotermia. Si bien esto no impacta en el retorno de la inversión inicial del ROI específico para Wiser Energy Center, tampoco lo hace para el ROI solar que se mantiene con una diferencia de menos de 2 puntos de retorno de más, para el caso de la vivienda con termos solar eléctrico que aerotermia.

Por otra parte, el hecho de reducción del -76 %, indica que el impacto de control en una unidad de bomba de calor para regular la temperatura, acorde al dimensionado, supone un 26 % del coste de inversión inicial durante los primeros 20 años el cual percibirá de ahorro el usuario (siendo un pequeño

pero presente ahorro anual). Para el caso de vivienda anterior al año 2006 este porcentaje aumenta hasta el 45 % en 20 años.

Si se hace el ejercicio, fijando una unidad de aerotermia para la obtención de ACS y variando los sistemas de climatización para la misma ubicación y casa anterior se obtiene un ROI del 83 % para una unidad aerotérmica, un 66 % para el uso de aire acondicionado durante las temperaturas cálidas, un 89 % para el uso de la bomba de calor, un 65 % para el uso de suelo radiante y un 57 % para el caso no eléctrico. Esto quiere decir, en primer lugar, que la instalación de Wiser Energy Center en estas condiciones con una unidad aerotérmica para la obtención de ACS provocará de base un retorno positivo de la inversión durante 20 años total de un +57 %. A partir de aquí, los ajustes porcentajes que aumentan son beneficios intrínsecos de dichas soluciones. Debe constarse también que cada equipo instalado que consiga aumentar su ROI compuesto respecto la base no electrificada supone un ahorro “mayor” al que se puede referir uno si bien por cada equipo instalado aumenta el precio del producto Wiser Energy center al incorporar más material eléctrico, el coste del cuadrista, del instalador y los impuestos. En el caso de instalar un diferencial tipo F-SI y un interruptor magnetotérmico de 25 A puede encarecerse, tranquilamente, cerca de 100 euros la instalación. Se recuerda que los impactos respecto el ROI mencionados para este caso variaran, aumentando en función del número de habitaciones y del frío medio de la ubicación.

Si se calcula el impacto de las otras cargas eléctricas, dado que no han sido programadas únicamente tendrán un efecto de disminuir la rentabilidad de la inversión si bien supondrán un gasto de instalación desde un punto de vista de material eléctrico pero no aportarán ingresos. Este hecho es destacable en la modelización del vehículo eléctrico en el cual únicamente el diferencial tipo B-EV tiene un PVP de 1142,26 euros.

Si se comentan los valores de la solución solar y del almacenamiento, prácticamente todos los valores de la solución solar, independientemente de las cargas oscilan en una rentabilidad entre el 10 % y el 50 % para el periodo de tiempo de 20 años y las instalaciones híbridas lo hacen entre un 20 % y un -20 %. Estos valores son desalentadores para el almacenamiento de energía eléctrica, si bien es plausible que las baterías instaladas no hubiesen llegado al número de ciclos manteniendo las propiedades de diseño para un número de 20 años, siendo dicho valor realmente inferior.

Los valores obtenidos permiten inducen a varias reflexiones:

- Si bien el ROI es ajustado para la instalación de Wiser Energy Center en vivienda, la solución Wiser Energy Center tiene una oportunidad de mercado única al ser un equipo que ha demostrado poder ofrecer rentabilidad a una parte de la vivienda que no disponía de alguna hasta el momento.

- Se considera que la elección del precio de Wiser Energy Center debe rondar los valores previstos en el vigente proyecto, o no ser incrementado en gran número, si bien para el caso de la vivienda nueva en el cual se ubiquen unidades aerotérmicas el usuario pueda tener una rentabilidad tangible, aunque sea a largo plazo, para su instalación.
- Los parámetros de funcionamiento horarios de las unidades de climatización y generación de ACS han sido estimadas para este estudio, pudiendo diferir de parámetros reales que disten de los optimizados realmente por el sistema, afectando por consiguiente en el retorno. Por otra parte, se ha estimado el precio de la electricidad futuro con el del mercado de futuros de los próximos años a fecha de mes de junio de 2021. En caso de que se mantubiera el precio del polo eléctrico actual vigente a fecha de entrega de este proyecto durante los próximos años, la rentabilidad de la instalación solar podría quedarse a las puertas de incluso duplicarse (alcanzando una rentabilidad superior al 100 %), repercutiendo también positivamente la rentabilidad de una instalación solar híbrida.

Análisis del impacto ambiental

Este apartado pretende reflejar las emisiones de dióxido de carbono producidas en la confección de este trabajo.

La principal fuente de emisiones de dióxido de carbono relativa a la elaboración de este proyecto ha sido el consumo de electricidad proveniente de la red eléctrica. Si bien Schneider Electric alcanzó un 80 % de electricidad consumida de origen renovable a nivel mundial a finales de año 2020, el hecho de no disponer propiamente de una instalación de generación renovable implica que la electricidad consumida provendrá de la red. Además, como no todo el proyecto se ha realizado desde la sede central de Schneider Iberia en Barcelona, sino también en la vivienda familiar, el piso que habito en Barcelona y diferentes bibliotecas se considera que la aproximación a las emisiones de red es correcta. Por consiguiente, se han buscado en el portal de Red Eléctrica las emisiones asociadas al consumo de energía para el sistema peninsular entre el dos de febrero, fecha en la cual se inició el proyecto, hasta el día 31 de mayo, fecha en la cual se realiza dicho apartado. Se ha considerado hasta la fecha de entrega una dedicación media de 6 horas para los días laborables y 2 horas para los días festivos. Los datos de emisiones se han extraído de Red Eléctrica, obteniendo una media ponderada para el periodo comprendido mencionado anteriormente de 0,11408 toneladas de CO₂ equivalentes por MWh (o kilogramos de CO₂ equivalentes por kWh). Finalmente, se considera que se ha trabajado un total de 646 horas en la confección de este proyecto resultantes de la suma de las horas mencionadas anteriormente. Se considera que las horas de funcionamiento ha sido siempre con el dispositivo trabajando a plena carga a una potencia de 65 W (240), valor obtenido de declaración ambiental del producto para el ordenador Lenovo ThinkPad T480. Finalmente, el valor obtenido del producto de dichas horas por el consumo del ordenador es de 41,99 kWh. Si bien se podrían haber considerado los consumos del ordenador en reposo y apagado, no se realizan dichos cálculos dado que el ordenador apagado consume 0,37 W y encendido, pero en modo suspender 0,82 W, siendo prácticamente negligibles respecto el trabajo del ordenador a plena potencia (hecho que no siempre que esté encendido será así). Por consiguiente, las emisiones de CO₂ resultantes al uso del ordenador son de 4,79 Kg de CO₂ equivalentes.

Por otra parte, se debe considerar la parte relativa a la huella de carbono de uso del ordenador. Si la política de empresa de Schneider Electric es de reemplazar los ordenadores al cabo de 4 años y el ordenador tiene una huella de carbono total de 448 kg de CO₂ equivalentes, de los cuales se corresponden a 138,88 Kg de CO₂ se corresponden a la huella de carbono provocada por el uso del ordenador de acuerdo con la infografía de la hoja de huella de carbono del producto (241); la huella de carbono relativa a la construcción del ordenador es de 309,12 Kg de CO₂ equivalentes. Si se divide el periodo de días totales de vida en la empresa hasta ser reemplazado (haciéndose una aproximación

en el cual únicamente el periodo en el cual es usado por los empleados computa para la huella de carbono, negligiendo su segunda vida posterior en otro lugar), se obtiene que debe obtenerse la parte proporcional de los 133 días de elaboración del trabajo fin de grado respecto los 1.463 días que se corresponden a 4 años. El valor resultante es de 28,1 kg de CO₂ equivalentes.

Sería también de elevado interés poder cuantificar las emisiones relacionadas con el uso y tránsito de datos. No tanto desde una óptica del consumo del enrutador o móvil funcionando como dispositivo eléctrico que permite el flujo de datos, sino desde las emisiones relacionadas con su uso y el tránsito de datos. Se considera, por ejemplo, que el envío de un correo electrónico medio tiene asociadas las emisiones de 4 gramos de CO₂ equivalentes, volumen que puede llegar hasta los 50 g de CO₂ para correos extensos que adjunten archivos (242). Del mismo modo, el uso de la nube para albergar documentos también está relacionada con emisiones de CO₂ de los servidores que albergan dicha información. Se aproxima que cada semana se han enviado 3 correos relacionados con el proyecto final de grado, dos de 4 gramos de CO₂ equivalentes y 50 gramos de CO₂ equivalentes respectivamente. Este hecho se corresponde con un valor de 58 gramos de CO₂ equivalentes por 19 semanas, obteniendo un valor total de 1,102 Kg de CO₂ equivalentes. Finalmente, no se consideran otros consumos de CO₂ relacionados dados que las emisiones intrínsecas del ordenador son ya relativamente elevadas para compensar las emisiones asociadas al mantenimiento de información en la nube o las videollamadas bisemanales con el tutor del proyecto.

Por otra parte, las emisiones relacionadas con la implementación de este proyecto, y por consiguiente de la calculadora solar, se corresponderían en gran parte con las emisiones relacionadas en mantener dicha información en un portal web. El consumo de energía relacionado con el mantenimiento del servidor en el cual se ubique la información, si bien es probable que su energía provenga de fuentes de origen renovable, se velará para que, de acuerdo con los objetivos vigentes de sostenibilidad la operatividad del portal, y de la empresa, sean neutros de carbono.

En conclusión, la suma de la huella de carbono asociada de la elaboración y confección de este proyecto se corresponde con las sumas parciales de los cálculos anteriores que se corresponde con 34 kg de CO₂ equivalentes.

Conclusiones

De acuerdo con el capítulo 3.º, la mayor adopción de soluciones inalámbricas fomentará la instalación de sistemas domóticos, abriendo la puerta a la amplia domotización de la energía.

Acorde con lo establecido en el punto 4.º, desde un punto de vista tecnológico y de implementación, la energía solar es el principal vector de autosuficiencia energética en la vivienda. Si bien es una tecnología madura, existe la necesidad no resuelta de realizar una gestión eficiente del consumo eléctrico minimizando el vertido de excedentes a la red.

La adopción de otras tecnologías como el vehículo eléctrico o el almacenamiento de energía, si bien son ampliamente presentes en Escandinavia y el centro de Europa, su adopción en España es aún escasa si no obstante se está acelerando.

Desde un punto de vista técnico, acorde a lo descrito en el capítulo 5.º, son aptas las instalaciones de Wiser Energy Center de acuerdo con la normativa vigente.

Si bien se plantea una electrificación avanzada con un IGA Combi SPU de 40 A para todos los casos, pueden existir casos en los que la vivienda incorpore cargas trifásicas que requiera de otro tipo de IGA, especialmente en el mercado de inmuebles de lujo.

La calculadora provee el dimensionado de la instalación de Wiser Energy Center, una instalación solar y la hibridación con un equipo de almacenamiento eléctrico. Aunque se ha calculado una previsión de rentabilidad de la inversión, este valor se verá influenciado claramente por la variación del precio futuro de la electricidad.

Aquellas instalaciones que destinan un mayor volumen de energía eléctrica a las demandas térmicas de la vivienda: climatización y obtención de ACS, son aquellas en que la instalación de Wiser Energy Center tendrá una mayor rentabilidad. Existe también una rentabilidad positiva en aquellas cuya demanda provenga de instalaciones de generación eléctrica térmica renovables (bombas de calor y unidades aerotérmicas).

El hecho que la instalación de Wiser Energy Center aporte una rentabilidad al usuario es un avance cabal dentro del sector de la manufactura de material eléctrico, consiguiendo que un producto que era una despesa para el usuario se convierta actualmente en una inversión con un retorno cuantificable impulsando, de este modo, su compra.

Respecto a futuros ámbitos de investigación; la instalación de Wiser Energy Center podría permitir al usuario, en un futuro, poder participar de los mercados de flexibilidad y capacidad a partir de la

agregación de la demanda. Se propone para este aspecto la elaboración de un segundo proyecto futuro para el análisis de un posible modelo de negocio relacionado con este aspecto.

Por otra parte, también puede ser de interés realizar una prospección del futuro mercado de la vivienda que contemple el acercamiento e integración de soluciones domóticas por parte de las clases medias.

Análisis económico de la elaboración del proyecto

En el siguiente capítulo se presentan el conjunto de recursos y tiempo usados para el desarrollo del vigente trabajo con la finalidad de realizar una aproximación de los costes totales.

El proyecto se ha financiado económicamente por parte de la empresa Schneider Electric vía un convenio de cooperación educativa para un número total de 708 hora. Si bien este es el valor total de horas que el autor percibirá económicamente, a estas hay que sustraerles las horas en las cuales no ha desempeñado el proyecto en la empresa dado que he realizado otras funciones, ha asistido a formaciones o ha participado de reuniones de departamento. Por consiguiente, únicamente se computarán de forma exclusiva en el coste económico de este proyecto las 646 horas mencionadas en el capítulo 7. Estas se han distribuido de la siguiente manera:

Tabla 0.1 – Distribución horaria por capítulos del desempeño realizado en la consecución del vigente proyecto. Elaboración propia.

Título del Capítulo	Dedicación [Horas]
Resumen	3,5
1. Prefacio	2
2. Introducción	5
3. Schneider Electric	24
4. Análisis de Mercado	190
5. Estudio técnico de Wiser Energy Center	125
6. Calculadora de Wiser Energy Center	247
7. Análisis del impacto ambiental	3
Conclusiones	2,5
Análisis económico de la elaboración del proyecto	20
Bibliografía	10
Anexo A. Proformas de las soluciones constructivas [...]	1
Anexo B. Tablas del Capítulo 6 relativo a la calculadora [...]	5
Anexo C. Presentación del programa de la calculadora [...]	5
Anexo D. Hojas de componentes	3
Total	646

Considerando que el precio final horario por parte de la empresa para la remuneración final del autor, del que se tiene que restar su sueldo, las despesas asociadas a su seguridad social y el concepto de colaboración con la UPC que tiene un importe del 15,7 % sobre el total aportado al alumno; se estima que el coste final para la empresa del estudiante es de 11 euros por hora.

Por otra parte, el coste del ordenador con el que he desempeñado este proyecto, un Lenovo T480S, de acuerdo con el catálogo interno de compra tiene un coste establecido de 640,47 euros sin IVA. Dado que se recibió el ordenador de segunda mano una vez se entró en la empresa, únicamente se computará su coste parcial del total respecto los cuatros años antes del recambio de ordenador que se realiza cada dicho periodo. También se ha usado para su elaboración una licencia de Microsoft Office 365 E3. El coste para un usuario medio de la solución es de 19,7 euros al mes sin IVA. Dado que la licencia usada forma parte del software a disposición por prácticamente todos los trabajadores de la empresa, se entiendo que el coste de esta será mucho más reducido que el valor medio mensual estipulado para este valor. Si bien no se es conocedor de su coste, se estima que el precio de la licencia es de un 5 %, como máximo, del coste de venta al ser Microsoft una empresa *partner* de Schneider Electric. Para el cálculo del periodo de meses de duración del proyecto se consideran los meses comprendidos entre los meses de febrero y junio, transcurriendo por completo el tiempo de ambos.

Por otra parte, se estipulan 25 horas de corrección y dirección del proyecto por parte del tutor del proyecto, a un precio medio de 35 euros brutos la hora. Parte de estas, aunque es probable que no hayan sido retribuidas, debe valorarse la dedicación y empeño que ha presentado en la dirección de este proyecto a lo largo del tiempo.

Una vez multiplicadas las horas del tiempo de trabajo por su importe, además de los costes tecnológicos por su tiempo de uso se obtiene un valor total de 8.375,75 euros.

Bibliografía

1. Schneider CA1. A: *Wikipedia* [en línea]. 2021. Disponible a: https://ca.wikipedia.org/wiki/Schneider_CA1.
2. Schneider Electric. 180+ years of history and innovation. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.se.com/ww/en/about-us/company-profile/history/schneider-electric-history.jsp>.
3. Schneider Electric. A: *Wikipédia* [en línea]. 2021. Disponible a: https://fr.wikipedia.org/wiki/Schneider_Electric.
4. Zigbee. A: *Wikipedia* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://es.wikipedia.org/wiki/Zigbee>.
5. Lourau, E. Discover the Wiser difference. A: . 2020, Paris.
6. KNX. A: *Wikipedia* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://es.wikipedia.org/wiki/KNX>.
7. Carretero, R. Introducción a KNX. A: *Raul Carretero* [en línea]. 2015. Disponible a: <https://raulcarretero.com/introduccion-a-knx/>.
8. Integraciones, I. *Curso Iniciación al KNX* [en línea]. 2016. 2016. Disponible a: <http://iknx.es/archivos/documental/2890738d8b7e3b998b994114caa6b7a4.pdf>.
9. Schneider Electric. *Panel de control del sistema Conext TM - Guía del usuario* [en línea]. 2014. 2014. Disponible a: https://41j5tc3akbrn3uezx5av0jj1bgm-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/08/conext-scp-guia-del-usuario-975-0298-03-01_rev-g_spa.pdf.
10. CBRE, Población, S. i De Almeida, C. *Claves de mercado residencial en España 2020* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.cbre.es/es-es/research-and-reports/insights/articulos/claves-mercado-residencial-espana-2020#form>.
11. Institut de la Construcció de Catalunya i Euroconstruct. Sumari de l'informe Euroconstruct. Novembre de 2020. A: [en línea]. 2020, núm. 4, p. 1-4. ISSN 1098-6596. Disponible a: <https://itec.cat/serveis/estudis-mercat/euroconstruct-sumari-darrer-informe/>.
12. Idealista. La compra de viviendas por parte de extranjeros se desploma casi un 40% por culpa del covid. A: [en línea]. 2020, p. 1. Disponible a: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2020/11/18/787968-la-compra-de-viviendas-por-parte-de-extranjeros-se-desploma-casi-un-40-por-culpa-del>.
13. Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana. Estimación del parque de viviendas, total de viviendas por comunidades autónomas y provincias. A: [en línea]. 2020. Disponible a: <https://apps.fomento.gob.es/BoletinOnline2/?nivel=2&orden=33000000>.
14. Redacción. La ONU calcula que el 68 % de la población mundial será urbana en 2050. A: *Agencia EFE* [en línea]. Naciones Unidas: 16 maig 2018, Disponible a: <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/la-onu-calcula-que-el-68-de-poblacion-mundial-sera->

urbana-en-2050/20000013-3617928.

15. Ministry for the ecological transition. Borrador del plan nacional integrado de energía y clima 2021-2030. A: *Spanish government* [en línea]. 2019, Disponible a: https://www.miteco.gob.es/images/es/documentoresumendelborradorplannacionalintegradodeenergíayclima2021-2030_tcm30-487345.pdf.

16. Arroyo, C. ¿Cuánto cuesta construir una casa? Precios en 2021. A: *Cronoshare Blog* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.cronoshare.com/blog/cuanto-cuesta-construir-una-casa-precios/>.

17. Bulldozair. *Concreto que se cura solo* [en línea]. 2020. 2020. Disponible a: <https://www.google.com/search?q=concreto+que+se+cura+solo&oq=concreto+que+se+cura+solo&aqs=chrome..69i57j0i22i30l3j69i60.2849j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>.

18. Aerogel. A: *Viquipèdia* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Aerogel>.

19. García Nuñez, J.D. *Topmix permeable, el cemento que podría acabar con las inundaciones* [en línea]. 2015. 2015. Disponible a: <https://www.iagua.es/blogs/licitacivil/topmix-permeable-cemento-que-podria-acabar-inundaciones>.

20. Bäckman, M., Fageberg, J. i Berg Insight. *Smart Homes and Home Automation* [en línea]. 2020. 2020. Disponible a: <http://www.bergsight.com/ReportPDF/ProductSheet/bi-sh7-ps.pdf>.

21. British Property Federation. What is Build to Rent? A: *Blog* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://bpf.org.uk/about-real-estate/build-to-rent/>.

22. Whittaker, G., Valentine-Selsey, R. i Brentnall, A. UK Build to Rent Market Update Q4 - 2020. A: *Savills* [en línea]. 2021. Disponible a: https://www.savills.co.uk/research_articles/229130/310229-0#summary.

23. Haya Real State i Alonso, R. 'Build to rent', el nuevo motor de la vivienda residencial en España. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://blog.haya.es/build-to-rent-espana-vivienda/>.

24. Tamayo, M. El 'build-to-rent' despegua en España: 90.180 viviendas hasta 2028. A: *Eje Prime* [en línea]. Madrid: 2 febrer 2021, p. 1. Disponible a: <https://www.ejeprime.com/mercado/el-build-to-rent-despega-en-espana-90180-viviendas-hasta-2028.html>.

25. Beltrán, E. Las ventajas fiscales de la aplicación del régimen especial de entidades dedicadas al arrendamiento de viviendas. A: *Segarra Abogados Economistas* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://www.sgrr.es/fiscal/las-ventajas-fiscales-de-la-aplicacion-del-regimen-especial-de-entidades-dedicadas-al-arrendamiento-de-viviendas/>.

26. Regidor, V. El 87,7% de los hogares que habitaremos en 2050 ya están contruidos. A: *La Razón* [en línea]. 24 febrer 2020, Disponible a: <https://www.larazon.es/medio-ambiente/20200224/nrgbhz2urzohndbbht6i3bgrq.html>.

27. Parlamento y Consejo de la Unión Europea. Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de Europa de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición). A: *Diario Oficial de la Unión Europea* [en línea]. 2018, p. 1-35. Disponible a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010L0031-20181224&from=ES>.

28. Wikipedia. Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental. A: *Wikipedia* [en línea]. 2021. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Liderazgo_en_Energía_y_Diseño_Ambiental#Tipos_de_construcción_con_certificación_LEED.
29. Ortiz, E. Certificación LEED® v4.1. A: *Medium* [en línea]. 27 març 2018, Disponible a: <https://medium.com/architecture-sustainability/certificación-leed-v4-1-1cdd028a963f>.
30. U.S. Green Building Council (US Green Building Council). Guide to Certification: Residential. A: *USGBC* [en línea]. 2010. [Consulta: 7 abril 2021]. Disponible a: <https://www.usgbc.org/tools/leed-certification/homes>.
31. Slowhaus. 5 certificados de edificación sostenible. A: *Slowhaus, expertos en passivhaus* [en línea]. 2018. Disponible a: <http://slowhaus.es/5-certificados-construccion-sostenible/>.
32. Wikipedia. Casa pasiva. A: *Wikipedia* [en línea]. 2021. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Casa_pasiva.
33. Plataforma Edificación Passivhaus. Los requisitos. A: [en línea]. 2018. Disponible a: <http://www.plataforma-pep.org/estandar/certificacion>.
34. Green Building Council España. ¿Qué es verde? A: *Certificación VERDE* [en línea]. Disponible a: https://gbce.es/certificacion-verde/que_es_verde/.
35. Agency, I.R.E. *Renewable Power Generation Costs in 2019* [en línea]. 2020. ISBN 978-92-9260-244-4. Disponible a: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf.
36. Cherry, L. i White, B. SolarEdge and Enphase Now Control 80% of the US Residential Solar Inverter Market. A: *GreenTech Media* [en línea]. 2019. Disponible a: greentechmedia.com/articles/read/solaredge-technologies-and-enphase-control-80-of-us-residential-solar-marke.
37. Australian Energy Council. Solar Report, Quarter 3, 2019. A: [en línea]. 2020, núm. March 2020, p. 1-13. Disponible a: https://www.energycouncil.com.au/media/7687/australian-energy-council-solar-report_march-2017.pdf.
38. Voltium. *Top Cable Cables para instalaciones fotovoltaicas en edificios sostenibles* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://uki-voltimum.clickmeeting.com/125759641/ended>.
39. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. *Circular 4/2019, de 27 de noviembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología de retribución del operador del sistema eléctrico* [en línea]. 2019. 2019. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2019/01/12/pdfs/BOE-A-2019-317.pdf>.
40. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. PROYECTO DE ORDEN POR LA QUE SE ESTABLECEN LOS PRECIOS DE LOS CARGOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE LOS PAGOS POR CAPACIDAD QUE RESULTAN DE APLICACIÓN A PARTIR DEL 1 DE JUNIO DE 2021. A: [en línea]. 2021, p. 11. Disponible a: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-4292.
41. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. Conceptos por los que pago en la factura de

electricidad. A: [en línea]. 2019. Disponible a: controlastuenergia.gob.es/factura-electrica/factura/paginas/conceptos-factura.aspx.

42. España, G. de. LEGISLACIÓN CONSOLIDADA Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales. A: [en línea]. 1992, p. 1-76. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1992/BOE-A-1992-28741-consolidado.pdf>.

43. Gioconda i Wolters Kluwer Legal. Impuesto sobre el Valor Añadido. A: [en línea]. 2019. Disponible a: https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEACWNvQ7DIBCD34Y5QImZIEOHLhWqul6DE6HSu4qjIj75seb_Vm2dhbubxfrFyan5KbHsMuOo7Xmh6pZ2N3zCm4wpJrVC7cq5bJ1nyKvGPYzX_6Bu6LRaW_EK9ywb-SIB5kPvlBRmLmAaqAGTwWcqB7_fySOyfiMAAAWKE.

44. Redacción i Gomera Actualidad. La luz subirá más de un 3% a partir de Enero 2020 en Canarias. A: *Gomera Actualidad* [en línea]. 2020, Disponible a: <http://www.gomeraactualidad.com/articulo/canarias/luz-subira-mas-3-partir-enero-2020-canarias/20200114205305025632.html>.

45. Ciudad Autónoma de Melilla. Tipos Impositivos. A: [en línea]. 2019. Disponible a: melilla.es/melillaPortal/contenedor.jsp?seccion=s_fdes_d4_v1.jsp&codbusqueda=227&language=es&codResi=1&codMenuPN=601&codMenuSN=1&codMenuTN=182&codMenu=338&layout=contenedor.jsp.

46. Roca, R. El gobierno retrasa hasta el 1 de junio las nuevas tarifas eléctricas. A: *El Periódico de la Energía* [en línea]. 2021, Disponible a: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-gobierno-retrasa-hasta-el-1-de-junio-las-nuevas-tarifas-electricas/>.

47. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Orden TED/371/2021, de 19 de abril, por la que se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico y de los pagos por capacidad que resultan de aplicación a partir del 1 de junio de 2021. A: *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 2021, p. 45980-45987. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/04/22/pdfs/BOE-A-2021-6390.pdf>.

48. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. *Orden TEC/1258/2019, de 20 de diciembre, por la que se establecen diversos costes regulados del sistema eléctrico para el ejercicio 2020 y se prorrogan los peajes de acceso de energía eléctrica a partir del 1 de enero de 2020*. 2019. 2019.

49. Eléctrica de Portugal. Peajes Eléctricos 2020. A: [en línea]. 2019. Disponible a: <https://www.edpenergia.es/recursosdep/doc/portal-clientes/20130827/precios/tarifas-electricas-para-empresas.pdf>.

50. Ojeda, G. *Qué es impuesto al sol: Derogación, Explicación e Historia* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa/impuesto-sol>.

51. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. *Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores*. BOE-A-2018-13593 [en línea]. 2018. 2018. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-13593>.

52. Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español. Mercado de electricidad. A: [en línea]. Disponible a: omie.es/es/mercado-de-electricidad.

53. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Real Decreto 148/2021, de 9 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los cargos del sistema eléctrico. A: *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 2021, p. 1-21. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2019/01/12/pdfs/BOE-A-2019-317.pdf>.
54. Gobierno de España. Ministerio de Industria Energía y Turismo. Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación. A: *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 2014, Vol. 77, núm. Sec. I, p. 27397-27428. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/03/29/pdfs/BOE-A-2014-3376.pdf>.
55. Ministerio de asuntos económicos y transformación digital. Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la cuantía de retribución del operador del sistema eléctrico para 2021 y los precios a repercutir a los agentes para su financiación. A: [en línea]. 2020, p. 118419-118422. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/22/pdfs/BOE-A-2020-16795.pdf>.
56. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. Orden TED/1271/2020, de 22 de diciembre, por la que se establecen diversos costes regulados del sistema eléctrico para el ejercicio. A: *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 2020, p. 122410-122417. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/29/pdfs/BOE-A-2020-17206.pdf>.
57. Energía y Sociedad. *¿Por qué son necesarios los pagos por capacidad?* [en línea]. 2020. Madrid: 2020. Disponible a: <http://www.energiaysociedad.es/por-que-son-necesarios-los-pagos-por-capacidad/>.
58. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. *P.O. 14.12 Estimación del coste de los componentes del precio voluntario para el pequeño consumidor* [en línea]. 2015. 2015. Disponible a: <https://www.cnmec.es/sites/default/files/P.O. 14.12 Estimación del coste de los componentes del precio voluntario para el pequeño consumidor.pdf>.
59. Roca, R. ¿Adiós al servicio de interrumpibilidad? Sin noticias de una nueva subasta para la gran industria. A: *El Periódico de la Energía* [en línea]. Madrid: 5 juny 2020, Disponible a: <https://elperiodicodelaenergia.com/adios-al-servicio-de-interrumpibilidad-sin-noticias-de-una-nueva-subasta-para-la-gran-industria-electrointensiva/>.
60. Red Eléctrica Española. E SIOS, sistema de información del operador del sistema. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.esios.ree.es/es/analisis/>.
61. Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español. Spot Hoy. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.omie.es/es/spot-hoy>.
62. Government of Spain. Ley 24/2013, de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico. A: *Boe* [en línea]. 2013, Vol. 310, p. 105198-105294. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/27/pdfs/BOE-A-2013-13645.pdf>.
63. Roca, R. Holaluz emprende la revolución solar de los tejados con una innovadora oferta a los propietarios de las viviendas. A: *El Periódico de la Energía* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://elperiodicodelaenergia.com/holaluz-emprende-la-revolucion-de-los-tejados-ofrece-a-los-propietarios-un-ahorro-medio-del-20-en-la-factura-de-la-luz-sin-tener-que-invertir-un-euro-a->

cambio-de-poder-instalar-paneles-solares/.

64. Ministerio de Fomento del Gobierno de España. Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. A: [en línea]. 2020, p. 1-11. Disponible a: https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/audienciainfopublica/recursos/proyecto_de_real_decreto.pdf.

65. Soriano, D. La «colmena» española: por qué somos el país con más pisos de Europa. A: *Libre Mercado* [en línea]. 2017. Disponible a: <https://www.libremercado.com/2017-04-22/la-colmena-espanola-por-que-somos-el-pais-con-mas-pisos-de-europa-1276597431/>.

66. Gobierno de España i MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. *El Gobierno aprueba la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que marca la senda para alcanzar la neutralidad climática a 2050* [en línea]. Disponible a: <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-aprueba-la-estrategia-de-descarbonización-a-largo-plazo-que-marca-la-senda-para-alcanzar-la-neutralidad-climática-a-2050/tcm:30-516141>.

67. Jefatura del Estado. LEGISLACIÓN CONSOLIDADA Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal. A: . 1960, p. 1-19.

68. Sacri, J. Las 10 claves del autoconsumo compartido. A: *Sapiens Energía Blog* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://sapiensenergia.es/2020/03/25/las-10-claves-del-autoconsumo-compartido/>.

69. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. A: *Boletín Oficial Del Estado* [en línea]. 2019, p. 35674. Disponible a: <http://www.boe.es>.

70. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. PROYECTO DE ORDEN POR LA QUE SE MODIFICA EL ANEXO I DEL REAL DECRETO 244/2019, DE 5 DE ABRIL, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE COEFICIENTES DE REPARTO DINÁMICOS EN AUTOCONSUMO COLECTIVO. A: *Participación pública* [en línea]. 2021, p. 1-8. Disponible a: <https://energia.gob.es/es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=404>.

71. Parlamento y Consejo de la Unión Europea. Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. A: *Actualidad Jurídica Ambiental*. 2019, Vol. 2018, núm. 87, p. 141-144. ISSN 1989-5666.

72. Holtrop, P. Legal Fridays. A: *Holtrop SLP* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://holtropblog.com/es/index.php/webcast/1264-legal-friday-en-vivo>.

73. Renovables, F. Alegaciones a la Consulta Pública sobre la implementación de coeficientes dinámicos para el autoconsumo colectivo. A: [en línea]. 2021, p. 1-8. Disponible a: <https://fundacionrenovables.org/wp-content/uploads/2021/04/20210304-Alegaciones-reparto-dinamico-Fundacion-Renovables.pdf>.

74. Farran, A. i Som Energia. Ponencia de Som Energia en el Senado. A: [en línea]. 2021, Madrid. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=KLWB692SbH8>.

75. Comisión Europea. *DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre normas comunes*

para el mercado interior de la electricidad. 2016. 2016.

76. European Commission. REGLAMENTO (UE) 2017/ 2195 DE LA COMISIÓN - de 23 de noviembre de 2017 - por el que se establece una directriz sobre el balance eléctrico. A: [en línea]. 2017, Vol. 2017, núm. 3, p. 6-53. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/2017/312/L00006-00053.pdf>.

77. Red Eléctrica Española, Dirección de Operación i Departamento de Mercados de Operación. Guía descriptiva - Ser proveedor de servicios de balance. A: [en línea]. 2021, p. 13. Disponible a: https://www.ree.es/sites/default/files/12_CLIENTES/Documentos/Guia-Ser-proveedor-servicios-de-balance-v2.pdf.

78. Jefatura del Estado. Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. A: *Boletín Oficial del Estado*. 2020, Vol. 175, p. 43880-43883.

79. Escuela de Organización Industrial i Carrasco, A. *Agregación de la demanda y la flexibilidad en el sector eléctrico* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=rQtcClo2rgs>.

80. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. PROYECTO DE ORDEN POR LA QUE SE CREA UN MERCADO DE CAPACIDAD EN EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL. A: [en línea]. 2021, p. 42. Disponible a: <https://energia.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=409>.

81. ATA Insight i MRC Group of Companies. Sesión Informativa : Propuesta de Mercado de Capacidad. A: [en línea]. 2021, p. 13. Disponible a: https://my.atainsights.com/wp-content/uploads/2021/05/Propuesta-Mercado-de-Capacidad_Impacto-para-Almacenamiento_MRC_20210506_short.pdf.

82. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Ayudas y financiación* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion>.

83. Sánchez de Castro, I. et al. *Incentivos fiscales para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico en municipios con más de 10.000 habitantes* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://fundacionrenovables.org/averigua-municipio-bonifica-ibi-icio-autoconsumo/>.

84. Ayming. El ICIO es el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras. A: [en línea]. 2019. Disponible a: <https://www.ayming.es/insights-y-noticias/noticias/el-icio-que-es-y-cuanto-tengo-que-pagar-2/>.

85. Juntas Generales de Bizkaia. Norma Foral 10/1989, de 30 de junio, del Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (BOB 19 Julio). A: [en línea]. 2013, p. 1-4. Disponible a: https://www.bizkaia.eus/Ogasuna/Zerga_Arautegia/Indarreko_arautegia/pdf/ca_10_1989.pdf?hash=4178e2729cb1a61b335085c1520529fa&idioma=CA.

86. Departamento de Economía y Hacienda i Gobierno Vasco. Sistema Tributario y de Financiación de Euskadi. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.euskadi.eus/fiscalidad-sistema-tributario/web01-a2ogazer/es/>.

87. UNEF (Unión española fotovoltaica). *UNEF logra que Castilla-La Mancha elimine la licencia de obras, una de las principales barreras al desarrollo del autoconsumo* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a:

<https://unef.es/2021/03/unef-logra-que-castilla-la-mancha-elimine-la-licencia-de-obras-una-de-las-principales-barreras-al-desarrollo-del-autoconsumo/>.

88. Agencia Tributaria. 10.15.28 Por inversión en instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica. A: [en línea]. 2020. Disponible a: https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/Ayuda/Manuales__Folletos_y_Videos/Manuales_de_ayuda_a_la_presentacion/Ejercicio_2018/_Ayuda_Modelo_100/10__Cumplimentacion_IRPF__Anexo_B1__B2__B3__B4__B5__B6__B7_y_B8/10_15__Comunitat_Valenciana/10_15_.

89. Agencia Tributaria. 9.1.1.2. Concepto de vivienda habitual. A: [en línea]. 2018. Disponible a: https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/Ayuda/Manuales__Folletos_y_Videos/Manuales_de_ayuda_a_la_presentacion/Ejercicio_2017/_Ayuda_Modelo_100/9__Cumplimentacion_IRPF__Anexo_A/9_1__Deducccion_por_inversion_en_vivienda_habitual__regimen_transi.

90. Agencia Tributaria. 10.4.1. Por determinadas inversiones de mejora de la sostenibilidad de la vivienda habitual. A: [en línea]. Disponible a: https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/ca_es/Inicio/Ayuda/Manuales__Folletos_y_Videos/Manuales_de_ayuda_a_la_presentacion/Ejercicio_2018/_Ayuda_Modelo_100/10__Cumplimentacion_IRPF__Anexo_B1__B2__B3__B4__B5__B6__B7_y_B8/10_4__Illes_Balears/10_4_1_.

91. Agencia Tributaria. 10.5.20. Per obres de rehabilitació energètica i reforma de l'habitatge. A: [en línea]. Disponible a: https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/ca_es/Inicio/Ayuda/Manuales__Folletos_y_Videos/Manuales_de_ayuda_a_la_presentacion/Ejercicio_2018/_Ayuda_Modelo_100/10__Cumplimentacion_IRPF__Anexo_B1__B2__B3__B4__B5__B6__B7_y_B8/10_5__Canarias/10_5_20__Por_.

92. Agencia Tributaria. 10.6.4. Por obras de mejora en viviendas. A: [en línea]. Disponible a: https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/ca_es/Inicio/Ayuda/Manuales__Folletos_y_Videos/Manuales_de_ayuda_a_la_presentacion/Ejercicio_2018/_Ayuda_Modelo_100/10__Cumplimentacion_IRPF__Anexo_B1__B2__B3__B4__B5__B6__B7_y_B8/10_6__Cantabria/10_6_4__Por_.

93. Agencia Tributaria. 10.13.4. Por inversión en instalaciones de recursos energéticos renovables. A: [en línea]. Disponible a: https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/ca_es/Inicio/Ayuda/Manuales__Folletos_y_Videos/Manuales_de_ayuda_a_la_presentacion/Ejercicio_2018/_Ayuda_Modelo_100/10__Cumplimentacion_IRPF__Anexo_B1__B2__B3__B4__B5__B6__B7_y_B8/10_13__Region_de_Murcia/10_1_.

94. Comunidad Foral de Navarra. LEY FORAL 16/2017, de 27 de diciembre, de modificación de diversos impuestos y otras medidas tributarias. A: [en línea]. 2017. Disponible a: <https://bon.navarra.es/es/anuncio/-/texto/2017/249/0/>.

95. Misbrener, K. EnergySage marketplace report finds Enphase is most-quoted inverter for first time since 2015. A: *Solar Power World* [en línea]. 2020, Disponible a: <https://www.solarpowerworldonline.com/2020/10/energysage-marketplace-report-enphase-most-quoted-inverter/>.

96. Wesoff, E. Solar electronics leaders Enphase and SolarEdge post strong Q4 and massive 2019. A: *PV Magazine* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://pv-magazine-usa.com/2020/02/20/solar-electronics-leaders-enphase-and-solaredge-post-strong-q4-and-massive-2019/>.

97. Tesla. Solar Roof. A: [en línea]. 2021. Disponible a: https://www.tesla.com/es_es/solarroof.
98. Pickerel, K. Powerhouse solar shingle company RGS Energy files for bankruptcy. A: *Solar Power World* [en línea]. 6 febrer 2020, p. 1. Disponible a: <https://www.solarpowerworldonline.com/2020/02/powerhouse-solar-shingle-company-rgs-energy-files-for-bankruptcy/>.
99. Energy, I. Solar Shingles Efficiency vs Solar Panels Efficiency. A: [en línea]. 2015. Disponible a: <https://thenewutility.com/solar-resources/solar-shingles-efficiency/>.
100. Blasco Hedo, E. Arbitraje internacional y modificación del régimen retributivo de las energías renovables. A: *Consejo General de la Abogacía Española* [en línea]. Disponible a: <https://www.abogacia.es/actualidad/noticias/arbitraje-internacional-y-modificacion-del-regimen-retributivo-de-las-energias-renovables/>.
101. Conferencia de la Carta de la Energía i Secretariado de la Carta de la Energía. *El Tratado sobre la Carta de Energía y documentos relacionados* [en línea]. 1994. 1994. Disponible a: <https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Legal/ECT-es.pdf>.
102. UNEF (Unión española fotovoltaica). Informe anual 2019: El sector fotovoltaico impulsor de la transición energética. A: [en línea]. 2019, p. 126. Disponible a: https://unef.es/wp-content/uploads/dlm_uploads/2019/09/memoria_unef_2019-web.pdf.
103. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. *La nueva factura de la luz | 6. PYMES (Tarifas 3.0A y 3.1A)* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.cnmec.es/la-nueva-factura-de-la-luz>.
104. Institut Català de la Energia (ICAEN). Evolución del Autoconsumo FV. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <http://icaen.gencat.cat/es/energia/autoconsum/Observatori-de-lautoconsum-a-catalunya/evolucio-de-lautoconsum/index.html>.
105. López de Benito, J. Todos los servicios de motosharing que puedes usar en Barcelona. A: *Movilidad Eléctrica* [en línea]. 2020, Disponible a: <https://movilidadelectrica.com/comparativa-de-precios-de-motosharing-en-barcelona/>.
106. Observatorio de Movilidad Eléctrica y Movilidad Sostenible, Universidad Pontificia Comillas i Dirección General de Tráfico. *Datos Básicos* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://evobservatory.iit.comillas.edu/>.
107. Gutierrez, A., Romero, A. i Voltium. *Novedades del Programa MOVES III y qué tipo de soluciones pueden beneficiarse de las subvenciones* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.voltium.es/novedades-del-programa-moves-iii-y-que-tipo>.
108. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Real Decreto 266/2021, de 13 de abril, por el que se aprueba la concesión directa de ayudas a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla para la ejecución de programas de incentivos ligados a la movilidad eléctrica (MOVES III) en el mar. A: *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 2021, p. 42567-42607. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/04/14/pdfs/BOE-A-2021-5869.pdf>.
109. Rata, M. et al. The electrical vehicle simulator for charging station in mode 3 of IEC 61851-1

- standard. A: *Energies*. 2019, Vol. 13, núm. 1, p. 1-9. ISSN 19961073. DOI 10.3390/en13010176.
110. Ferrari, L. Charging Modes for Electric Vehicles. A: *Daze Technology* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://www.dazetechnology.com/charging-modes-for-ev/>.
111. The Wallbox Store. Tipos de conectores de vehículos eléctricos. A: [en línea]. 2020. Disponible a: <http://wallbox.eu/es/info/tipos-de-conectores-de-vehiculos-electricos.html>.
112. Tesla tardaría 1.600 años en lograr su valor de mercado al ritmo de producción actual. A: *Semana* [en línea]. 2021, Disponible a: <https://www.semana.com/economia/articulo/tesla-tardaria-1600-anos-en-lograr-su-valor-de-mercado-al-ritmo-de-produccion-actual/202122/>.
113. Fuentes, V. Volvo solo venderá coches 100% eléctricos en 2030: «No hay futuro para los motores de combustión interna». A: *Motorpasion* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.motorpasion.com/volvo/volvo-solo-vendera-coches-100-electricos-2030-no-hay-futuro-para-motores-combustion-interna>.
114. Fernández, C. El impulso del vehículo eléctrico en el sector de la automoción español. A: *La Vanguardia* [en línea]. Barcelona: 15 abril 2021, Disponible a: <https://www.lavanguardia.com/economia/20210415/6752430/impulso-coche-electrico-sector-automocion-espanol-brl.html>.
115. Ministerio de Fomento (España). Documento Básico HE Ahorro de Energía 2019. A: *Código Técnico de la Edificación* [en línea]. 2019, p. 1-129. Disponible a: <http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf>.
116. Ajuntament de Sant Cugat. ORDENANÇA MUNICIPAL REGULADORA DE LA IMPLANTACIÓ DE SISTEMES DE CAPTACIÓ D'ENERGIA SOLAR PER A USOS TÈRMICS EN LES EDIFICACIONS. A: [en línea]. 2010, Disponible a: http://www.santcugat.cat/files/651-3848-fitxer/Ordenanca_EnergiaSolar_20100621_Inicial.pdf?download=1.
117. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Consumos de energía final en ACS en el sector residencial* [en línea]. 2020. 2020. Disponible a: https://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/cons_usos_resid_eurostat_web_2010-18_ok.xlsx.
118. Tarifaluzhora. ¿Cómo calcular la potencia eléctrica de tu vivienda? A: *Selectra* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://tarifaluzhora.es/info/potencia-electrica>.
119. Schneider Electric Solar. *Webinar: Schneider Electric Solar: Dimensionamiento Solar para Cubiertas Residenciales* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://app.livestorm.co/schneider-electric-3/schneider-electric-solar-dimensionamiento-solar-para-cubiertas-residenciales/live?s=dc110074-d5e0-4073-afae-d08048eb3348#/qa>.
120. Solà, C. El Cobalt menys sostenible. A: *TV3* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.ccma.cat/tv3/30-minuts/el-cobalt-menys-sostenible/noticia/3096116/>.
121. García, G. Baterías sin cobalto y níquel: ¿por qué da Tesla un paso atrás en la tecnología? A: *Híbridos y eléctricos* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/baterias-cobalto-niquel-da-tesla-paso->

atras-tecnologia/20200219122615033274.html.

122. D'Halluin, P., Hatoum, O. i Rossi, R. European Market Outlook For Residential Battery Storage. A: *SolarPower Europe* [en línia]. 2020. Disponible a: https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2020/10/2820-SPE-EU-Residential-Market-Outlook-07-mr.pdf?cf_id=29052.

123. Hockenos, P. In Germany, Consumers Embrace a Shift to Home Batteries. A: *Yale Environment 360* [en línia]. 2019, Disponible a: <https://e360.yale.edu/features/in-germany-consumers-embrace-a-shift-to-home-batteries>.

124. Vorrath, S. Germany installed 100,000 home batteries in «year of Corona». A: *One step off the grid* [en línia]. 2021, Disponible a: <https://onestepoffthegrid.com.au/germany-installed-100000-home-batteries-in-year-of-corona/>.

125. Hannen, P. Germany has 270,000 residential batteries linked to PV. A: *PV Magazine* [en línia]. 2021. Disponible a: <https://www.pv-magazine.com/2021/02/19/germany-has-270000-residential-batteries-linked-to-pv/>.

126. BVESeV. #300.000 #Heimspeicher sind in Deutschland installiert! A: [en línia]. 2021, Disponible a: <https://twitter.com/BVESeV/status/1371488168118259715>.

127. Schneider Electric. SAIS para Gaming APC. A: [en línia]. 2020. Disponible a: <https://www.se.com/es/es/work/campaign/local/gaming.jsp>.

128. Sistema de Alimentación Ininterrumpida. A: *Wikipedia* [en línia]. 2021. Disponible a: [Sistema_de_alimentación_ininterrumpida](#).

129. Redacción. Desarrollan un sistema alimentado por hidrógeno «verde» para cogenerar electricidad y calor en los hogares. A: *20 minutos* [en línia]. 19 gener 2021, Disponible a: <https://www.20minutos.es/noticia/4548754/0/desarrollan-un-sistema-alimentado-por-hidrogeno-verde-para-cogenerar-electricidad-y-calor-en-los-hogares/>.

130. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 617: Locales de carga de baterías de acumuladores eléctricos de plomo-ácido sulfúrico. A: [en línia]. 2003, p. 8. Disponible a: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_617.pdf/d771e1a5-9e27-44b0-8aff-1d4e23d85195.

131. Martínez, J. i Voltium. *Eaton - SAI como Sistema de Almacenamiento (Adaptación de infraestructuras críticas a la transición energética)*. [en línia]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.voltium.es/eaton-sai-como-sistema-almacenamiento-adaptacion>.

132. Redacción. El Gobierno aprueba más de 1.000 millones de euros en ayudas al autoconsumo y las baterías. A: *Energías Renovables* [en línia]. Madrid: 13 maig 2021, Disponible a: <https://www.energias-renovables.com/autoconsumo/el-gobierno-aprueba-mas-de-1-000-20210513>.

133. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Estrategia de almacenamiento energético* [en línia]. 2021. 2021. Disponible a: https://www.miteco.gob.es/es/prensa/estrategiaalmacenamiento_tcm30-522655.pdf.

134. Europe Sunfields. SunFields Europe Calculo Fotovoltaica Autonomas. A: [en línia]. 2011, Disponible

a: https://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2011/08/Sunfields_Manual-Calculo_Fotovoltaica_Autonomas.pdf.

135. Pant, M., Korthauer, R. i Schneider Electric. Schneider Electric at CES 2021: Smart Sustainable Homes. A: [en línia]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=Z3pkDWXJuPk>.

136. Gain Solar Services. *Planning for battery backup offgrid solar (critical loads subpanel)* [en línia]. 2015. 2015. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=NTbxdnG-MOQ>.

137. Schneider Electric. *Square D Energy* [en línia]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.se.com/us/en/home/offers/connected-home/energy-center/>.

138. Netatmo. A: *Wikipedia* [en línia]. Disponible a: <https://en.wikipedia.org/wiki/Netatmo>.

139. BTcinolInternacional. *BTicino BT DIN with Netatmo : Smart electrical panel* [en línia]. 2021. 2021. Disponible a: https://www.youtube.com/watch?v=ycbwCzjli_c.

140. Legrand. *Smart Electrical Panel* [en línia]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.legrand.es/documentos/Catalogo-Smart-Electrical-Panel-Legrand.pdf>.

141. Finder i Ministerio de Ciencia y Tecnología. *ITC-BT 25, Viviendas. Número de circuitos y características.* [en línia]. Disponible a: <https://www.plcmadrid.es/wp-content/uploads/rebt/itc25/ITC-BT-25.pdf>.

142. Ministerio de industria y energía. Guia-Bt-17 Ministerio De Industria Y Energía Guía Técnica De Aplicación: Instalaciones De Enlace Dispositivos Generales E Individuales De Mando Y Protección. Interruptor De Control De Potencia. A: [en línia]. 2017, p. 1-24. Disponible a: http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_17_sep03R1.pdf.

143. Schneider Electric. Descubre la protección contra sobretensiones: Las sobretensiones y sus efectos nocivos/ Discover Surge Protection: Get to Know Overvoltage and its Harmful Effects(Spanish). A: [en línia]. 2021. Disponible a: <https://schneider-electric.csod.com/ui/lms-learning-details/app/course/0cf8e9f0-6a66-4cbe-83b1-f1b440be6a33>.

144. Ministerio de Industria Comercio y Turismo. GUÍA-BT-23. Guía Técnica de Aplicación: Protección de Instalaciones Interiores. Protección Contra Sobretensiones. A: [en línia]. 2019, p. 1-12. Disponible a: http://www.f2i2.net/documentos/lsiF2I2/rbt/guias/guia_bt_23_nov19R4.pdf.

145. Schneider Electric. Descubre la protección contra sobretensiones: Saber cómo protegerte contra sobretensiones/ Discover Surge Protection: Know How to Protect Against Overvoltage(Spanish). A: [en línia]. 2021. Disponible a: <https://schneider-electric.csod.com/ui/lms-learning-details/app/course/dfc2f083-0a3a-471f-a881-476da0b04761>.

146. Redacción. La nueva normativa de Iberdrola MT 2.80.12 señala la necesidad de proteger los equipos contra sobretensiones causadas por los rayos. A: *Aplicaciones Tecnológicas / Lightning & Earthing* [en línia]. 2014, Disponible a: <https://at3w.com/blog/la-nueva-normativa-de-iberdrola-mt-2-80-12-senala-la-necesidad-de-proteger-los-equipos-contra-sobretensiones-causadas-por-los-rayos/>.

147. Rodríguez Pozueta, M.Á. Instalaciones Eléctricas en Edificios. A: *Universidad de Cantabria* [en línia]. 2009, p. 1-49. Disponible a: <https://personales.unican.es/rodrigma/PDFs/Instalac Caminos.pdf>.

148. Ministerio de Industria Comercio y Turismo. Guía-BT-24. Guía Técnica de Aplicación: Protecciones. Protección Contra Los Contactos Directos e Indirectos. A: [en línea]. 2019, p. 1-33. Disponible a: http://www.f2i2.net/documentos/IsIF2I2/rbt/guias/guia_bt_24_jun19R2.pdf.
149. Schneider Electric. *Cómo seleccionar el Tipo de Interruptor Diferencial según la aplicación/ How to select the Type of Residual Current Device according to the application (Spanish)* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://schneider-electric.csod.com/ui/lms-learning-details/app/course/0dd19e82-46c0-49c9-9294-a154c1a9dd58>.
150. Appliance classes. A: *Wikipedia* [en línea]. 2021. Disponible a: https://en.wikipedia.org/wiki/Appliance_classes#Class_II.
151. Pizarro, J.A. Interruptor diferencial «de la A a la B y la F». A: *Schneider Electric Blog Español* [en línea]. 2019, p. 1. Disponible a: <https://blogespanol.se.com/normativa-energetica/2019/06/17/normativa-interruptores-diferenciales/>.
152. *UNE-EN 60898-1:2020. Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas. Parte 1: Interruptores automáticos para funcionamiento en corriente alterna.* [en línea]. 2020. 2020. Disponible a: une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0063530.
153. Schneider Electric. *Descubre la protección magnetotérmica/Understanding overcurrent protection (Spanish)* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://schneider-electric.csod.com/ui/lms-learning-details/app/course/44a302b9-895f-4380-a765-feefdc700ca1>.
154. Schneider Electric. *Cómo seleccionar un interruptor automático/ How to Select a Circuit Breaker (Spanish)*. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://schneider-electric.csod.com/ui/lms-learning-details/app/course/a963d307-6324-4894-9502-3643d590eb46>.
155. Universitat Politècnica de València. Normativa : UNE EN 60898 Concepto Características. A: [en línea]. p. 2-5. Disponible a: http://www.upv.es/electrica/material_tecno/Transparencias_PDF/T2/tema2-3.pdf.
156. Comisión Electrotécnica Internacional. IEC 60898-1:2015/AMD1:2019/COR1:2020. A: [en línea]. 2015. Disponible a: <https://webstore.iec.ch/publication/66619>.
157. Schneider Electric. *Concientización sobre el arco eléctrico: Internacional/ Electrical Arc Flash Awareness: International (Spanish)* [en línea]. 2020. 2020. Disponible a: <https://schneider-electric.csod.com/ui/lms-learning-details/app/course/e66dc66c-6ec1-4302-b885-ed42cafdb927>.
158. Comisión Electrotécnica Internacional. *IEC 62606:2013 General requirements for arc fault detection devices* [en línea]. 2013. 2013. Disponible a: <https://webstore.iec.ch/publication/7248>.
159. Novelec. *Clasificación y componentes de las envolventes* [en línea]. 2019. 2019. Disponible a: <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/clasificacion-y-componentes-de-las-envolventes/>.
160. Grado de protección IP. A: *Wikipedia2* [en línea]. 2021. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Grado_de_protección_IP.
161. Gobierno de España. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento

electrotécnico para baja tensión. A: *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 2002, Vol. 224, p. 33084-33086. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2002/09/18/pdfs/A33084-33086.pdf>.

162. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Guía-BT-40. Guía Técnica de Aplicación. Instalaciones Generadoras de Baja Tensión. A: [en línea]. 2013, p. 1-54. Disponible a: https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/Guia_bt_40_sep13R1.pdf.

163. Jerónimo. ¿Cómo conectar un generador eléctrico a una vivienda? A: *Mano Mano* [en línea]. Disponible a: <https://consejos.manomano.es/como-conectar-un-generador-electrico-a-una-vivienda-n9131>.

164. Circutor. *Guía para la legalización de instalaciones de energía solar fotovoltaica en autoconsumo sin inyección a red de excedentes* [en línea]. Disponible a: <http://circutor.es/es/sectores/energia/autoconsumo/guia-legalizacion-instalaciones>.

165. Andreu, F. Las 7 dudas capitales sobre el autoconsumo solar. A: *Solartradex* [en línea]. Mataró: 2012, Disponible a: <https://solartradex.com/blog/7-dudas-capitales-autoconsumo-solar/>.

166. Meinsa. Automatización de procesos industriales. *Beneficios del sistema TN-S frente al sistema TT en una distribución eléctrica de BT* [en línea]. 2019. Manresa: 2019. Disponible a: <https://meinsa.com/2019/11/beneficios-del-sistema-tn-s-frente-al-sistema-tt-en-una-distribucion-electrica-de-bt/>.

167. Ministerio de Economía Industria y Competitividad. *Guía técnica de aplicación ITC-BT-52 Instalaciones con fines especiales, infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos*. [en línea]. 2017. 2017. Disponible a: <https://www.lugenergy.com/imagenes/2018/01/guia-aplicación-itc-bt-52.pdf>.

168. Schneider Electric. *EcoStruxure Power connected products. Catalogue 2021* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=LVCATENLX_EN+%28web%29.pdf&p_Doc_Ref=LVCATENLX_EN.

169. Schneider Electric. *Wiser Energy Installation Guide* [en línea]. 2021. Paris: 2021. Disponible a: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=System+user+guide&p_File_Name=WISSESUG0001EN+%28web%29.pdf&p_Doc_Ref=WISSESUG0001EN.

170. Schneider Electric. *Wiser Link - Energy meter with 5 sensors* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.se.com/ww/en/product/EER39000/wiser-link---energy-meter-with-5-sensors/?range=62107-wiser-energy&node=12147000768-energy-monitoring&selected-node-id=12147000816&filter=business-5-residential-and-small-business&parent-subcategory-id=1665>.

171. Schneider Electric. *Wiser Link Control - Pulse, Alarm and Control extension module* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.se.com/ww/en/product/EER31500/wiser-link-control---pulse%2C-alarm-and-control-extension-module/?range=62107-wiser-energy&node=12147001645-auxiliary&selected-node-id=12147001800&filter=business-5-residential-and-small-business&parent-subcategory-id=1665>.

172. Schneider Electric. Wiser Energy Demo. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://app.schneider-electric.com/wiser-energy/#/landing>.
173. Hajjar, A.-S., Moresco, A.S. i Schneider Electric. *CES 2021 | Smart Sustainable Homes | Schneider Electric* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: https://www.youtube.com/watch?v=T07ksjH_3lw.
174. Ortiz García, M. i Universidad Miguel Hernández. *Cálculo de líneas de instalación fotovoltaica* [en línea]. 2021. Elche: 2021. Disponible a: <https://salvadorcobo.files.wordpress.com/2011/03/dimensionado-lc3adneas-fotovoltaicas.pdf>.
175. Jiménez Jiménez, R. *MEMORIA TECNICA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA PARA ALIMENTACION DE REPETIDOR DE ANTENA EN ALHABIA* [en línea]. 2015. Alhabia: 2015. Disponible a: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/905abc55-9076-43a0-b2f8-6bd80bfd7a62/DOC20190329112859MEMORIA%2BINST%2BFOTOV%2BAISLADA%2BALHABIA%2BANTENA.pdf?MOD=AJPERES&attachment=true&CACHE=NONE&CONTENTCACHE=NONE>.
176. Repsol Solify. Sácale el máximo partido al sol. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.repsolluzygas.com/repsolsolify/>.
177. InnoEnergy. *Stemy Energy* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://bc.innoenergy.com/portfolio-item/stemy/>.
178. Stemy Energy. Cuestionario. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.stemyenergy.com/questionnaire/form>.
179. IKEA. SOLSTRÅLE. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.ikea.com/es/ca/product-guides/energy-services/solar/>.
180. Contigo Energía. Calculadora Autoconsumo Solar IKEA. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://ikea.contigoenergia.com/calculadora-autoconsumo-solar-ikea/>.
181. Sotysolar. *¿Cuánto cuesta instalar placas solares?* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://sotysolar.es/placas-solares/instalacion/precio>.
182. Sotysolar. *Pide tu estudio SotySolar* [en línea]. 2020. 2020. Disponible a: <https://sotysolar.es/solicita-presupuesto>.
183. Comunicado de Prensa. La sueca SVEA solar adquiere el negocio residencial de energía solar de Solarcentury. A: *Solarcentury* [en línea]. 2020, Disponible a: <https://www.solarcentury.com/es/la-sueca-svea-solar-adquiere-el-negocio-residencial-de-energia-solar-de-solarcentury/>.
184. SveaSolar. Presupuesto gratuito. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://sveasolar.com/es/presupuesto-gratis/>.
185. Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE. Project Sech-Spahousec, Analysis of the Energetic Consumption of the Residential Sector in Spain (Proyecto Sech-Spahousec, Análisis del consumo energético del sector residencial en España). A: *Idae* [en línea]. 2016, p. 76. Disponible a: www.idae.es.
186. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Estudio SPAHOUSEC III. Se inicia la*

recopilación de datos de consumo energético de los hogares [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.idae.es/noticias/estudio-spahousec-iii-se-inicia-la-recopilacion-de-datos-de-consumo-energetico-de-los>.

187. Martínez, H. *Ejemplo de Diseño y Dimensionado de una Instalación de Energía Solar Fotovoltaica (ESF) Aislada de Red*. 2013. Barcelona: 2013.

188. Baxi. *PLATINUM BC IPLUS V200 SMART* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.baxi.es/productos/bombas-calor/bibloc/platinum-bc-iplus-v200-smart>.

189. BAXI WICA. *HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES PARA PROFESIONALES* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://wica.baxi.es/login>.

190. Suelosolar. *Temperatura del agua de red en capitales de provincia de España (°C)* [en línea]. 2017. 2017. Disponible a: <https://suelosolar.com/guia/acs-solar/temperatura-agua-ciudades>.

191. Cointra. *¿Qué es el perfil de carga o consumo de un calentador?* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.cointra.es/blog-que-es-el-perfil-de-carga-o-consumo-de-un-calentador/>.

192. Albasolar. *Dimensionado de un Sistema fotovoltaico AISLADO* [en línea]. 2019. 2019. Disponible a: <https://albasolar.es/wp-content/uploads/2016/12/Dimensionado1.xls>.

193. Baxi. *Baxi Energía Solar* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: https://mediacdn.baxi.es/-/media/inriver-media/baxi-iberia-media/2021/4/14/a00b01c06d17broch1es03pdf.pdf?v=1&d=20210414T061553Z&_ga=2.186944556.524013663.1620026847-919817995.1618380803.

194. Martínez de Lizurday, J. *Climogramas Capitales De Provincia En España* [en línea]. 2012. 2012. Disponible a: <http://www.aemet.es/es/elclima/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>.

195. Servimedia. España se ha calentado 1,57 grados desde 1965. A: *Expansión* [en línea]. Madrid: 29 noviembre 2019, Disponible a: <https://www.expansion.com/sociedad/2019/11/29/5de0fa0f468aeb266b8b45a7.html>.

196. Grewnward Partners. El sector de la eficiencia energética en la edificación tiene capacidad de generar hasta 80.000 empleos al año. A: [en línea]. 2020, Disponible a: <https://greenwardpartners.com/en/el-sector-de-la-eficiencia-energetica-en-la-edificacion-tiene-capacidad-de-generar-hasta-80-000-empleos-al-ano/>.

197. Documento básico de ahorro de energía. A: *Wikipedia* [en línea]. 2021. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Documento_básico_de_ahorro_de_energía.

198. Espiñeira, S. SISTEMAS RADIANTES: Guía técnica de introducción a los sistemas radiantes hidrónicos de suelo, techo y pared. A: *Proinstalaciones* [en línea]. 2020, Disponible a: <https://www.proinstalaciones.com/articulos/informativo/5085-sistemas-radiantes-guia-tecnica-de-introduccion-a-los-sistemas-radiantes-hidronicos-de-suelo-techo-y-pared>.

199. Cuchí, A. i Universitat Politècnica de Catalunya. *Key points for a new energy paradigm (in buildings)* [en línea]. 2018. 2018. Disponible a: https://issuu.com/fundacio_btcc/docs/albert-cuchi-m19j18.

200. López Morales, G. i ECOO. Más del 40% de la población española sufre pobreza energética. A: *El País* [en línea]. 2019, Disponible a: https://elpais.com/elpais/2019/02/20/3500_millones/1550664003_825237.html.
201. Hernández, R. 10 formas de disfrutar de más metros. A: *Arquitectura Diseño* [en línea]. 2019, Disponible a: https://www.arquitecturaydiseno.es/reformas/formas-disfrutar-metros_292.
202. IDAE. *Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto*. [en línea]. 2010. ISBN 9788496680562. Disponible a: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12_Guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf%0Ahttp://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/CondicionesClimaticas.pdf.
203. Fuentes-freixanet, V. Grados-Día como herramienta de control bioclimático. A: *XXXIV Semana Nacional de Energía Solar - Asociación Nacional de Energía Solar*. 2015, Vol. 1, núm. August.
204. Maeswell. *¿CÓMO OPTIMIZAR LA REGULACIÓN DEL TERMOSTATO?* [en línea]. 2018. 2018. Disponible a: <https://app.maeswell.com/2018/10/curva-de-temperaturas-optima-de-su-termostato/>.
205. Carrefour. *Frigoríficos* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.carrefour.es/frigorificos/cat4164135/c>.
206. ¿Cuánto consume cada electrodoméstico? A: *Umeme* [en línea]. 2019, Disponible a: <https://www.umeme.es/consumo-electrodomestico/>.
207. Redacción. Los españoles conducen una media de 12.000 kilómetros y 300 horas anuales. A: *Europa press* [en línea]. 2013, Disponible a: <https://www.europapress.es/motor/sector-00644/noticia-espanoles-conducen-media-12000-kilometros-300-horas-anuales-20130128140851.html>.
208. Instituto Nacional de Estadística. Km medios recorridos al año por los vehículos para uso personal, por relación con la actividad económica de la persona de referencia y antigüedad del vehículo. A: [en línea]. 2008. Disponible a: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t25/p500/2008/p10/l0/&file=10020.px>.
209. Arval Mobility Observatory. *Estudios, Análisis, Previsiones y Tendencias de la Movilidad* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: https://www.arval.es/sites/default/files/inline-files/Arval_AMO_2020_0.pdf.
210. Total Energies. Ev Charge - Charging habits. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://evcharge.totalenergies.com/>.
211. González, A. Estos han sido los coches eléctricos más vendidos en España durante 2020. A: *Híbridos y eléctricos* [en línea]. 2021, Disponible a: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/coches-electricos-mas-vendidos-espana-2020/20210104114919041305.html>.
212. López Redondo, N. Las 5 motos eléctricas más vendidas en España. A: *Movilidad Eléctrica2* [en línea]. 2020, Disponible a: <https://movilidadelectronica.com/estas-son-las-motos-electricas-mas-vendidas-en-espana/>.

213. Duoba, M. Developing a Utility Factor for Battery Electric Vehicles. A: *SAE International Journal of Alternative Powertrains* [en línea]. 2013, Vol. 2, núm. 2, p. 2013- 01-1474. ISSN 2167-4205. DOI 10.4271/2013-01-1474. Disponible a: <https://www.sae.org/content/2013-01-1474/>.
214. Salvador Escoda S.A. Webinar Cálculo y selección bombas para Piscinas. A: *Youtube* [en línea]. 2020. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=JMRgAP9Tb3Y>.
215. Suministros Industriales Moreno. BOMBA CENTRÍFUGA AUTOASPIRANTE MERCABOMBA SERIE GARONA SMART. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://simslu.es/tienda/producto/jardin-y-piscina/piscina-jardin-y-piscina/tratamiento-del-agua/bombas-tratamiento-del-agua/bomba-centrifuga-autoaspirante-mercabomba-serie-garona-smart/>.
216. Tu&Co. Zodiac Vortex OV 5300 SW PRO 4WD Limpiafondos Piscina. A: [en línea]. 2021. Disponible a: https://www.tuandco.com/zodiac-vortex-ov-5300-sw-pro-4wd-limpiafondos-piscina?gclid=CjwKCAjwy42FBhB2EiwAJY0yQoAefSz7Di7r80FMhXkH9ABOGpf8OUyvDF_U-FkOvkV0g1q-ofj8aRoCpRAQAvD_BwE.
217. Astral Pool. La hibernación de la piscina. A: [en línea]. 2019. Disponible a: <https://www.astralpool.com/manten-la-piscina-durante-el-invierno/>.
218. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Consumos del Sector Residencial en España. A: [en línea]. 2016, Disponible a: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf.
219. Carrefour. Lavavajillas Hisense C HS661C60X. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.carrefour.es/lavavajillas-hisense-c-hs661c60x/VC4A-13399320/p>.
220. Organización de Consumidores y Usuarios. *Nueva etiqueta energética de electrodomésticos* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/equipamiento-hogar/noticias/cambio-certificacion-energetica>.
221. El Corte Inglés. Lavadora de carga frontal Bosch WUU28T72ES de 9 Kg y 1.400 rpm. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://www.elcorteingles.es/electrodomesticos/A36637243-lavadora-de-carga-frontal-bosch-wuu28t72es-de-9-kg-y-1400-rpm/>.
222. Bosch. Ficha de producto de acuerdo con la norma (EU) No 1060/2010. A: [en línea]. 2018, Vol. 7, núm. 1060, p. 81739. Disponible a: <https://assetscdn.loadbee.com/catalogue/stdzsexzpn4nf9e3/media3.bosch-home.com/Documents/eudatasheet/es-ES/WTG87249ES.pdf>.
223. Piquer Martí, S. Cómo saber la energía que consume un ordenador o portátil. A: *PC World* [en línea]. 2020, Disponible a: <https://www.pcworld.es/tutoriales/ordenadores/energia-ordenador-3793083/>.
224. Teknófilo. ¿Cuánta electricidad gastamos al año en cargar el iPhone 5, Galaxy S4, iPad y otros dispositivos? ¡Mucho menos de lo que imaginas! A: [en línea]. 2018, Disponible a: <https://www.teknofilo.com/cuanta-electricidad-gasta-realmente-un-ipad-y-otros-dispositivos-electronicos/>.

225. Bajate la potencia. Calcula cuánta potencia realmente necesitas. A: [en línea]. 2016. Disponible a: bajatelapotencia.org/la-potencia-que-necesitas/.
226. Iluminable. *Cuántos lúmenes necesito para iluminar una habitación o una zona de mi casa* [en línea]. 2019. 2019. Disponible a: <https://www.decoracioneiluminacion.com/Cuanto-lumenes-necesito-para-iluminar-una-habitacion-o-una-zona-de-mi-casa-nt-622.html>.
227. Santamaria, P. Cómo elegir la bombilla LED correcta para cada necesidad. A: *Xataka* [en línea]. 2021, Disponible a: <https://www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/como-elegir-bombilla-led-correcta-para-hogar>.
228. Schneider Electric. *Guía del Instalador Solar de Schneider Electric* [en línea]. 2021. 2021. Disponible a: https://41j5tc3akbrn3uezx5av0jj1bgm-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/05/CT20201030_Guía-del-Instalador-Solar-de-Schneider-Electric_UL.pdf.
229. Guerrero de Leste, F. Schneider Electric Solar: Solar Hybrid Systems Sizing. A: *Voltium* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://app.livestorm.co/schneider-electric-3/schneider-electric-solar-solar-hybrid-systems-sizing>.
230. Eu Science Hub. PVGIS Solar Data. A: [en línea]. 2021. Disponible a: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#MR.
231. Baxi. *Energía solar fotovoltaica - Introducción a la tecnología y su combinación con la Aerotermia* [en línea]. Disponible a: <https://www.coitivigo.es/component/jdownloads/send/29-formacion/3114-doc-tecnico-fotovoltaico-pdf>.
232. Tarifa Junio 2021. A: *Albasolar* [en línea]. 2021. Disponible a: <https://albasolar.es/wp-content/uploads/2016/11/Catálogo-Albasolar.pdf>.
233. Autosolar. Estructura cubierta metálica. A: [en línea]. 2021. Disponible a: <https://autosolar.es/estructuras-cubierta-metalica>.
234. BYD Company Limited. *BATTERY-BOX PREMIUM LVS* [en línea]. Disponible a: <https://autosolar.es/pdf/BYD-Premium-LVS.pdf>.
235. Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE-EN 50618:2015 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos. A: [en línea]. 2015. Disponible a: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0054621>.
236. Korpås, M., Farahmand, H. i Granado, P.C. del. Smart system of renewable energy storage based on itegrated EVs and batteries to empower mobile , distributed and centralised energy storage in the distribution grid. A: . 2018, núm. 731148.
237. Zhinesolar. ZXM6-NHLD144 Series. A: [en línea]. 2020, p. 1-2. Disponible a: <https://appsolar.grupoelektra.es/index.php?r=site%2Fficha&mat=1&cat=2&id=1301>.
238. Glosario Energía Fotovoltaica. *Condiciones STC* [en línea]. 2017. 2017. Disponible a: <https://glosarios.servidor-alicante.com/energia-fotovoltaica/condiciones-stc>.
239. Andreu, F. Cómo comparar módulos solares. A: *Solatradex* [en línea]. 2012, Disponible a:

<https://solartradex.com/blog/como-comparar-modulos-solares/>.

240. Ecma International. *The Eco Declaration - Annex B2 - Product environmental attributes Notebooks and Tablets Lenovo T480s* [en línia]. 2015. 2015. Disponible a: https://www.lenovo.com/us/en/social_responsibility/ThinkPad-T480.pdf.

241. Lenovo Inc. *Lenovo Product Carbon Footprint (PCF) Information Sheet. A:* [en línia]. 2019, núm. 2017. Disponible a: https://www.lenovo.com/us/en/social_responsibility/PCF-ThinkPad-T480.pdf.

242. Richards, E.C. *The Carbon Cost of an Email. A: Carbon Literacy Project* [en línia]. 2018, Disponible a: <https://carbonliteracy.com/the-carbon-cost-of-an-email/>.

243. Grupo Elektra. *Módulo FV 440Wp 144 células half cell monocristalino. A:* [en línia]. Disponible a: <https://appsolar.grupoelektra.es/index.php?r=site%2Fficha&mat=1&cat=2&id=1301>.

Anexo A. Proformas de las soluciones constructivas para una vivienda concreta del ecosistema Wiser Energy Center

A continuación, se muestran tres proformas relativas al dimensionado e instalación de Wiser Energy Center para una vivienda unifamiliar de cuatro habitaciones ubicada en la provincia de Barcelona, construida antes del año 2006, y que dispone de un termo eléctrico, bomba de calor, vitrocerámica y lavavajillas. Se muestra como en la segunda columna por la derecha se encuentra el PVP de los productos en la tarifa del mes de junio de 2021 y en la derecha el precio del material, habiendo aplicado las condiciones de descuento.

Se recuerda que las condiciones de descuento son de un 75 % para los productos propios de pequeño material eléctrico de la empresa Schneider Electric, un 50 % para los productos que forman parte del área de negocio de la división solar de la compañía, a la vez que se considera dicha condición de descuento también para la instalación del equipo de almacenamiento de energía. Para los componentes externos a la empresa, compuestos por las diferentes estructuras metálicas en las cuales se ubicarán los paneles solares no se considera y los fusibles se aplica una condición de descuento del 25 %. Finalmente, para los costes del cableado al haber sido aproximado mediante una aproximación sobre el precio de coste real no se aplica una condición de descuento. Se menciona también que el coste del cuadrista asociado al montaje de Wiser Energy Center se corresponde con un 25 % del coste de los productos constructivos del panel. Se considera el mismo porcentaje para el instalador del equipo de almacenamiento eléctrico y un margen del 30 % para el instalador de Wiser Energy Center y la solución solar.

A las consideraciones anteriores, pero se quiere mencionar que es muy importante remarcar también el papel de las empresas distribuidoras en este proceso, no percibiendo por consiguiente Schneider Electric todo el margen de la venta de solución.

En la tabla A.0.1, para poder presentar con mejor resolución la proforma, se han ocultado tres columnas que estarían presentes con toda probabilidad en la proforma real de los componentes eléctricos en los cuales se indica por separado el número de módulos de cada dispositivo, el calibre en amperios de cada componente y muy especialmente la referencia. Por contrapartida, las referencias no se han usado para la realización de las proformas relativas a las instalaciones de almacenamiento de energía eléctrica y solar fotovoltaica.

**Tabla A.0.1 – Proforma para la construcción e instalación de Wiser Energy Center en una vivienda media.
Elaboración propia.**

Nº de Elementos	Función	Característica	Descripción	PVP Junio21	Precio Unitario		
3	Interruptor Magnetotérmico	Curva C, 6.000A	RESI9 1P+N 10A C 230V 6000A	25,35	€ 15,21		
7			RESI9 1P+N 16A C 230V 6000A	25,83	€ 36,16		
0			RESI9 1P+N 20A C 230V 6000A	26,53	€ -		
2			RESI9 1P+N 25A C 230V 6000A	26,97	€ 10,79		
0			RESI9 1P+N 32A C 230V 6000A	60,14	€ -		
0			RESI9 1P+N 40A C 230V 6000A	80,64	€ -		
0			RESI9 2P 10A C 230V 6000A	33,59	€ -		
0			RESI9 2P 16A C 230V 6000A	34,14	€ -		
0			RESI9 2P 20A C 230V 6000A	35,21	€ -		
0			RESI9 2P 25A C 230V 6000A	35,73	€ -		
0			RESI9 2P 32A C 230V 6000A	68,31	€ -		
0			RESI9 2P 40A C 230V 6000A	88,84	€ -		
0			Interruptor Diferencial	Tipo AC, 30mA	RESI9 ID 2P 25A 30mA AC	83,88	€ -
2					RESI9 ID 2P 40A 30mA AC	85,17	€ 34,07
0	Interruptor Diferencial	Tipo F-SI, 30mA	RESI9 ID 2P 25A 30mA F-SI	209,71	€ -		
1			RESI9 ID 2P 40A 30mA F-SI	212,93	€ 42,59		
0	Prot. Sobretensiones	(IGA) Permanentes + Transitorias Tipo2	RESI9 Combi SPU 1P+N 16A	155,99	€ -		
0			RESI9 Combi SPU 1P+N 25A	157,01	€ -		
1			RESI9 Combi SPU 1P+N 40A	163,15	€ 32,63		
0		Transitorias, Tipo 2	RESI9 Quick PF 10kA 1P+N	107,88	€ -		
0	Interruptor Diferencial	Curva C, 6.000A, B-EV	Acti9 IID Diferencial 2P 40A 30mA B EV Tipo	1142,26	€ -		
0	Peine de conexión	Peine bipolar	Acti9 Peine 2P 4 módulos	9,7			
1			Acti9 Peine 2P 6 módulos	10,1	€ 2,02		
0			Acti9 Peine 2P 8 módulos	11,79	€ -		
0			Acti9 Peine 2P 10 módulos	13,47	€ -		
3			Acti9 Peine 2P 12 módulos	14,85	€ 8,91		
1		Accesorios	20 cubredientes para peines	14,95	€ 2,99		
3			4 conectores monoconexión 35 mm	16,81	€ 10,09		
0,5			10 escudos laterales peines 2P	13,68	€ 1,37		
1	Envolvente	Pragma 18	PRAGMA 18 2 FILAS, EMPOTRABLE	116,43	€ 23,29		
1			PRAGMA 18 3 FILAS, EMPOTRABLE	161,63	€ 32,33		
0			PRAGMA 18 4 FILAS, EMPOTRABLE	316,53	€ -		
1	Puerta Envoltente	Puerta Blanca Pragma 18	PUERTA PLENA PRAGMA 18 2 FILAS	29,59	€ 5,92		
1			PUERTA PLENA PRAGMA 18 3 FILAS	39,47	€ 7,89		
0			PUERTA PLENA PRAGMA 18 4 FILAS	62,93	€ -		
1	Conectividad	Ecosistema Wiser	Conjunto de productos & gateway	-	€ 250,00		
1	Mano de Obra	Cuadrista	25 % del Subtotal	-	€ 129,06		
		Instalador	30 % del Subtotal acumulado	-	€ 193,59		
1	Impuestos	IVA	21 % del valor antes de impuestos	-	€ 176,17		
				PVP	€ 1.015,06		

Tabla A.0.2 – Proforma para la realización de una instalación solar en una vivienda media. Elaboración propia

Nº de Elementos	Función	Característica	Precio Venta	Precio Unitario
12	Panel Solar	Módulo FV 440Wp 144 células half cell monocristalino ZXM6-NHLD144-440	€ 120,36	€ 1.444,32
1	Inversor	Conext XW PRO 6,8 kW continuos	€ 1.865,50	€ 1.865,50
0		Conext SW 4048 3,4 kW continuos	€ 863,00	€ -
1	Insight Home	Reg MPPT 60, 80, 100, hasta 25 kW de baterías. 1 xanbus y 1 modbus	€ 199,00	€ 199,00
0	MPPT	Reg. MPPT 60 A / Vbat: 12/24/36/48/60 Vpaneles max: 150 V P. Máx. 3500W	€ 317,00	€ -
1		Reg. MPPT 80 A / Vbat: 24/48 Vpaneles max: 600 V P. Máx. 4800W	€ 635,00	€ 635,00
0	Estructura	Estructura cubierta metálica 4 módulos fotovoltaicos	€ 73,60	€ -
2		Estructura cubierta metálica 6 módulos fotovoltaicos	€ 106,83	€ 213,67
0		Estructura cubierta metálica 8 módulos fotovoltaicos	€ 153,01	€ -
0		Estructura cubierta metálica 10 módulos fotovoltaicos	€ 193,12	€ -
2	Protecciones Corriente Continua	Protección contra sobretensiones IPRD40r 40 kA 600 V DC	€ 58,00	€ 116,00
0		Protección contra sobretensiones IPRD40r 40 kA 1000 V DC	€ 59,75	€ -
6		Fusible de Corriente Continua (Externo a SE)	€ 30,00	€ 135,00
0	Protecciones Corriente Alterna	RESI9 ID 2P 25A 30mA F-SI	€ 52,43	€ -
1		RESI9 ID 2P 40A 30mA F-SI	€ 53,23	€ 53,23
0		RESI9 1P+N 10A C 230V 6000A	€ 6,34	€ -
0		RESI9 1P+N 16A C 230V 6000A	€ 6,46	€ -
1		RESI9 1P+N 25A C 230V 6000A	€ 6,74	€ 6,74
0		RESI9 1P+N 32A C 230V 6000A	€ 15,04	€ -
0		RESI9 1P+N 40A C 230V 6000A	€ 20,16	€ -
1	Material eléctrico	Cableado y canalización (Precio Aproximado)	€ 290,40	€ 290,40
1	Mano de Obra	30 % del Subtotal acumulado		€ 1.487,66
1	Legalización			€ 500,00
1	Impuestos	Impuesto Sobre el Valor Añadido (21%)		€ 1.458,77
			PVP	€ 8.405,29

Tabla A.0.3 - Proforma para la realización de una instalación de baterías de litio en una vivienda media. Elaboración propia

Nº de Elementos	Función	Característica	Precio Venta	PVP Unitario
1	Battery Monitor	Conext Battery Monitor Schneider Electric	€ 437,50	€ 437,50
0	Batería	Batería Litio 48V BYD B-Box Premium LVS 4 kWh	2850	€ -
0		Batería Litio 48V BYD B-Box Premium LVS 8 kWh	4793,94	€ -
1		Batería Litio 48V BYD B-Box Premium LVS 12 kWh	6934,75	€ 3.467,38
0		Batería Litio 48V BYD B-Box Premium LVS 16 kWh	9077,03	€ -
0		Batería Litio 48V BYD B-Box Premium LVS 20 kWh	11.219,31	€ -
0		Batería Litio 48V BYD B-Box Premium LVS 24 kWh	13.360,72	€ -
1	Interruptor Autom.	Interruptor Automático C60H-DC 1 Polo 63 A 48 V	125,12	€ 31,28
1	Mano de Obra	La mano de obra incluye el material necesario para la conexión		€ 976,22
1	IVA	Impuesto Sobre el Valor Añadido (21%)		€ 1.031,60
			PVP	€ 5.943,97

Anexo B. Tablas del apartado 6 relativo a la Calculadora de Wiser Energy Center

Tabla B.0.1 – Listado de provincias ubicadas en la región climática atlántica. Elaboración propia. Fuente: (185)

Región climática atlántica
Lugo
Oviedo
Santander
Bizkaia
A Coruña
Guipuzkoa
Pontevedra

Tabla B.0.2 - Listado de provincias ubicadas en la región climática atlántica. Elaboración propia. Fuente: (185)

Región climática continental
Guadalajara
Burgos
Ávila
León
Soria
León
Álava
Teruel
Salamanca
Segovia
Palencia
Pamplona
Cuenca
Zamora
Logroño
Huesca
Albacete
Orense
Madrid
Ciudad Real
Lleida
Zaragoza

Toledo
Badajoz
Cáceres

Tabla B.0.3 - - Listado de provincias ubicadas en la región climática mediterránea. Elaboración propia. Fuente: (185)

Región climática mediterránea
Girona
Sevilla
Granada
Barcelona
Tarragona
Castelló
Jaén
Murcia
Cádiz
Córdoba
Valencia
Alacant
Mallorca
Málaga
Huelva
Almería
Las Palmas
Tenerife

Tabla B.0.4 – Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado. Elaboración propia. Fuente: (115)

Habitaciones	Personas
1	1,5
2	3
3	4
4	5
5	6
6	7

Tabla B.0.5 – Horas solares pico para las capitales de provincia de España y Portugal y las ciudades autónomas. Fuente: (192)

HSP,mes, provincia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A Coruña	2,67	3,98	5,28	5,39	5,44	5,63	5,86	6,04	5,91	4,49	3,08	2,83
Albacete	3,97	4,96	5,77	5,73	5,85	6,27	6,77	6,66	6,05	5,39	4,29	3,80
Algarve	4,63	5,66	6,48	6,38	6,33	6,44	6,67	6,86	6,66	6,13	5,16	4,39
Alenteio	2,77	3,97	5,19	5,24	5,97	6,66	7,31	7,09	6,07	4,58	3,02	2,52
Alacant	4,29	5,08	6,18	6,22	6,60	6,95	7,09	6,93	6,20	5,56	4,39	3,87
Almería	4,91	5,75	6,64	6,46	6,35	6,47	6,61	6,79	6,43	5,99	5,11	4,75
Ávila	3,25	4,06	5,06	5,29	5,35	6,05	6,33	6,28	5,77	4,86	3,47	3,33
Badajoz	3,96	5,32	6,06	5,97	6,20	6,52	6,95	7,01	6,56	5,74	4,63	3,78
Barcelona	4,11	5,03	6,06	5,82	6,14	6,32	6,49	6,35	5,89	5,23	4,17	3,90
Guipuzkoa	2,34	3,12	4,51	4,78	5,05	5,27	5,44	5,15	4,95	3,78	2,36	2,31
Bizkaia	2,34	3,12	4,51	4,78	5,05	5,27	5,44	5,15	4,95	3,78	2,36	2,31
Burgos	3,13	3,76	4,97	5,41	5,77	6,13	6,39	6,34	6,03	4,65	3,07	2,84
Cáceres	3,89	5,22	6,06	5,98	6,18	6,55	7,00	6,99	6,51	5,54	4,37	3,68
Cádiz	4,69	5,70	6,40	6,33	6,34	6,39	6,60	6,78	6,41	6,06	5,06	4,44
Cantabria	2,32	3,08	4,36	4,32	4,40	4,51	4,71	4,74	4,85	3,85	2,39	2,33
Castelló	4,28	5,24	6,18	6,09	6,20	6,41	6,56	6,45	6,08	5,56	4,57	3,94
Ciudad Real	3,73	5,17	5,97	5,87	6,01	6,43	6,88	6,96	6,31	5,66	4,44	3,70
Córdoba	4,24	5,28	6,06	5,81	6,06	6,43	6,83	6,96	6,35	5,76	4,81	4,19
Cuenca	3,78	4,74	5,57	5,47	5,65	6,25	6,79	6,68	6,03	5,28	3,99	3,55
Faro	4,28	5,39	6,44	6,66	6,90	7,19	7,39	7,32	6,73	5,93	4,78	4,01
Girona	4,06	4,94	5,77	5,51	5,72	6,08	6,16	6,13	5,80	5,11	4,18	3,81
Granada	4,63	5,46	6,22	5,82	6,04	6,51	6,86	6,96	6,39	6,04	4,92	4,58
Guadalajara	3,42	4,61	5,71	5,83	6,34	6,94	7,16	7,01	6,37	5,25	3,77	3,31
Huelva	4,60	5,71	6,45	6,32	6,33	6,46	6,73	6,88	6,55	6,08	5,10	4,49
Huesca	3,67	5,26	6,35	5,98	6,24	6,48	6,88	6,83	6,46	5,41	4,13	3,45
Ibiza	4,41	5,09	6,38	6,48	6,82	7,01	7,24	7,01	6,19	5,36	4,20	3,79
Jaén	4,03	5,13	6,06	6,00	6,53	7,20	7,56	7,41	6,40	5,65	4,39	3,90
León	3,42	4,72	5,80	5,97	6,15	6,48	6,62	6,78	6,42	4,97	3,89	3,49
Lleida	3,45	5,11	6,39	5,92	6,21	6,43	6,74	6,66	6,31	5,44	4,09	3,09
Lisboa	3,75	4,87	5,77	5,82	6,01	6,19	6,51	6,74	6,41	5,39	4,26	3,62
Lanzarote	5,14	5,70	6,96	6,71	6,76	6,66	6,97	6,95	6,66	6,26	5,25	4,89
Las Palmas	4,73	5,15	6,20	5,88	6,04	5,64	5,47	5,80	6,02	5,78	4,68	4,33
Logroño	2,93	3,85	5,25	5,15	5,35	5,81	6,19	6,17	5,69	4,49	3,13	2,75
León	3,23	4,52	5,74	5,95	6,48	6,92	7,07	7,13	6,41	4,82	3,59	3,03
Lugo	2,48	3,63	4,98	4,92	5,27	5,64	5,90	6,02	5,70	4,23	2,65	2,45
Madrid	3,85	4,97	6,01	5,89	6,04	6,51	6,99	7,03	6,54	5,46	4,20	3,75
Málaga	4,90	5,54	6,30	6,04	6,15	6,41	6,62	6,78	6,40	5,98	5,00	4,50
Mallorca	4,18	4,83	6,18	6,08	6,31	6,47	6,69	6,64	6,12	5,43	4,21	3,93
Menorca	3,86	4,62	6,15	6,43	6,86	7,19	7,32	7,08	6,27	5,30	4,03	3,55

Murcia	4,76	5,35	6,22	5,97	6,13	6,40	6,64	6,62	6,05	5,66	4,81	4,30
Orense	2,84	4,20	5,41	5,41	5,60	6,02	6,35	6,56	6,17	4,67	3,17	2,72
Oviedo	3,06	3,91	5,00	4,89	4,69	4,78	4,94	5,11	5,36	4,40	3,04	3,00
Palencia	2,94	4,39	5,51	5,46	5,89	6,37	6,80	6,80	6,38	4,96	3,52	2,99
Pamplona	2,78	3,76	5,14	4,98	5,31	5,81	6,23	6,21	5,72	4,50	3,20	2,82
Pontevedra	3,02	4,31	5,45	5,64	5,66	5,94	6,17	6,45	6,23	4,76	3,44	2,96
Porto	3,61	4,91	5,90	5,93	6,15	6,22	6,45	6,64	6,48	5,23	4,04	3,38
Salamanca	3,17	4,72	5,80	5,81	6,15	6,48	6,92	6,88	6,42	4,97	3,79	3,14
Sevilla	4,60	5,48	6,17	6,04	6,22	6,45	6,79	6,95	6,42	5,93	5,03	4,41
Segóvia	3,17	4,72	5,80	5,81	6,15	6,48	6,92	6,88	6,42	4,97	3,79	3,14
Soria	3,45	4,54	5,64	5,50	5,73	6,22	6,73	6,66	6,25	5,18	3,76	3,44
Tarragona	3,85	4,87	6,04	6,04	6,52	6,80	6,88	6,62	6,02	5,25	4,07	3,56
Tenerife	4,29	5,52	7,16	7,33	7,36	7,58	7,55	7,41	6,90	6,04	4,72	3,57
Teruel	3,70	4,72	5,77	5,50	5,67	6,09	6,59	6,45	6,03	5,30	3,99	3,63
Toledo	3,78	4,93	5,86	5,82	5,97	6,39	6,88	6,90	6,37	5,36	4,25	3,60
Valencia	4,27	5,17	6,24	6,47	6,73	7,01	7,20	6,88	6,23	5,50	4,51	3,87
Valladolid	2,93	4,51	5,56	5,49	5,92	6,37	6,69	6,73	6,41	5,11	3,60	3,05
Álava	2,73	3,29	4,77	5,02	5,39	5,90	6,00	6,00	5,49	4,12	2,74	2,73
Zamora	3,06	4,74	5,81	5,68	6,06	6,47	6,96	6,96	6,47	5,15	3,80	3,10
Zaragoza	3,55	5,00	6,12	5,91	6,08	6,34	6,81	6,73	6,32	5,29	4,06	3,34
Ceuta	5,06	5,92	6,84	6,65	6,54	6,66	6,81	6,99	6,62	6,17	5,26	4,89
Melilla	5,06	5,92	6,84	6,65	6,54	6,66	6,81	6,99	6,62	6,17	5,26	4,89

Tabla B.0.6 – Valores de potencia térmica medios a instalar para calefacción y refrigeración en la zona mediterránea. Elaboración propia. Fuente: (189)

Mediterráneo	Calefacción [W/m3]	Refrigeración [W/m3]
Cocina	27,97	0,00
Comedor	40,71	37,00
Baño	35,12	0,00
Habitación	36,67	37,00

Tabla B.0.7 – Valores de potencia térmica medios a instalar para calefacción y refrigeración en la zona continental. Elaboración propia. Fuente: (189)

Continental	Calefacción [W/m3]	Refrigeración [W/m3]
Cocina	37,62	0,00
Comedor	51,73	37,00
Baño	45,46	0,00
Habitación	47,03	37,00

Tabla B.0.8 - Valores de potencia térmica medios a instalar para calefacción y refrigeración en la zona atlántica. Elaboración propia. Fuente: (189)

Atlántico	Calefacción [W/m3]	Refrigeración [W/m3]
Cocina	23,13	0,00
Comedor	34,55	37,00
Baño	29,30	0,00
Habitación	20,84	37,00

Tabla B.0.9 – Potencia de pérdidas por ventilación expresado en W por persona para cada estancia con pérdidas asociadas. Elaboración propia. Fuente: (189)

Potencia Ventilación (W/persona)	Mediterráneo	Continental	Atlántico
Comedor	75,98	94,04	65,10
Habitación	126,59	156,73	108,50

Tabla B.0.10 – Temperatura ambiente media en las diferentes provincias de España para los diferentes meses del año. Elaboración propia. Buscas Fuente: (194)

Ta_prov,mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A Coruña	10,4	10,9	11,7	12,5	14,4	16,7	18,7	19,12	18,2	15,6	13	11,5
Albacete	4,8	6,6	9	11	15	20	24	24	20	14	8,8	5,9
Alacant	12	12	14	16	18	22	25	26	23	19	15	13
Almería	12,5	13,2	14,7	15,4	19,1	22,7	25,7	26,4	24	20	16,2	13,7
Ávila	2,8	4,1	5,9	7,5	11,4	16	19,7	19,5	16,1	10,8	6,2	4
Badajoz	8,5	10,3	12,7	14,5	18	22,5	25,3	22,6	15,7	17,4	12,5	9,6
Barcelona	8,9	9,9	11,3	13	16,2	19,9	23	23,6	21,1	17	12,5	10
Guipuzkoa	8,6	9,5	10,9	12,4	15,7	18,2	20,6	21	19	15,8	11,5	9,6
Bizkaia	9	9,8	10,8	11,9	14,1	17,6	20	20,3	18,8	15,8	12	10
Burgos	2,7	4,1	6,3	7,8	11,4	15,2	19,7	19,9	15,7	10,9	6,2	3,9
Cáceres	7,9	9,4	11,8	13,9	17	22	25,8	25,6	22,4	16,8	12	8,9
Cádiz	10,7	12	14	15,4	18,4	22	22,4	25,7	23,5	19,1	14,7	11,9
Cantabria	9,5	9,9	10,7	12	14,6	17,1	19,4	19,9	18,3	15,4	12,2	10,7
Castelló	10,4	11,4	12,8	14,6	17,8	21,6	24,5	25	22,4	18,3	14	11,4
Ciudad Real	5,7	7,7	10,4	12,3	16,4	21,6	25,4	25	20,8	14,9	9,5	6,7
Córdoba	9,2	10,9	13,5	15,4	19	23,5	27,2	27,2	24	18,5	13,2	10,2
Cuenca	4,3	5,6	8	9,8	13,5	18,8	22,7	22,6	18,4	12,7	7,9	5,3
Girona	6,9	8	10	11,8	15,8	19,6	22,9	22,9	19,8	15,3	10,4	7,8
Granada	6,7	8,5	11	12,8	16,8	21,4	24,8	24,5	20,9	15,5	10,7	7,6
Guadalajara	2,4	3,8	5,8	7,8	11,9	16	19,5	19,4	15,5	10,5	5,8	3,4

Huelva	11,4	12,7	14,6	16	18,8	22,2	25,4	25,5	23,5	19,4	15,3	12,6
Huesca	4,9	7	9,6	11,4	15,3	19,7	23,4	23,3	19,5	14,3	8,9	5,6
Ibiza	11,7	12,1	13,3	15	18,4	22,1	25,1	25,9	23,4	19,7	15,7	13
Jaén	8	10	12	15	18	24	28	27	23	18	13	9
León	3,1	4,6	6,8	8,6	11,7	15,4	20,6	19,3	15,4	10,9	6,8	4
Lleida	5,3	7,9	10,8	13,2	17,3	21,4	24,7	24,5	20,7	15,3	9,3	6
Lanzarote	17,9	18	18,7	19,2	20,6	22,4	25,1	24,6	24,6	23	21	19
Las Palmas	17,6	18	18,6	18,9	20	21,7	23,5	24,2	24,1	22,8	20,9	18,8
Logroño	5,8	7,5	9,8	11,4	15,3	19	22,2	22,3	19,1	14,1	9,2	6,6
León	3,1	4,9	7,1	8,6	12,1	16,4	19,6	19,3	16,4	11,4	7	4,3
Lugo	5,8	6,9	8,4	9,6	12,3	15,2	17,7	18	16,1	12,4	8,8	6,9
Madrid	6,1	7,9	10,7	12,3	16,1	21	24,8	24,4	20,5	14,6	9,7	7
Málaga	11,9	12,8	14,1	15,6	18,7	22,2	24,8	25,4	23,1	19	15,4	12,9
Mallorca	11,7	12,1	13,3	15	18,4	22,1	25,1	25,9	23,4	19,7	15,7	13
Menorca	11,7	12,1	13,3	15	18,4	22,1	25,1	25,9	23,4	19,7	15,7	13
Murcia	10,6	11,6	12,9	14,6	17,6	21,3	24,1	24,9	22,7	18,7	14,5	11,7
Orense	7,5	9,2	11,4	12,7	15,7	19,4	22,1	22	19,4	15,1	10,8	8,5
Oviedo	8	8,8	10	10,6	13,3	16,1	18,3	18,7	17,3	14	10,8	9
Palencia	3,3	5	7,5	9,5	14	20	21	20,5	17,3	13	7,6	4,4
Pamplona	5	6,5	8,6	10,2	14	17,5	20,7	20,9	18	13,6	8,6	6
Pontevedra	9,5	10,6	12,1	13,2	15,4	18,5	20,5	20,4	19,8	15,6	12,3	10,5
Salamanca	3,6	5,6	7,7	9,6	13,4	17,9	21	20,6	18,2	12,2	7,3	4,8
Sevilla	8,6	9,5	10,9	12,4	15,7	18,2	20,6	21	19	15,8	11,5	9,6
Segovia	4	5,5	7,6	9,1	12,9	17,7	21,6	21,4	17,8	12,4	7,6	5,1
Soria	2,9	4,4	6,5	8	11,9	16,2	20	19,9	16,3	11,1	6,5	4
Tarragona	8,9	10,1	11,6	13,4	16,7	20,7	23,7	24	21,2	17	12,4	10
Tenerife	17,9	18	18,7	19,2	20,6	22,4	25,1	24,6	24,6	23	21	19
Teruel	3,6	5,2	7,5	9,4	13,5	17,9	21,6	21,3	17,6	12,1	7,2	4,6
Toledo	6,4	8,3	11	12,9	16,9	22,1	26	25,7	21,6	15,6	10,2	7,3
Valencia	11,5	12,6	13,9	15,5	18,4	22,1	24,9	25,5	23,1	19,1	14,9	12,4
Valladolid	2,9	4,3	6,5	8	11,6	15,4	19,9	20,1	15,9	11,1	6,4	4,1
Álava	4,7	5,9	7,9	9,2	12,9	15,9	18,7	19,1	16,6	12,4	7,9	5,6
Zamora	4,3	6,6	8,9	10,7	14,3	18,7	22,1	21,8	18,5	13,3	8,3	5,5
Zaragoza	6,4	8,4	10,9	13	17,2	21,3	24,5	24,4	20,7	15,5	10	7,1
Ceuta	12,7	13,4	14,9	15,6	19,3	22,9	25,9	26,6	24,2	20,2	16,4	13,9
Melilla	12,7	13,4	14,9	15,6	19,3	22,9	25,9	26,6	24,2	20,2	16,4	13,9

Tabla B.0.11 – Valores medios estacionales de los grados día medios de calefacción a 15 °C para la ubicación concreta de cada provincia de España. Fuente: (202)

Ciudad GDD15C24h	Ubicación	GD15C·h Media Invierno	GD15C·h Media Primavera	GD15C·h Media Verano
Albacete	Base Aérea Los Llanos	2,7	0,5	0,0
Alacant	El Altet	0,9	0,1	0,0
Almería	Aeropuerto	0,9	0,1	0,0
Ávila	Observatorio	3,6	0,8	0,2
Badajoz	Talavera	2,1	0,3	0,0
Barcelona	Aeropuerto del Prat	1,8	0,2	0,0
Bizkaia	Aeropuerto Sondica	2,0	0,4	0,1
Burgos	Cáceres (Carretera Trujillo)	3,6	0,9	0,3
Cáceres	Carretera Trujillo	2,3	0,2	0,0
Cádiz	Rota	1,2	0,1	0,0
Castelló	Almazora	1,5	0,2	0,0
Ciudad Real	Escuela de Magisterio	2,9	0,4	0,0
Córdoba	Aeropuerto	1,9	0,2	0,0
A Coruña	Estación Completa	1,3	0,3	0,0
Cuenca	Cuenca	3,8	1,0	0,3
Girona	Girona Costa Brava	2,7	0,5	0,0
Granada	Base Aérea Los Llanos	2,7	0,4	0,0
Guadalajara	Molina de Aragón	4,0	1,0	0,3
Huelva	Ronda Este	1,1	0,1	0,0
Huesca	Monflorite	3,3	0,6	0,1
Jaén	Cerro de los Lirios	0,4	0,1	0,0
Las Palmas	Maspalomas	0,0	0,0	0,0
León	Virgen del camino	4,1	0,8	0,3
Lleida	Observatori 2	3,1	0,4	0,0
Logroño	Logroño	2,9	0,5	0,1
Lugo	Rozas	2,9	0,7	0,3
Madrid	Getafe	2,9	0,5	0,0
Málaga	Aeropuerto	1,0	0,1	0,0
Murcia	Murcia	0,7	0,1	0,0
Orense	Granxa Deputación	2,1	0,5	0,1
Oviedo	Ourense	2,3	0,5	0,1
Palencia	Autilla del Pino	4,7	0,9	0,3
Mallorca	Son Sant Joan	1,4	0,2	0,0
Pamplona	Noain	3,2	0,6	0,1
Pontevedra	Mourete	1,8	0,4	0,1
Salamanca	Matacán	3,4	0,7	0,2
Guipuzkoa	Aeropuerto	2,0	0,3	0,0
Santander	CMT	1,5	0,3	0,0

Segovia	Observatorio	3,3	0,7	0,1
Sevilla	Sevilla	1,7	0,2	0,0
Soria	Vinuesa	4,4	1,2	0,6
Tarragona	Reus	1,8	0,3	0,0
Tenerife	Aeropuerto Reina Sofía	0,0	0,0	0,0
Teruel	Teruel	3,9	0,8	0,2
Toledo	Toledo	2,8	0,4	0,0
Valencia	Manises	1,6	0,2	0,0
Valladolid	Valladolid	3,5	0,7	0,1
Álava	Vitoria	3,3	0,7	0,3
Zamora	Zamora	3,2	0,6	0,1
Zaragoza	Aeropuerto	2,8	0,4	0,0
Ceuta	Ceuta	0,8	0,0	0,0
Melilla	Melilla	0,8	0,0	0,0

Tabla B.0.12 - Valores medios estacionales de los grados día medios de refrigeración a 20 °C para la ubicación concreta de cada provincia de España. Fuente: (202)

Provincia GD20R24h	Ubicación	GDD20R Media Invierno	GDD20R Media Primavera	GDD20R Media Verano
Albacete	Base Aérea Los Llanos	0,0	0,1	1,4
Alacant	El Altet	0,0	0,1	1,2
Almería	Aeropuerto	0,0	0,2	1,8
Ávila	Observatorio	0,0	0,0	0,9
Badajoz	Talavera	0,0	0,2	2,0
Barcelona	Aeropuerto del Prat	0,0	0,1	1,3
Bizkaia	Aeropuerto Sondica	0,0	0,1	0,5
Burgos	Cáceres (Carretera Trujillo)	0,0	0,0	0,7
Cáceres	Carretera Trujillo	0,0	0,2	2,1
Cádiz	Rota	0,0	0,2	1,5
Castelló	Almazora	0,0	0,2	1,8
Ciudad Real	Escuela de Magisterio	0,0	0,2	2,2
Córdoba	Aeropuerto	0,0	0,3	2,5
A Coruña	Estación Completa	0,0	0,0	0,2
Cuenca	Cuenca	0,0	0,1	1,0
Girona	Girona Costa Brava	0,0	0,1	1,3
Granada	Base Aérea Los Llanos	0,0	0,2	1,9
Guadalajara	Molina de Aragón	0,0	0,1	0,9
Huelva	Ronda Este	0,8	0,2	0,4
Huesca	Monflorite	0,0	0,1	1,4
Jaén	Cerro de los Lirios	0,0	0,0	0,4
Las Palmas	Maspalomas	0,1	0,2	0,8

León	Virgen del camino	0,0	0,0	0,7
Lleida	Observatori 2	0,0	0,1	1,5
Logroño	Logroño	0,0	0,1	1,4
Lugo	Rozas	0,0	0,0	0,3
Madrid	Getafe	0,0	0,1	2,0
Málaga	Aeropuerto	0,0	0,2	1,8
Murcia	Murcia	0,0	0,2	1,8
Orense	Granxa Deputación	0,0	0,1	0,7
Oviedo	Ourense	0,0	0,0	0,2
Palencia	Autilla del Pino	0,0	0,0	0,8
Mallorca	Son Sant Joan	0,0	0,1	1,5
Pamplona	Noain	0,0	0,1	0,8
Pontevedra	Mourente	0,0	0,0	0,6
Salamanca	Matacán	0,0	0,1	0,9
Guipuzkoa	Aeropuerto	0,0	0,1	0,6
Santander	CMT	0,0	0,0	0,2
Segóvia	Observatorio	0,0	0,1	1,0
Sevilla	Sevilla	0,0	0,3	2,1
Soria	Vinuesa	0,0	0,0	0,5
Tarragona	Reus	0,0	0,2	1,7
Tenerife	Aeropuerto Reina Sofía	0,2	0,4	1,3
Teruel	Teruel	0,0	0,1	1,1
Toledo	Toledo	0,0	0,2	2,2
Valencia	Manises	0,0	0,2	1,8
Valladolid	Valladolid	0,0	0,1	1,2
Álava	Vitoria	0,0	0,0	0,5
Zamora	Zamora	0,0	0,1	1,0
Zaragoza	Aeropuerto	0,0	0,1	1,3
Ceuta	Ceuta	0,0	0,2	1,5
Melilla	Melilla	0,0	0,2	1,5

Tabla B.0.13 – Tabla de consumo estandarizado diario para el vigente estudio para cada vivienda en función de sus habitaciones. Elaboración propia.

Habitaciones	Consumo Iluminación (Wh)			
	Cocina	Comedor	Baño	Habitación
1	102,9	171,4	22,9	205,7
2	128,6	228,6	22,9	411,4
3	154,3	285,7	22,9	617,1
4	180,0	342,9	45,7	822,9
5	205,7	400,0	45,7	1028,6
6	231,4	457,1	45,7	1234,3

Tabla B.0.14 – Colocación en el campo de los diferentes equipos de inversores, seguidores de potencia y asociación de los paneles acorde con el número de seguidores de potencia y las estructuras. Elaboración propia.

Paneles	Ppico	Configuración Inversor	MPPT 60	MPPT 80	Fusibles	Estructura			
						4	6	8	10
1 NO			-	-					
2 NO			-	-					
3 NO			-	-					
4	1760	Conext SW	1 (4p)	0	2	1			
5 NO									
6	2640	Conext SW	1 (6p)	0	3		1		
7 NO									
8	3520	Conext SW	1 (8p)	0	4			1	
9 NO									
10	4400	Conext XW	2 (4+6p)	0	5	2			
11 NO									
12	5280	Conext XW	2 (6+6p)	0	6		2		
13 NO									
14	6160	Conext XW	2 (8+6p)	0	4		1	1	
15 No									
16	7040	Conext SW + Conext XW	1 (6p)	1 (10p)	5		1		1
17 No									
18	7920	Conext SW + Conext XW	1 (8p)	1 (10p)	6			1	1
19 No									
20	8800	Conext SW + Conext XW	2 (4+6p)	1 (10p)	7				2

Tabla B.0.15 - Tabla resumen de las principales propiedades del panel solar Zshine 440 W. Elaboración propia. Fuente: (243)

Tabla resumen de propiedades del panel solar Zshine 440	
Voc (V)	51,2
Vmpp (V) STC	44,3
Temp. Coef. Voc (°C/%)	-0,29
I _{max} (A)	9,94
I _{sc} (A)	10,58
Eficiencia (%)	19,82

**Tabla B.0.16 – Valores de asociación de paneles mínimo y máximo en serie y máximo en paralelo.
Elaboración propia.**

Vmpp (V)	40,29	Nserie min	Voc (V)	55,95	Nserie max	Nparalelo max
Ns min MPPT 60	1,34	2	Ns max MPPT 60	2,68	2	6
Ns min MPPT 80	4,84	5	Ns max MPPT 80	10,72	10	3
Ns min MPPT 100	4,84	5	Ns max MPPT 100	10,72	10	3

Tabla B.0.17 – Precio medio horario estacional de la energía excedentaria producida por una instalación fotovoltaica residencial con régimen de compensación de excedentes. Elaboración propia. Fuente: (60)

Media precio energía excedentaria (€ / kWh)				
Hora	Invierno	Otoño	Verano	Media
0	0,0401	0,0388	0,0422	0,0399
1	0,0363	0,0359	0,0393	0,0368
2	0,0334	0,0339	0,0372	0,0346
3	0,0316	0,0328	0,0364	0,0334
4	0,0309	0,0324	0,0362	0,0330
5	0,0325	0,0337	0,0371	0,0342
6	0,0365	0,0371	0,0385	0,0373
7	0,0426	0,0406	0,0402	0,0410
8	0,0458	0,0426	0,0420	0,0432
9	0,0477	0,0428	0,0426	0,0439
10	0,0476	0,0411	0,0419	0,0429
11	0,0465	0,0398	0,0419	0,0419
12	0,0455	0,0392	0,0426	0,0415
13	0,0448	0,0385	0,0427	0,0410
14	0,0435	0,0368	0,0415	0,0395
15	0,0427	0,0350	0,0396	0,0379
16	0,0443	0,0346	0,0388	0,0380
17	0,0482	0,0367	0,0393	0,0401
18	0,0527	0,0401	0,0401	0,0431
19	0,0541	0,0446	0,0414	0,0461
20	0,0533	0,0469	0,0430	0,0475
21	0,0506	0,0468	0,0450	0,0473
22	0,0472	0,0435	0,0449	0,0447
23	0,0427	0,0402	0,0419	0,0412
Media	0,0434	0,0389	0,0407	0,0404

Tabla B.0.18 - Precio medio de compra por parte del consumidor doméstico de la energía a partir de extrapolar los datos de los últimos tres años al modelo tarifario 2.0 TD. Elaboración propia. Fuente: (60)

Media precio 2.0 TD con impuestos (€ / kWh)				
Hora	Invierno	Otoño	Verano	Media
0	0,0907	0,0850	0,0889	0,0874
1	0,0788	0,0758	0,0801	0,0776
2	0,0749	0,0730	0,0774	0,0746
3	0,0726	0,0720	0,0766	0,0733
4	0,0716	0,0714	0,0761	0,0727
5	0,0737	0,0729	0,0770	0,0742
6	0,0792	0,0775	0,0792	0,0783
7	0,1386	0,1325	0,1316	0,1338
8	0,1399	0,1331	0,1321	0,1346
9	0,2579	0,2486	0,2488	0,2510
10	0,2572	0,2460	0,2478	0,2493
11	0,2558	0,2442	0,2478	0,2480
12	0,2579	0,2446	0,2489	0,2490
13	0,1433	0,1319	0,1387	0,1365
14	0,1418	0,1298	0,1376	0,1348
15	0,1409	0,1278	0,1356	0,1331
16	0,1427	0,1273	0,1344	0,1329
17	0,2645	0,2461	0,2507	0,2519
18	0,2702	0,2505	0,2514	0,2557
19	0,2718	0,2568	0,2534	0,2597
20	0,2709	0,2602	0,2559	0,2618
21	0,1518	0,1442	0,1426	0,1457
22	0,1455	0,1390	0,1426	0,1415
23	0,0917	0,0851	0,0879	0,0875
Media	0,1618	0,1531	0,1559	0,1560

Tabla B.0.19 - Precio del mercado de futuros de la electricidad a fecha de 1 de junio de 2021. Elaboración propia. Fuente: (52)

Mercado Futuros (Eur / MW)			
2022	64,4	2027	32,59
2023	53,5	2028	31,86
2024	45,5	2029	30,4
2025	38,9	2030	30,04
2026	37,5	2031	29,72

Tabla B.0.20 - Valor medio durante los últimos 3 años de las diferentes componentes que forman el precio de la electricidad antes de peajes. Elaboración propia. Fuente: (60)

Componentes del precio de la electricidad	Eur / MWh
Precio Medio de Mercado Diario e Intradía	54,2361
Precio Medio de Servicio de Ajuste	2,6251
Precio Medio del Mercado de Capacidad	2,8581
Precio Medio de Margen Comercialización	1,8714
Precio Medio de Servicio de Interrumpibilidad	0,5871
Precio Medio de Financiación OS	0,1504
Precio Medio de Financiación OM	0,0322

Tabla B.0.21 - Perfiles de uso para cada modelo de la demanda de agua caliente sanitaria y climatización. Elaboración propia.

Hora	No Optimizado		Demanda Optimizada		Generación y D. Optimizadas	
	T. Clim	C. Clim	T. Clim	C. Clim	T. Clim	C. Clim
1	0,00%	1,06%	0,00%	2,11%	0,00%	2,78%
2	0,00%	1,06%	15,00%	2,11%	0,00%	2,78%
3	0,00%	1,06%	15,00%	2,11%	0,00%	2,78%
4	0,00%	1,06%	15,00%	2,11%	0,00%	2,78%
5	1,00%	1,06%	15,00%	2,11%	6,00%	2,78%
6	3,00%	6,38%	15,00%	6,32%	10,00%	4,63%
7	10,00%	6,38%	15,00%	6,32%	0,00%	4,63%
8	7,00%	3,19%	0,00%	4,21%	0,00%	4,63%
9	7,00%	3,19%	0,00%	4,21%	6,00%	7,41%
10	6,00%	3,19%	0,00%	3,16%	11,00%	8,33%
11	6,00%	3,19%	0,00%	3,16%	14,00%	8,33%
12	5,00%	6,38%	0,00%	5,26%	14,00%	8,33%
13	5,00%	6,38%	0,00%	5,26%	14,00%	4,63%
14	4,00%	3,19%	0,00%	3,16%	0,00%	4,63%
15	3,00%	3,19%	0,00%	3,16%	14,00%	4,63%
16	4,00%	3,19%	10,00%	3,16%	11,00%	4,63%
17	4,00%	7,45%	0,00%	6,32%	0,00%	2,78%
18	5,00%	7,45%	0,00%	6,32%	0,00%	2,78%
19	7,00%	7,45%	0,00%	6,32%	0,00%	2,78%
20	6,00%	7,45%	0,00%	6,32%	0,00%	2,78%
21	6,00%	7,45%	0,00%	6,32%	0,00%	2,78%
22	5,00%	7,45%	0,00%	6,32%	0,00%	2,78%
23	5,00%	1,06%	0,00%	2,11%	0,00%	2,78%
24	1,00%	1,06%	0,00%	2,11%	0,00%	1,85%

Anexo C. Presentación del programa de la calculadora de dimensionado y rentabilidad de la inversión

En este anexo, se presenta de forma ordenada la ubicación de los diferentes elementos que conforman la calculadora de dimensionado y retorno de la inversión de Wiser Energy Center. Si bien son varias las pestañas que se incluyen en el interior de la calculadora, el usuario únicamente debería poder tener acceso a aquellas en las cuales se definen los inputs y se emiten los resultados. A continuación, se procede a explicar el contenido de todas las hojas de Excel ubicadas en el documento, empezando por aquellas que el usuario debería poder visualizar:

- **Inputs:** Se corresponde con la imagen de la figura C.0.1. En ella el usuario deberá introducir diferentes aspectos de su vivienda. El usuario puede modificar a partir de pestañas el número de habitaciones de la vivienda, la provincia en la que se ubica el inmueble, la fecha de construcción, la forma de obtener agua caliente sanitaria (pudiendo graduar el grado de aportación solar térmico para instalaciones con paneles solares térmicos), el sistema de climatización, el tipo de cocina y los casos de disponer de piscina, lavavajillas o vehículo eléctrico.
- **Resultados:** Se corresponde con la imagen de la figura C.0.2. Retorna al usuario las diferentes protecciones eléctricas que compondrán Wiser Energy Center, incluyendo las protecciones de la instalación de vehículo eléctrico. En él no se incluye la protección magnetotérmica en continua de una instalación de almacenamiento. Se retorna también una lista con el número de los principales componentes de una instalación solar (paneles, inversores y seguidores) y se añade el número de módulos de almacenamiento electos para la instalación. Por otra parte, la calculadora también retorna el ahorro proporcionado por la instalación durante el primer año, el ROI a 20 años y el PVP, total y parcial, de las diferentes instalaciones. Finalmente, también informa al usuario de diferentes beneficios fiscales que pueden ser aplicables a su instalación.

Seguidamente, se procede a explicar las pestañas que, si bien no es necesario que el usuario pueda visualizar, podría ser de interés alguna de la información incluida dentro de las hojas de datos.

- **Consumos_NoOptimizado:** Inicialmente, a la izquierda de la pantalla se encuentran los coeficientes horarios de uso de la demanda de agua caliente sanitaria y climatización, ubicándose 24 casillas dispuestas de forma vertical. En la parte superior de la tabla, se encuentra inicialmente el tipo de demanda a cubrir, la tecnología en cuestión, la zona climática

y finalmente la estación del año. Cada tecnología, por consiguiente, dispone de nueve casillas (estaciones por zona climática) por 24 horas múltiples. Se han ubicado parámetros binarios para la región climática y la tecnología. Cuando se activan estos se habilita la función para el cálculo de la demanda de cada carga. Las demandas están ordenadas empezando por la obtención de ACS, climatización, cocina, vehículo eléctrico, piscina, lavavajillas, lavadora, secadora, nevera microondas, horno, electrónica e iluminación. Se contempla el consumo relacionado con el “*stand-by*” aunque no se calcula dejándolo vacío. La mayoría de los electrodomésticos no incorporan, pero de los parámetros binarios ubicados por zona climática y tecnología dado que sus consumos no son dependientes de estos. Se destaca también que en las fórmulas para el cálculo estacional se usan, mediante la fórmula *sumaproducto*, unos coeficientes de corrección de la demanda. Estos se usan también para aportar igualar el peso de los meses de invierno y verano juntamente con la estación de otoño (que incluye la primavera). Finalmente se obtienen las demandas totales estacionales y se tarifican, obteniendo el subtotal anual. A partir de aquí, se cruza el consumo con la curva de generación solar para cada estación, obteniendo el balance entre estos y el valor resultante económico de la compensación excedentaria. Finalmente, se realiza un tercer modelado a partir del anterior balance suponiendo la entrega de la energía excedentaria, principalmente, para la recarga de la batería teniendo en cuenta las pérdidas. Acabado este punto, se procede mediante la ecuación de Tellegen a encontrar los flujos de energía necesarios para la continuidad de suministro con la red y se procede a tarificar también la energía. La tarificación se computa con un valor medio de los nuevos peajes que incluye el efecto del fin de semana sobre las horas pico y valle. En estas mismas hojas se calcula el precio futuro asociado a la compra de energía para cada instalación.

- Consumos_SolarOptimizado: Se realizan los mismos cálculos que en la hoja anterior pero ajustado los parámetros de consumo de ACS y climatización para maximizar el consumo de los excedentes solares. De esta hoja se extraen los valores con los cuales se comparará el escenario de referencia para una instalación solar y una instalación híbrida que dispongan de Wiser Energy Center.
- Consumos_OptimizadoNoSolar: Es prácticamente la misma hoja que las dos anteriores, variando únicamente el perfil de consumo de ACS y climatización para maximizar el consumo durante aquellas horas más económicas. De este escenario se extrae el valor que se compara con el escenario de referencia para la instalación única de Wiser Energy Center.
- Dimensionamiento Solar Bat.: Hoja de dimensionado de la instalación solar fotovoltaica. En esta pestaña se recogen el conjunto y cálculos constitutivos de la instalación solar. Se realiza un buscado de los datos con las horas solar pico y los consumos para cada estación de la vivienda y se procede al modelado de la instalación. Para ello se tienen en cuenta las pérdidas y las propiedades intrínsecas de los diferentes componentes que conforman la instalación,

evitando situaciones en las cuales se realicen disfunciones. También se realiza el modelado de la instalación de almacenamiento en esta parte.

- Precios y retorno: Si bien esta puede que no sea de tanto interés por parte del usuario, podría serlo para un instalador. En esta pestaña se muestran el conjunto de materiales, incluyendo referencias, y una breve descripción de cada uno de ellos. A partir de ahí, el instalador, mediante ajustar su margen una vez se dispusiera de las condiciones de descuento definitivas cuando el producto sea lanzado, podría disponer de un esquema de proforma con los precios a ofrecer. En la segunda mitad derecha de la pestaña se encuentra una tabla resumen de los valores costes energéticos anuales asociados para cada escenario y se procede a calcular el volumen total de ingresos para calcular el ROI.
- Protecciones Cuadro Eléctrico: A partir de los diferentes parámetros e inputs definidos en la página inicial, se procede a recrear el cuadro eléctrico de la vivienda. En esta hoja únicamente se contemplan las protecciones eléctricas, realizando el reparto del número de interruptores automáticos asociándolos a peines de conexiones e interruptores diferenciales.

Finalmente, el programa dispone de más hojas de cálculo que difícilmente podrán aportar valor al usuario.

- Hora Solar Pico + Cuadrante Solar: En esta hoja se establecen las tablas con los datos de radiación solar. En él se realizan los cálculos previos a la obtención de agua caliente sanitaria mediante una instalación solar térmica. Se menciona que, dentro de las hojas de consumo, ahí se puede encontrar los criterios de reparto horarios de la fracción renovable obtenida mediante dicho tipo de tecnología. En esta hoja se encuentran también los parámetros que definen la curva solar para cada región.
- Definición Vivienda: En esta hoja se definen varios aspectos de la vivienda relacionados con la demanda de climatización y la iluminación. En esta se encuentra las diferentes pérdidas de ventilación y la potencia térmica de diseño. Se encuentra también las tablas para la obtención del consumo promedio del vehículo eléctrico y las diferentes listas que se encuentran en la página de introducción.
- Provincia: Tabla en la cual se encuentran ubicadas todas las provincias por comunidad autónoma y se encuentran los diferentes beneficios fiscales, además de las temperaturas de red medias y el cuadrante solar en que se ubican. Contiene también la información en el cual cada una se asocia a una zona climática.
- Precios ACS y Solar: Se encuentra en dicha tabla el precio de termos de agua caliente sanitaria, unidades aerotérmicas, inversores y baterías mencionados en el proyecto.
- T_red + Grados día: Se encuentran las tablas de las diferentes temperaturas de red y grados día según provincia.

- Tabla Clima: Se encuentra una tabla con los valores medios de la temperatura ambiente por provincia.
- Nomenclátor: Dado que cada tabla usada tenía en cuenta un nomenclátor diferente para cada provincia, se ha usado una tabla para estandarizar los nombres y poder realizar las funciones lógicas de búsqueda de forma adecuada.

Calculadora de Retorno de Inversión - Wiser Energy Center

Habitaciones de la Vivienda	4
Provincia	Barcelona
Zona Climática (SPAHOUSEEC)	Mediterraneo
¿Cuándo se construyó la vivienda?	Después del 2006
Por favor, indique la tipología de sus principales cargas:	
Agua Caliente Sanitaria	Termo eléctrico
Climatización	Bomba de calor
Cocina	Vitrocerámica
Piscina	No
Vehículo Eléctrico 1	Sin vehículo eléctrico
Vehículo Eléctrico 2	Sin vehículo eléctrico
Lavavajillas	Sí

El dispositivo Wiser Energy Center, conjuntamente con el ecosistema Wiser, tienen por finalidad la optimización de los consumos eléctricos y térmicos fomentando el confort, la eficiencia y el ahorro energético en la vivienda. Para una mejor aproximación al dimensionado de su instalación, indique por favor si dispone de las siguientes **cargas eléctricas** (marque no si se utilizan combustibles fósiles en su defecto). Para una modelización óptima se ruega que especifique la tipología de los dispositivos que usa para la generación de ACS y clima).

60% **Grado de aportación solar térmica anual**

Seleccione este valor únicamente en el caso de disponer de una instalación solar térmica con respaldo eléctrico. Si desconoce su porcentaje o es inferior de los mostrados selccione 60%.

Por favor, use únicamente la calculadora en caso de disponer la versión más actualizada de Excel y/o compatible con la formula =IFS. En caso negativo, cuando cambie la ubicación el programa le retornará un error.

Figura C.0.1 – Captura de pantalla de la entrada de la calculadora ROI de Wiser Energy Center. Elaboración propia.

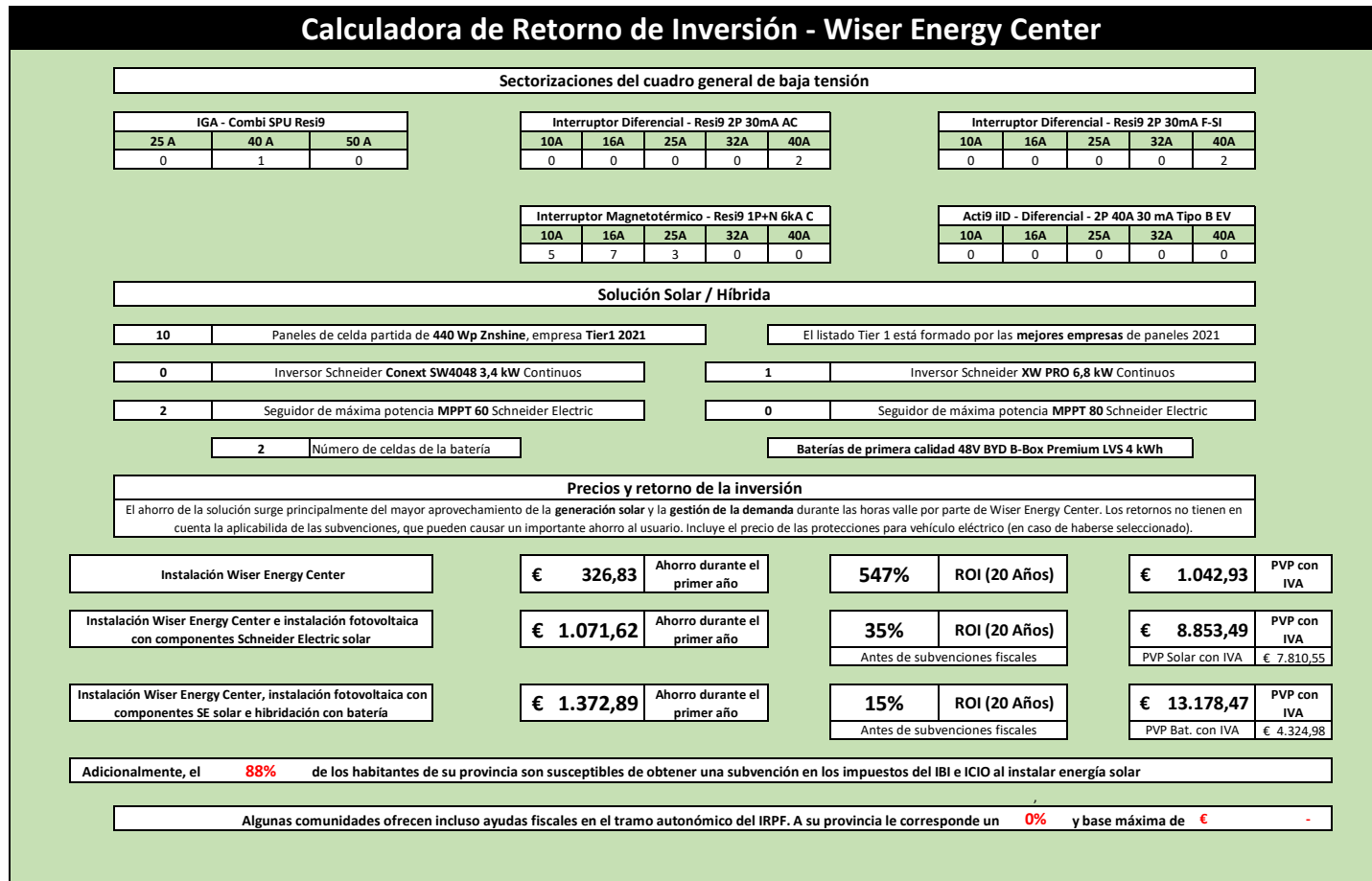


Figura C.0.2 – Captura de pantalla de la pestaña de resultados de la calculadora ROI de Wiser Energy Center. Elaboración propia.

Anexo D. Hojas de componentes

Las hojas de componentes de los productos de la gama Resi9, al haber estado anunciado su lanzamiento al mercado el anterior día 9 de junio de 2021 no es posible de ubicarlas en la elaboración de este trabajo, dado que no se ha ofertado aún la oferta en los distribuidores, ni aparece en el servidor interno de la empresa ni se han colgado al público en el portal de la empresa. Del mismo modo, los peines de la serie Acti9 2P para 6, 8 y 10 módulos no se encuentran aún publicados sus hojas de datos en el directorio dado que forman parte de la oferta complementaria de Resi9.

Aun así, es posible publicar extractos de los catálogos de la gama Resi9 relativo a los interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales, interruptores contra sobretensiones permanentes, transitorias e IGA, la protección contra sobretensiones transitorias e IGA y finalmente los peines con referencia Acti9 restantes que no han podido incorporar la información relativa a sus hojas de datos.

Protección magnetotérmica de circuitos

Interruptores automáticos Resi9



Poder de corte: 6000 A



UNE/EN 60898-1

Según la norma anterior:

Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos combinan las siguientes funciones:

- protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito,
- protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.

Tipo	Tensión de funcionamiento (Ue)	Calibre	Referencia	Ancho
	(V CA)	(A)	Curva C	Pasos de 9 mm
1P+N 	230	10	R9F12610	4
		16	R9F12616	
		20	R9F12620	
		25	R9F12625	
		32	R9F12632	
2P 	230	10	R9F12210	4
		16	R9F12216	
		20	R9F12220	
		25	R9F12225	
		32	R9F12232	
		40	R9F12240	

Datos técnicos

Características principales

Frecuencia de funcionamiento	50/60 Hz
Disparo magnético	Curva C
	Entre 5 y 10 I _n

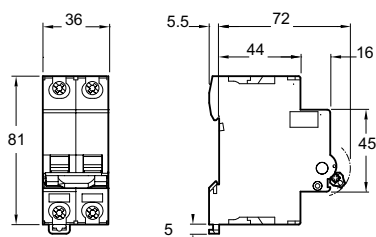
Conforme a UNE/EN 60898-1

Clase de limitación	3
Poder de corte (I _{cn})	6000 A
Poder de corte y conexión nominal de un polo individual (I _{cn1})	I _{cn1} = I _{cn}

Características adicionales

Tensión de aislamiento (U _i)	440 V CA
Endurancia	Mecánica
(apertura-cierre)	Eléctrica
	20.000 ciclos
	10.000 ciclos
Grado de protección (UNE/EN 60529)	Dispositivo en envolvente modular
	IP40
Tropicalización (UNE/EN 60068-2-30)	Clase de aislamiento II
	Tratamiento 2
	(humedad relativa del 95% a 55 °C)

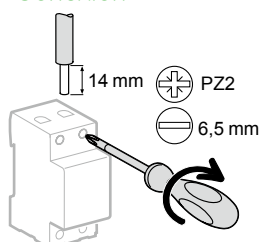
Dimensiones (mm)



Peso (g)

1P+N	240
2P	240

Conexión



Calibre	Par de apriete	Cables de cobre	
		Rígido	Flexible o con puntera
6 a 32 A	2 N·m	1 a 25 mm ²	1 a 16 mm ²
40 A	3.5 N·m	1 a 35 mm ²	1 a 25 mm ²

- Conexión mediante peine o cables (según EN 50027).

Protección diferencial

Interruptores diferenciales Resi9

Tipos AC, F-SI



Solapa amarilla
Indicando el sentido
de alimentación

UNE/EN 61008-1, UNE/EN 61008-2-1

Según la norma anterior:

Interruptores diferenciales

- Protección de personas contra descargas eléctricas por contacto directo
- Protección de instalaciones contra defectos de aislamiento.
- Protección de instalaciones contra riesgos de incendios.

Tipo AC

El tipo AC se utiliza para cargas típicas como, por ejemplo:

- Tomas de corriente de uso general,
- Iluminación incandescente o LED,
- Electrónica de consumo de clase II: secadores de pelo, TV, etc.,
- Resistencia de calefacción, calentador de agua

Tipo F-SI

El tipo F-SI ofrece una mayor inmunidad a las perturbaciones eléctricas debidas al entorno de la instalación o los rayos.

El tipo F-SI detecta corrientes de fuga compuestas con frecuencias de 10 a 1000 Hz.

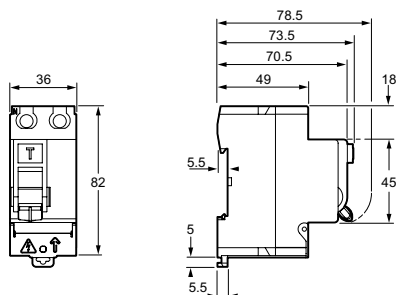
Es muy recomendable para la protección de variadores de velocidad monofásicos, lavadoras, aire acondicionado, bombas de calor, bombas de piscina.

Tipo	Tensión de funcionamiento (Ue)	Sensibilidad	Calibre	Referencia	Ancho	
	(V CA)	(mA)	(A)	AC	F-SI	Pasos de 9 mm
	230	30	25	R9R51225	R9R71225	4
			40	R9R51240	R9R71240	





Dimensiones (mm)



Datos técnicos


Características principales

Tensión asignada impulsional (U _{imp})	4 kV
Tensión de aislamiento (U _i)	440 V CA
Frecuencia de funcionamiento	50 Hz
Alimentación eléctrica	Por la parte superior e inferior

Conforme a UNE/EN 61008-2-1

Poder de corte y conexión (I _m /I _{Dm})	500 A
Resistencia a sobrecorrientes (8/20 μs) sin disparo	250 Å

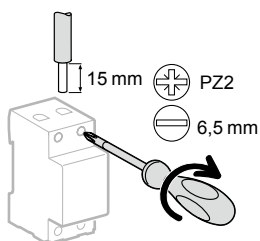
Características adicionales

Corriente de cortocircuito nominal condicional (I _{nc} /I _{Dc})	Con interruptor automático	Igual al poder de corte del interruptor automático
	Con fusible gG	6000 A
Endurancia (apertura-cierre)	Mecánica	20.000 ciclos
	Eléctrica	10.000 ciclos
Grado de protección (UNE/EN 60529)	Solo dispositivo	IP20
	Dispositivo en envoltorio modular	IP40 Clase de aislamiento II
Tropicalización (UNE/EN 60068-2-30)		Tratamiento 2 (humedad relativa del 95% a 55 °C)
Comportamiento en caso de caída de tensión		Protección diferencial hasta 0 V según UNE/EN 61009-2-1 § 3.3.8

Peso (g)

2P 180

Conexión



Par de apriete	Cables de cobre	
	Rígido	Flexible o con puntera
3.5 N·m.	1 a 35 mm ²	1 a 25 mm ²

- Conexión mediante peine o cables (según EN 50027).



Protección contra sobretensiones

Protección combinada Combi SPU



Combi SPU 1P+N



Combi SPU 3P+N

UNE/EN 50550

Protege los equipos eléctricos y electrónicos (ordenadores, TV, módems, equipos de alta fidelidad, etc.) contra diferentes tipos de fallos debidos a:

- Corrientes de cortocircuito y sobrecarga.
- Caídas de rayos, maniobras en la red...
- Desconexión del conductor neutro, que puede estar causado por:
 - presencia de armónicos,
 - accidente durante tareas de mantenimiento,
 - conexiones defectuosas,
 - sobretensiones de conmutación,
 - inversión de fase-neutro.

Incorpora:

- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Protección contra sobretensiones transitorias (caídas de rayos, maniobras en la red...)
- Una unidad de disparo por sobretensión permanente.

El uso del Combi SPU aumenta la seguridad de la instalación gracias a:

- Autoprotección mejorada mediante la combinación de una función con limitador contra sobretensiones transitorias y bobina de protección contra sobretensiones permanente (MSU).
- Coordinación de interruptor automático/limitador de sobretensión.

La gama de protección combinada contra sobretensiones Combi SPU resulta adecuada para el sistema de conexión a tierra TT.

Se utiliza principalmente en el sector residencial y de pequeños terciarios.

Los limitadores contra sobretensiones transitorias Tipo 2 se prueban con una onda de corriente de impulsos 8/20 μ s.

Referencias

Tipo	Referencias	Interruptor automático		Limitador de sobretensiones				MSU	
		Calibre (Amperios)	Curva	Corriente de descarga máxima (Imax) / corriente de descarga nominal (In)	Up - (kV) Nivel de protección	Uc - (V) Tensión admisible máxima	Umbral de disparo (V)		
				MC*	MD*	MC*	MD*		
				N/PE	L/N	N/PE	L/N		
1P+N									
Combi SPU 1P+N 16A	R9L20616	16	C	15kA / 5kA	<1,5	<1,5	260	350	275
Combi SPU 1P+N 20A	R9L20620	20		15kA / 5kA	<1,5	<1,5	260	350	275
Combi SPU 1P+N 25A	R9L20625	25		15kA / 5kA	<1,5	<1,5	260	350	275
Combi SPU 1P+N 32A	R9L20632	32		15kA / 5kA	<1,5	<1,5	260	350	275
Combi SPU 1P+N 40A	R9L20640	40		15kA / 5kA	<1,5	<1,5	260	350	275
Combi SPU 1P+N 50A	R9L20650	50		15kA / 5kA	<1,5	<1,5	260	350	275
3P+N									
Combi SPU 3P+N 16A	A9L20716	16	C	20kA / 5kA	<1,5	<1,1	260	340	275
Combi SPU 3P+N 20A	A9L20720	20		20kA / 5kA	<1,5	<1,1	260	340	275
Combi SPU 3P+N 25A	A9L20725	25		20kA / 5kA	<1,5	<1,1	260	340	275
Combi SPU 3P+N 32A	A9L20732	32		20kA / 5kA	<1,5	<1,1	260	340	275
Combi SPU 3P+N 40A	A9L20740	40		40kA / 15kA	<1,5	<1,5	260	340	275
Combi SPU 3P+N 50A	A9L20750	50		40kA / 15kA	<1,5	<1,5	260	340	275
Combi SPU 3P+N 63A	A9L20763	63		40kA / 15kA	<1,5	<1,5	260	340	275

* MC: Modo común (entre fase y tierra y entre neutro y tierra)

* MD: Modo diferencial (entre fase y neutro)



Interruptor general automático C60N

- Protege contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Coordinado con el limitador, automático de desconexión (según UNE-EN 61643-11).
- Calibre: de 16 A hasta 63 A.

Esquema de conexión

- Ubicado en el lateral, facilita la conexión de los terminales.
- Etiqueta de conexión de tierra



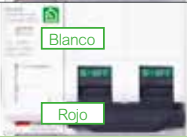
Peine de conexiones

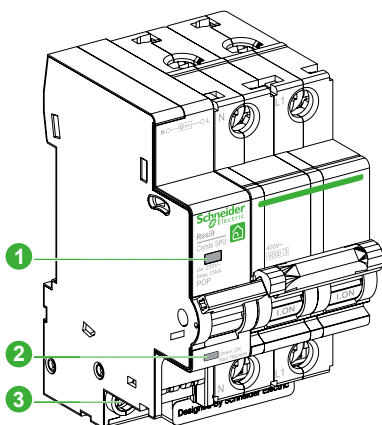
- Asociación precableada, reduce el tiempo de cableado y ofrece el máximo nivel de protección.

Módulo de protección contra sobretensiones transitorias y permanentes

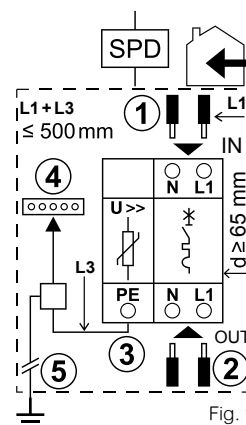
- Protege contra sobretensiones debidas a causas atmosféricas, caídas de rayos, maniobras en la red,...garantizando así la continuidad de servicio.
- Provoca el disparo del interruptor automático ante sobretensiones permanentes de fase/neutro (Subidas de tensión más de 275V).
- Evita el rearme del interruptor automático mientras persiste el defecto.

Indicaciones y mantenimiento

Producto	Status	Solución
Combi SPU		
	OK	
	Disparo por sobretensión permanente	Rearme el IGA manualmente cuando el fallo haya desaparecido
	Tipo 2 (transitorios)	Sustituya la unidad Combi SPU



1. Indicador de sobretensión:
blanco: no hay sobretensión
rojo: sobretensión detectada
2. Indicador de vida útil:
verde: correcto
rojo: fin de vida útil
3. Terminal a tierra

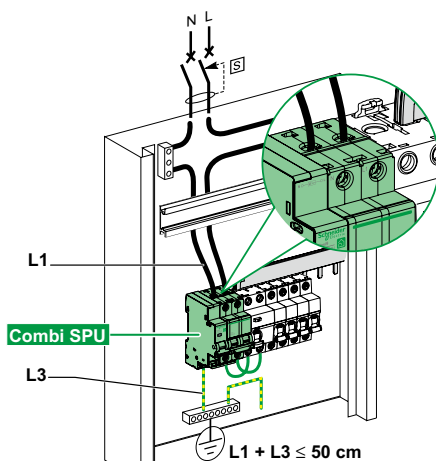


Orden de cableado (fig. 1):

1. Entrada al dispositivo por la parte superior
2. Salida del dispositivo por la parte inferior
3. Conexión terminal a tierra
4. Bornero de tierra
5. Toma a tierra

L1/N 14 mm PE 11 mm	••• mm ²	••• mm ²
•• N.m	PZ2	

Decalaje térmico			
Calibre 50 A	45°C	50°C	55°C
	90%	80%	80%



Tipo	Referencia	Sección trasversal de cable para calbes flexibles y rígidos en mm ²			Par de apriete (N·m)		
		L1	N	PE	L1	N	PE
1P+N							
Combi SPU 16A	R9L20616	Cables rígidos			2,5	2,5	2
Combi SPU 20A	R9L20620	6...25mm ²			2,5	2,5	2
Combi SPU 25A	R9L20625	Cables flexibles		Cables ríg. 4...10mm ²	2,5	2,5	2
Combi SPU 32A	R9L20632	6...16mm ²			2,5	2,5	2
Combi SPU 40A	R9L20640	Cables rígidos		Cables flex. 4...6mm ²	3,5	3,5	2
Combi SPU 50A	R9L20650	10...25mm ² Cables flexibles 10...16mm ²			3,5	3,5	2
		L1/L2/L3	N	PE	L1/L2/L3	N	PE
3P+N							
Combi SPU 16A	A9L20716				2,5	2,5	3,5
Combi SPU 20A	A9L20720	Cables ríg.	Cables ríg.	Cables ríg.	2,5	2,5	3,5
Combi SPU 25A	A9L20725	6...25mm ²	6...25mm ²	4...35mm ²	2,5	2,5	3,5
Combi SPU 32A	A9L20732				3,5	3,5	3,5
Combi SPU 40A	A9L20740				3,5	3,5	3,5
Combi SPU 50A	A9L20750	Cables flex.	Cables flex.	Cables flex.	3,5	3,5	3,5
Combi SPU 63A	A9L20763	6...16mm ²	6...16mm ²	4...25mm ²	3,5	3,5	3,5

Datos técnicos

Características principales

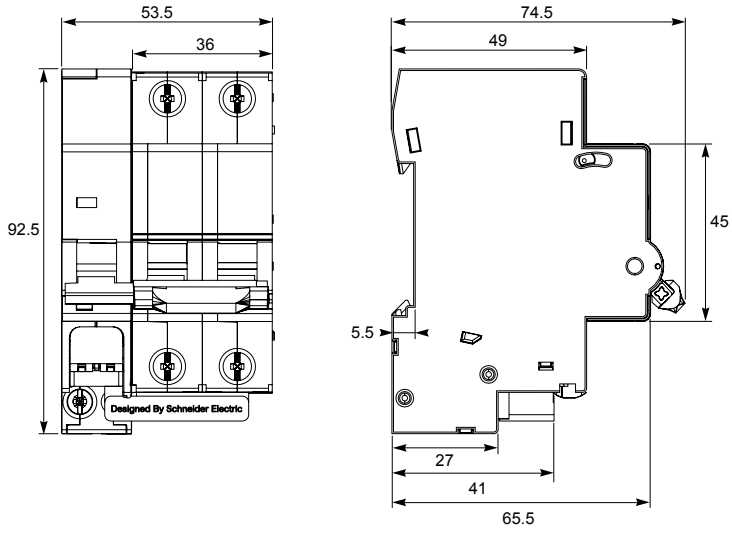
Frecuencia de funcionamiento	50 Hz
Tensión de funcionamiento (Ue)	1P+N 230 Vca 3P+N 230/400 Vca
Corriente de funcionamiento continuo (Ic)	< 1 mA
Tiempo de respuestas	< 25 ns
Poder de corte del interruptor automático de desconexión	6.000 A

Características adicionales

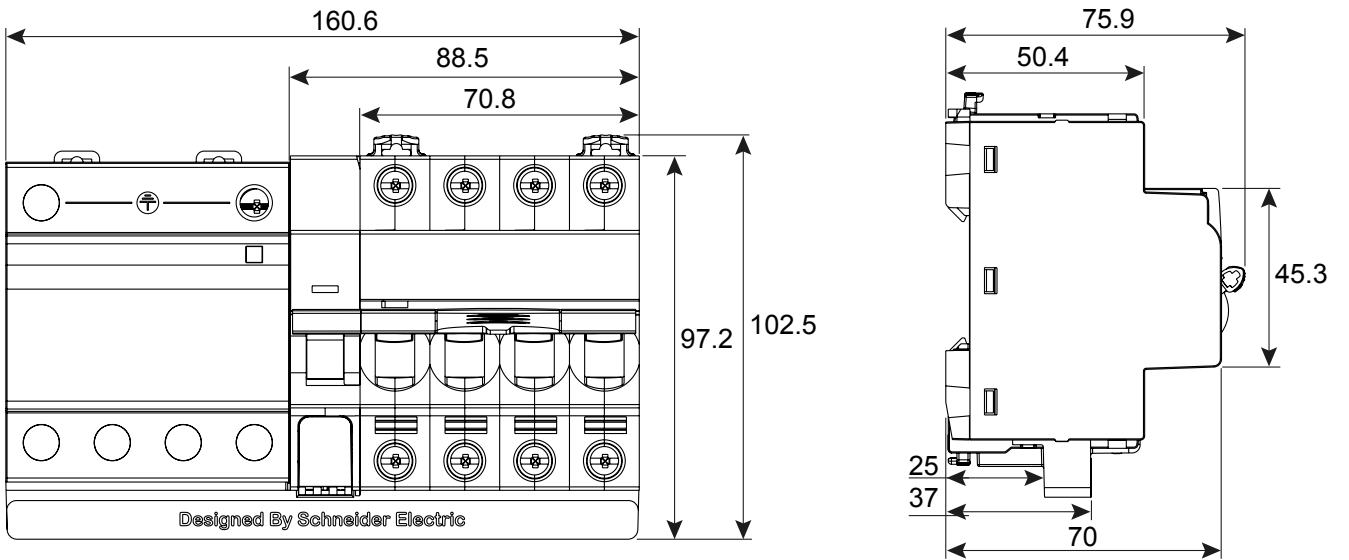
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 55°C
Normas	UNE-EN 61643-1 T2 y EN 64643-11 tipo 2 UNE-EN 60898 y UNE-EN 60947-2
Normas de instalación	REBT-RD842/2002 UNE-EN 60364-443 y UNE-EN 60364-534
Grado de protección dentro del envoltorio	IP40
Corriente residual (Ipe)	6uA
Capacidad de cortocircuito (Iscrr)	6000 A
Peso (Kg)	1P+N 0,36
	3P+N 1,05

Dimensiones

P+N



3P+N





Peines de conexión y accesorios



Peine de conexión 12 mód.



Caperuzas aislantes

UNE/EN 60947-7-1, UNE/EN 61439-2

Según la normas anteriores:

Peines de conexión y accesorios

- Conforme a las normas UNE/EN 60947-7-1 y UNE/EN 61439-2,
- Garantizan una instalación segura de cualquier interruptor automático Resi9,
- Tensión de empleo: 230 V CA entre fase y neutro.

Referencia	Descripción
A9XPH206	Peine de conexión bipolar 6 módulos
A9XPH208	Peine de conexión bipolar 8 módulos
A9XPH210	Peine de conexión bipolar 10 módulos
A9XPH212	Peine de conexión bipolar 12 módulos
A9XPH257	Peine de conexión bipolar L = 1.000 mm
Accesorios para peines	
A9XPT920	20 caperuzas aislantes para dientes
A9XPCM04	4 conectores monoconexión, cable 35 mm ²
A9XPE210	10 escudos laterales peines bipolares

Datos técnicos

Referencia	Descripción
Poder de corte (Icn)	Compatible con el poder de corte de los interruptores automáticos Resi9
Tensión de aislamiento (Ui)	500 V CA
Tensión de empleo (Ue)	230 V CA
Grado de polución	3
Resistencia al fuego IEC 695-2-1	Autoestinguible a 960 °C/30 seg.
Color	RAL 9003

Hoja de características del producto

Características

A9DF3640

ACTI 9 iCV40N 1PN C 40A 30mA ASI RCBO



Principal

Gama	Acti9
Nombre del producto	Acti9 iCV40
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial con protección contra sobrecorriente (RCBO)
Nombre corto del dispositivo	ICV40N
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	1P + N
Número de polos protegidos	1
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	40 A
Tipo de red	CA
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo A-SI
Capacidad de corte	6000 A Icn at 230 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 61009-2-1
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN/IEC 60947-2
Etiquetas de calidad	VDE RCM KEMA-KEUR EAC

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	230 V AC 50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In

Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
[Ics] poder de corte en servicio	6000 A 100 % x Icn at 230 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 61009-2-1
Poder de conexión y de corte	I _{dm} 6000 A at 230 V AC 50/60 Hz conforming to EN 61009-2-1 I _{dm} 500 A at 230 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 61009-2-1
Clase de limitación	3 conforming to EN/IEC 61009-2-1
[U _i] Tensión nominal de aislamiento	400 V AC 50/60 Hz
[U _{imp}] Resistencia a picos de tensión	4 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación de encendido/apagado Indicación de error
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Top or bottom: tooth
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	210 g
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Sellable Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Tunnel type terminals top or bottom 1...16 mm ² rigid Tunnel type terminals top or bottom 1...10 mm ² flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm for top or bottom connection
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Integrado

Entorno

Normas	EN/IEC 61009-2-1
Certificaciones de producto	CE
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP40 - tipo de cable: envolvente modular) acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3
Categoría de sobretensión	III conforming to IEC 60364
Compatibilidad electromagnética	8/20 µs impulse withstand, 3000 A conforming to EN/IEC 61009-2-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	0,210 kg
Paquete 1 Altura	0,400 dm
Paquete 1 ancho	0,820 dm
Paquete 1 Longitud	1,000 dm

Tipo de unidad del paquete 2	BB1
Número de unidades en el paquete 2	6
Peso del paquete 2	1,385 kg
Paquete 2 Altura	9 cm
Ancho del paquete 2	10,5 cm
Longitud del paquete 2	25,5 cm
Tipo de unidad del paquete 3	S03
Número de unidades en el paquete 3	54
Paquete 3 Peso	12,9 kg
Paquete 3 Altura	30 cm
Ancho del paquete 3	30 cm
Paquete 3 Longitud	40 cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Product availability : Non-Stock - Not normally stocked in distribution facility



Price* : 56.00 USD



Main

Range	Acti 9
Product name	Lineryg FH
Product or component type	Comb busbar tooth cover
Accessory / separate part category	Insulation accessory
Quantity per set	Set of 20

Complementary

Range compatibility	Acti 9 Multi 9 C60 C60H comb busbar Multi 9 C60 C60L comb busbar Multi 9 C60 C60N comb busbar Multi 9 C60 C60CTRL comb busbar
Suitable for comb busbar	Cuttable
Suitable for comb busbar distribution type	3 L N + 3 L 1 L 2 L

Ordering and shipping details

Category	01078 - DE2 MISC
Discount Schedule	DE2
GTIN	00785901531371
Nbr. of units in pkg.	1
Package weight(Lbs)	0.03 lb(US) (0.01 kg)
Returnability	No
Country of origin	DE

* Price is "List Price" and may be subject to a trade discount – check with your local distributor or retailer for actual price.

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Package 1 Height	0.59 in (1.5 cm)
Package 1 width	1.81 in (4.6 cm)
Package 1 Length	3.35 in (8.5 cm)

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
REACH Regulation	REACH Declaration
REACH free of SVHC	Yes
EU RoHS Directive	Pro-active compliance (Product out of EU RoHS legal scope) EU RoHS Declaration
Toxic heavy metal free	Yes
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes
China RoHS Regulation	China RoHS declaration Pro-active China RoHS declaration (out of China RoHS legal scope)
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile

Contractual warranty

Warranty	18 months
----------	-----------

Hoja de características del producto

Características

A9XPH212

Peine bipolar 24 pasos K60N, C60, ID



Principal

Gama	Acti 9
Tipo de producto o componente	Peine de conexión
Accesorio / categoría de parte separada	Accesorio de conexión
Lines description	1L + N
Length in 18 mm modules	12

Complementario

Número de direcciones	6 ways N + 1 L
Poles configuration for 1 way	1 1P + N 1 x 2P
Paso de conexión	18 mm
Tipo de conector	Tooth
Distancia entre vías	36 mm
Marcado	N L
Aislamiento	Aislado
Presentación del dispositivo	Recortado
[Ie] Corriente nominal de empleo	100 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	415 V CA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CA acorde a IEC 61439-2
Tipo de montaje	Horizontal
Ubicación de montaje	Parte superior o inferior en terminales de tipo túnel Parte superior o inferior en doble terminal
Pasos de 9 mm	24
Anchura	220 mm
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9003)
Compatibilidad de gama	Acti 9 iC60 Acti 9 iK60 Acti 9 iID

Acti 9 iID K
Acti 9 iSW
Acti 9 iSW-NA
Multi 9 C60

Entorno

Normas	IEC 60947-7-1 IEC 61439-2
Resistencia al fuego	960 °C (30 s) conforming to IEC 60695-2-1
Grado de contaminación	3 acorde a IEC 60947-7-1
Grado de protección IP	IP20 with end-pieces and tooth covers

Packing Units

Peso del empaque (Lbs)	0,080 kg
Paquete 1 Altura	0,100 dm
Paquete 1 ancho	0,300 dm
Paquete 1 Longitud	2,120 dm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

A9XPT920

20 caperuzas aislantes para dientes

Características



Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Linergy FH
Tipo de producto o componente	Cubierta de dientes de embarrado tipo peine
Accesorio / categoría de parte separada	Accesorio de aislamiento
Cantidad por juego	Set de 20

Complementario

Compatibilidad de gama	Acti 9 Multi 9 C60 C60H Peine de conexión Multi 9 C60 C60L Peine de conexión Multi 9 C60 C60N Peine de conexión Multi 9 C60 C60CTRL Peine de conexión
Suitable for comb busbar	Recortado
Suitable for comb busbar distribution type	3 P 3P+N 1P 2 P

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	0,014 kg
Paquete 1 Altura	0,150 dm
Paquete 1 ancho	0,460 dm
Paquete 1 Longitud	0,850 dm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
-----------------------------	------------------------

Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

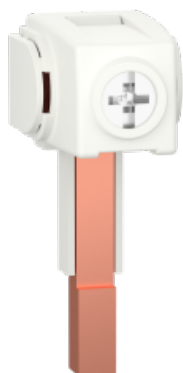
Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

Características

A9XPCM04

Set of 4 connectors 100A monoconnect for 3P+N comb busbar



Principal

Range of product	Acti 9
Nombre del producto	Linergy FH
Tipo de producto o componente	Conector
Accesorio / categoría de parte separada	Accesorio de conexión
Número de polos	3P + N
Cantidad por juego	Juego de 4
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Monoconnect

Complementario

[In] Corriente nominal	100 A
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9003)
Conexiones - terminales	Bornas tornillo conector superior35 mm ²
Par de apriete	4 N.m
Compatibilidad de gama	Acti 9 iC60 Peine de conexión Acti 9 iK60 Peine de conexión Acti 9 iDPN Peine de conexión Acti 9 iDPN Vigi Peine de conexión Acti 9 iID Peine de conexión Acti 9 iID K Peine de conexión Acti 9 iSW Peine de conexión Acti 9 iSW-NA Peine de conexión Acti 9 STI Peine de conexión

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	0,063 kg

Paquete 1 Altura	0,200 dm
Paquete 1 ancho	0,400 dm
Paquete 1 Longitud	0,750 dm
Tipo de unidad del paquete 2	S02
Número de unidades en el paquete 2	100
Peso del paquete 2	6,582 kg
Paquete 2 Altura	15 cm
Ancho del paquete 2	30 cm
Longitud del paquete 2	40 cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

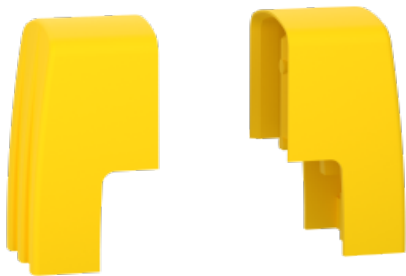
Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

A9XPE210

10 escudos laterales peines bi.

Características



Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Linergy FH
Tipo de producto o componente	Cubierta lateral de embarrado tipo peine
Accesorio / categoría de parte separada	Accesorio de aislamiento
Número de polos	2P
Cantidad por juego	Juego de 10

Complementario

Color	Yellow
Compatibilidad de gama	Acti 9 Multi 9 C60 C60H Peine de conexión Multi 9 C60 C60L Peine de conexión Multi 9 C60 C60N Peine de conexión Multi 9 C60 C60CTRL Peine de conexión
Suitable for comb busbar	Recortado
Suitable for comb busbar distribution type	2 P

Packing Units

Peso del empaque (Lbs)	0,006 kg
Paquete 1 Altura	0,100 dm
Paquete 1 ancho	0,600 dm
Paquete 1 Longitud	0,800 dm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí

Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

PRA35218

PRAGMA 18 2 FILAS, EMPOTRABLE

Características



Principal

Gama	Pragma ((*))
Tipo de producto o componente	Cofret
Tipo de envolvente	Armario de distribución
Anchura	456 mm wall: 486 mm outside:
Altura	480 mm wall: 510 mm outside:
Profundidad	86 mm wall: 23 mm outside:
Nb of 18 mm modules per row	18
Nb of horizontal rows	2
Clase de aislamiento eléctrico	Doble aislamiento Clase II
Equipo suministrado	1 x identification label 1 x marking kit 1 x terminal block 1 x blanking plate strip
Type of door	Sin

Complementario

Montaje de armario	Empotrado
Pasos de 9 mm	36
Número total de módulos de 18 mm	36
Disipación de potencia en W	62 W
[In] Corriente nominal	90 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	400 V
Tipo de carril	DIN
Descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje
Entrada de cable	Placas removíeis Cortes previos laterales

	Cable o tubo
Número de bloques de terminales	1 tierra - tipo de cable: Rápido) con capacidad de sujeción: 24 salientes
Salidas del bloque de distribución	3 x 25 mm ² for earth 21 x 4 mm ² para tierra
Material del envolvente	Back part: technoplastic Front face: technoplastic
Color	Enclosure: white (RAL 9016) Front face: grey (RAL 7004)
País objetivo	Holland (*) España
Profundidad incustrada	86 mm
Profundidad interna	84 mm

Entorno

Resistencia al fuego	Back part: 650 °C Front face: 650 °C
Grado de protección IP	IP30 sin puerta IP40 con puerta
Grado de protección IK	IK08 without door IK09 with door
Categoría de sobretensión	II
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Normas	IEC 60670-1 IEC 60670-24 IEC 61439-1 IEC 61439-3

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	3,720 kg
Paquete 1 Altura	1,350 dm
Paquete 1 ancho	5,100 dm
Paquete 1 Longitud	5,300 dm
Tipo de unidad del paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	24
Peso del paquete 2	118,32 kg
Paquete 2 Altura	120 cm
Ancho del paquete 2	80 cm
Longitud del paquete 2	120 cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

PRA35318

PRAGMA 18 3 FILAS, EMPOTRABLE

Características



Principal

Gama	Pragma ((*))
Tipo de producto o componente	Cofret
Tipo de envolvente	Armario de distribución
Anchura	456 mm wall: 486 mm outside:
Altura	630 mm wall: 660 mm outside:
Profundidad	86 mm wall: Exterior, estado 1 23 mm
Nb of 18 mm modules per row	18
Nb of horizontal rows	3
Clase de aislamiento eléctrico	Doble aislamiento Clase II
Equipo suministrado	1 x identification label 1 x marking kit 1 x terminal block 1 x blanking plate strip
Type of door	Sin

Complementario

Montaje de armario	Empotrado
Pasos de 9 mm	36
Número total de módulos de 18 mm	54
Disipación de potencia en W	68 W
[In] Corriente nominal	125 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	400 V
Tipo de carril	DIN
Descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje
Entrada de cable	Cortes previos laterales Placas removíeis

	Cable o tubo
Número de bloques de terminales	1 tierra - tipo de cable: Rápido) con capacidad de sujeción: 24 salientes
Salidas del bloque de distribución	3 x 25 mm ² for earth 21 x 4 mm ² para tierra
Material del envolvente	Back part: technoplastic Frontal, estado 1 tecnoplástico
Color	Enclosure: white (RAL 9016) Front face: grey (RAL 7004)
País objetivo	España Holland (**)
Profundidad incustrada	86 mm
Profundidad interna	84 mm

Entorno

Resistencia al fuego	Back part: 650 °C Front face: 650 °C
Grado de protección IP	IP30 without door IP40 with door
Grado de protección IK	IK08 without door IK09 with door
Categoría de sobretensión	II
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Normas	IEC 60670-1 IEC 60670-24 IEC 61439-1 IEC 61439-3

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	4,930 kg
Paquete 1 Altura	1,350 dm
Paquete 1 ancho	5,100 dm
Paquete 1 Longitud	6,800 dm
Tipo de unidad del paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	18
Peso del paquete 2	116,94 kg
Paquete 2 Altura	120 cm
Ancho del paquete 2	80 cm
Longitud del paquete 2	120 cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

PRA35418

PRAGMA 18 4 FILAS, EMPOTRABLE

Características



Principal

Gama	Pragma ((*))
Tipo de producto o componente	Cofret
Tipo de envolvente	Armario de distribución
Anchura	456 mm wall: 486 mm outside:
Altura	780 mm wall: 810 mm outside:
Profundidad	86 mm wall: Exterior, estado 1 23 mm
Nb of 18 mm modules per row	18
Nb of horizontal rows	4
Clase de aislamiento eléctrico	Clase II Doble aislamiento
Equipo suministrado	1 x terminal block 1 x identification label 1 x marking kit 1 x blanking plate strip
Type of door	Sin

Complementario

Montaje de armario	Empotrado
Pasos de 9 mm	36
Número total de módulos de 18 mm	72
Disipación de potencia en W	100 W
[In] Corriente nominal	125 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	400 V
Tipo de carril	DIN
Descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje
Entrada de cable	Cable o tubo Cortes previos laterales

Placas removíeis

Número de bloques de terminales	1 tierra - tipo de cable: Rápido) con capacidad de sujeción: 28 salientes
Salidas del bloque de distribución	6 x 25 mm ² for earth 22 x 4 mm ² para tierra
Material del envolvente	Back part: technoplastic Frontal, estado 1 tecnoplástico
Color	Enclosure: white (RAL 9016) Front face: grey (RAL 7004)
País objetivo	Holland (*) España
Profundidad incustrada	86 mm
Profundidad interna	84 mm

Entorno

Resistencia al fuego	Back part: 650 °C Front face: 650 °C
Grado de protección IP	IP30 without door IP40 with door
Grado de protección IK	IK08 without door IK09 with door
Categoría de sobretensión	II
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Normas	IEC 60670-1 IEC 60670-24 IEC 61439-1 IEC 61439-3

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	5,960 kg
Paquete 1 Altura	1,350 dm
Paquete 1 ancho	5,100 dm
Paquete 1 Longitud	8,300 dm
Tipo de unidad del paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	15
Peso del paquete 2	117,9 kg
Paquete 2 Altura	94 cm
Ancho del paquete 2	80 cm
Longitud del paquete 2	120 cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

Características

PRA16218

PUERTA PLENA PRAGMA 18 2 FILAS



Principal

Gama	Pragma (**)
Tipo de producto o componente	Puerta
Accesorio / categoría de parte separada	Accesorios de envolvente

Complementario

Montaje de armario	Empotrado Superficie
Número de llave	Número para indicar
Tipo de carátula	Pleno/a
Lado de apertura de puerta	Right or left (**)
Número de filas horizontales	2
Pasos de 9 mm	36
Número de módulos de 18 mm por fila	18
Número total de módulos de 18 mm	36
Installation description	Montaje en superficie Caja mural + 2 conductos
Material del envolvente	Technoplastic
Anchura	426 mm
Altura	450 mm
Profundidad	20 mm
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9016)

Entorno

Resistencia al fuego	750 °C
Grado de protección IP	IP40
Grado de protección IK	IK09

Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-25...60 °C

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	1,154 kg
Paquete 1 Altura	0,500 dm
Paquete 1 ancho	5,500 dm
Paquete 1 Longitud	5,200 dm
Tipo de unidad del paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	62
Peso del paquete 2	83,3 kg
Paquete 2 Altura	120 cm
Ancho del paquete 2	80 cm
Longitud del paquete 2	120 cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------



Principal

Gama	Pragma (**)
Tipo de producto o componente	Puerta
Accesorio / categoría de parte separada	Accesorios de envolvente

Complementario

Montaje de armario	Superficie Empotrado
Número de llave	Número para indicar
Tipo de carátula	Pleno/A
Lado de apertura de puerta	Right or left (**)
Número de filas horizontales	3
Pasos de 9 mm	36
Número de módulos de 18 mm por fila	18
Número total de módulos de 18 mm	54
Descripción del armario/celda	Surface mounting Flush mounting
Material del envolvente	Technoplastic
Anchura	426 Mm
Altura	600 Mm
Profundidad	20 Mm
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9016)

Entorno

Resistencia al fuego	750 °C
Grado de protección IP	IP40
Grado de protección IK	IK09
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-25...60 °C

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	1,440 Kg
Paquete 1 Altura	0,550 Dm
Paquete 1 ancho	5,100 Dm
Paquete 1 Longitud	6,700 Dm

Tipo de unidad del paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	47
Peso del paquete 2	80 Kg
Paquete 2 Altura	120 Cm
Ancho del paquete 2	80 Cm
Longitud del paquete 2	120 Cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración De REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa-RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China
Comunicación ambiental	Perfil Ambiental Del Producto
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Product Life Status : **Comercializado**

Hoja de características del producto

PRA16418

Puerta plena Pragma 18 4 filas

Características



Principal

Gama	Pragma (**)
Tipo de producto o componente	Puerta
Accesorio / categoría de parte separada	Accesorios de envolvente

Complementario

Montaje de armario	Empotrado Superficie
Número de llave	Número para indicar
Tipo de carátula	Pleno/a
Lado de apertura de puerta	Right or left (**)
Número de filas horizontales	4
Pasos de 9 mm	36
Número de módulos de 18 mm por fila	18
Número total de módulos de 18 mm	72
Installation description	Montaje en superficie Caja mural + 2 conductos
Material del envolvente	Technoplastic
Anchura	426 mm
Altura	750 mm
Profundidad	20 mm
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9016)

Entorno

Resistencia al fuego	750 °C
Grado de protección IP	IP40
Grado de protección IK	IK09

Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-25...60 °C

Packing Units

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	1,130 kg
Paquete 1 Altura	0,500 dm
Paquete 1 ancho	5,050 dm
Paquete 1 Longitud	8,200 dm
Tipo de unidad del paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	36
Peso del paquete 2	79,54 kg
Paquete 2 Altura	120 cm
Ancho del paquete 2	80 cm
Longitud del paquete 2	120 cm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------



Main

Range of product	Wiser
Product or component type	IP communication module
Product name	MIP
Colour	White (RAL 9003)

Complementary

[Us] rated supply voltage	110/230 V AC (+/- 15 %), <2 A
Network frequency	50/60 Hz
Power consumption in VA	5 VA
Mounting mode	Clip-on
Mounting support	DIN rail
Transmission rate	9600 bit/s 0...24 V 2-wire non polarised cable <50 m Wiser EM5 energy meter
Commissioning protocol	Bluetooth
Communication port protocol	Zigbee
Communication interface	Ethernet 10/100BASE-T <100 m Cat.6 STP
Integrated connection type	Ethernet port for DHCP client
Local signalling	Green, orange and red LED for product status Green and orange LED for Ethernet status (LAN ST)
Overvoltage category	III
Electrical connection	Screw terminal block for main supply Screw terminal block for communication
Material	PC (polycarbonate)
Height	84 mm
Width	54 mm
Depth	67 mm
Net weight	133 g

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Environment

IP degree of protection	IP20 casing: conforming to IEC 60529 IP40 front face: conforming to IEC 60529
Pollution degree	2
IK degree of protection	IK05 conforming to IEC 62262
Relative humidity	93 % at 40 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-25...50 °C
Standards	IEC 61000-6-1:2005 IEC 61000-6-3:2005
Electromagnetic compatibility	Electromagnetic immunity: , conforming to IEC 61000-6-1 Electromagnetic emission: , conforming to IEC 61000-6-3
Fire resistance	650 °C during 30 s

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Weight	196 g
Package 1 Height	8.5 cm
Package 1 width	11.5 cm
Package 1 Length	6.5 cm

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
REACH Regulation	REACH Declaration
EU RoHS Directive	Compliant EU RoHS Declaration
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes
China RoHS Regulation	China RoHS declaration Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile
Circularity Profile	End of Life Information
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins



Main

Range of product	Wiser
Product name	Wiser Link
Product or component type	Energy meter
Device short name	EM5
Type of measurement	Energy consumption total Energy consumption per usage Power total Power per usage
[Us] rated supply voltage	230 V +/- 15 % AC
Network frequency	50/60 Hz
Maximum consumption	9 VA
Accuracy class	Class 2 conforming to IEC 61557-12
Input type	Current transformer 0...50 mA Digital input for French utility electricity meter
Output type	2 wires for remote display
Current transformer cable capacity	1 cable(s) 25 mm ² 1 cable(s) 16 mm ² 1 cable(s) 10 mm ² 2 cable(s) 6 mm ² 4 cable(s) 4 mm ² 6 cable(s) 2.5 mm ² 8 cable(s) 1.5 mm ²

Complementary

Mounting mode	Clip-on
Mounting support	DIN rail
Communication service	Alarm Total active power Active energy per usage Active power per usage TIC information (French utility electricity meter) Total cumulated active energy

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Local signalling	Green LED for TIC communication Orange LED for Wiser wall display communication
Transmission rate	Wiser wall display: 0...24 V at 9600 bit/s TIC receiver: 0...15 V AC 50 kHz at 1200...9600 bit/s
Display type	LCD
Display colour	Black and white
Display resolution	128 x 64 pixels
Display size	36 x 18 mm
Information displayed	Energy per usage Total energy Total instant power Instant power per usage
Overvoltage category	III
Measurement category	Category III conforming to IEC 61010-2-30
Connections - terminals	Top: screw terminals 0.2...2.5 mm ² - 0.4 N.m Bottom: screw terminals for 5 current transformer inputs Side: extension bus connector (40 pins)
Provided equipment	5 current sensors - 0.1...80 A (current sensor rating range)
Height	84 mm
Width	90 mm
Depth	67 mm
Net weight	0.31 kg
Range compatibility	extension module Wiser wall display display module Wiser EM5 sensor current transformer
Kit composition	Energy meter EER39100 Current transformer EER39200

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 (modular enclosure) conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK05 conforming to IEC 62262
Pollution degree	2
Relative humidity	95 % at 50 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-25...50 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Quality labels	CE
Material	PC
Fire resistance	650 °C during 30 s
Colour	White (RAL 9003)

Packing Units

Package 1 Weight	0.416 kg
Package 1 Height	0.920 dm
Package 1 width	1.100 dm
Package 1 Length	1.600 dm

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RECh Regulation	RECh Declaration
EU RoHS Directive	Compliant EU RoHS Declaration
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes

China RoHS Regulation	China RoHS declaration Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile
Circularity Profile	End of Life Information
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins
Halogen content performance	Halogen free plastic parts product



Main

Range	PowerTag
Product or component type	Input and output module
Device short name	PowerTag C IO 230V
Product name	PowerTag Control
Concentrator compatibility	Acti9 PowerTag Link C Wiser IP module Acti9 PowerTag Link Acti9 PowerTag Link HD
Range compatibility	impulse relay contactor iACTs remote indication auxiliary iATLs remote indication auxiliary

Complementary

[Us] rated supply voltage	230 V AC (+/- 20 %)
Network frequency	50/60 Hz
Power consumption in VA	2 VA
Digital input number	1
Input type	Dry contact 230 V AC 2 mA
Voltage state 1 guaranteed	>= 164 V for digital input
Voltage state 0 guaranteed	<= 40 V for digital input
Current state 1 guaranteed	>= 2 mA (digital input)
Current state 0 guaranteed	<= 0.5 mA (digital input)
Digital output number	1
Output type	Dry contact 230 V 0.01...2 A AC
Discrete output type	Configurable relay logic
Output function	NO/NC programmable
Mechanical durability	100000 cycles for output
Mounting mode	Clip-on
Mounting support	DIN rail
Local signalling	Green, orange and red LED for product status
Impulse duration	300 ms by default - 0 ms, + 300 ms

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Time between 2 impulse	100 ms minimum - tolerance: - 0 ms, + 300 ms
Colour	White (RAL 9003)
9 mm pitches	2
Height	85 mm
Width	18 mm
Material	PA6 GF30
Depth	62 mm
Net weight	80 g
Connections - terminals	Tunnel type terminals (top) - 1 cable(s) 1...16 mm ² (AWG 18...AWG 16) - rigid Tunnel type terminals (top) - 1 cable(s) 0.5...10 mm ² (AWG 21...AWG 8) - flexible Tunnel type terminals (bottom) - 1 cable(s) 1...6 mm ² (AWG 18...AWG 10) - rigid Tunnel type terminals (bottom) - 1 cable(s) 0.5...4 mm ² (AWG 21...AWG 12) - flexible Tunnel type terminals (bottom) - 1 cable(s) 0.5...4 mm ² (AWG 21...AWG 12) - flexible with ferrule Tunnel type terminals (bottom) - 2 cable(s) 1.5...2.5 mm ² (AWG 16...AWG 14) - rigid Tunnel type terminals (bottom) - 2 cable(s) 1.5...2.5 mm ² (AWG 16...AWG 14) - flexible
Wire stripping length	14 mm for top connection 9 mm for bottom connection
Tightening torque	Power supply: 2 N.m top Digital input/output: 1 N.m bottom
Standards	EN/IEC 61010-1 ETSI EN 300 328 EN/IEC 62479 ETSI EN 301 489-17 ETSI EN 301 489-1 EN/IEC 61010-2-201 EN/IEC 61326-1

Environment

IP degree of protection	IP20 casing: conforming to IEC 60529 IP40 front face: conforming to IEC 60529
Pollution degree	3
Overvoltage category	III conforming to IEC 61010-1
IK degree of protection	IK05
Relative humidity	0...93 % at 40 °C conforming to IEC 60068-2-78
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-25...60 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Fire resistance	960 °C / 30 s conforming to UL 94 V0

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Weight	116 g
Package 1 Height	3 cm
Package 1 width	8 cm
Package 1 Length	11.5 cm
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	80
Package 2 Weight	9.65 kg
Package 2 Height	30 cm
Package 2 width	30 cm
Package 2 Length	40 cm
Unit Type of Package 3	P06
Number of Units in Package 3	640
Package 3 Weight	80.24 kg
Package 3 Height	80 cm
Package 3 width	80 cm

Package 3 Length	60 cm
------------------	-------

Offer Sustainability

EU RoHS Directive	Compliant EU RoHS Declaration
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes
China RoHS Regulation	China RoHS declaration Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile
Circularity Profile	End of Life Information
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins



Main

Range	Wiser
Product or component type	Pulse, alarm and control extension module
Product name	Wiser Link Control
Colour	White (RAL 9003)

Complementary

[Us] rated supply voltage	24 V DC (+/- 10 %) 3.3 V DC (+/- 10 %) 230 V AC via EM5 extension bus connector
Power consumption in VA	0.5 VA at 24 V DC 0.5 VA at 3.3 V DC 9 VA at 230 V AC
Digital input number	2
Digital input voltage	11.4...30 V
Input type	Pulse input(s) class B, 12 V DC conforming to IEC 62053-31 Alarm input(s) type I, 24 V DC conforming to IEC 62053-31
Digital output number	2
Output type	NO/NC programmable
Mounting mode	Clip-on
Mounting support	DIN rail
Local signalling	Green and red LED for product status Green and red LED for input status
Overvoltage category	III
Connections - terminals	extension bus connector - 40 pins screw terminal (green) - 2 x 0.5...1.5 mm ²
Impulse duration	Delay between pulses > 10 ms Pulse duration > 10 ms
Material	PC (polycarbonate)
Height	84 mm
Width	27 mm
Depth	67 mm
Net weight	85 g
Range compatibility	Wiser Link

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Product compatibility	Wiser EM5 contactor Pulse output: remote controlled switch
-----------------------	--

Environment

IP degree of protection	IP20 casing: conforming to IEC 60529 IP40 front face: conforming to IEC 60529
Pollution degree	2
Relative humidity	93 % at 40 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-25...50 °C
Standards	IEC 61326-1:2005
Electromagnetic compatibility	Electromagnetic immunity: , conforming to IEC 61326-1
Fire resistance	650 °C during 30 s

Packing Units

Package 1 Weight	0.126 kg
Package 1 Height	0.770 dm
Package 1 width	0.380 dm
Package 1 Length	1.100 dm

Offer Sustainability

EU RoHS Directive	Compliant EU RoHS Declaration
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes
China RoHS Regulation	China RoHS declaration Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile
Circularity Profile	End of Life Information

ZXM6-NHLD144 Series

Znshinesolar 9BB **HALF-CELL** Light-Weight Double Glass Mono PV Module



144

Mono Poly Solutions

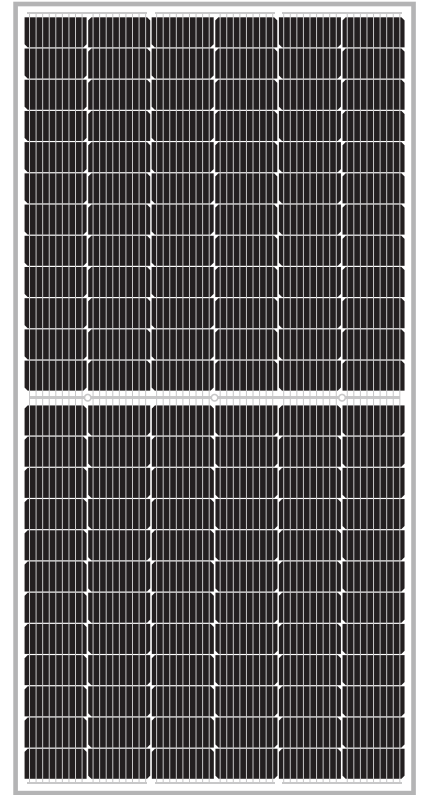
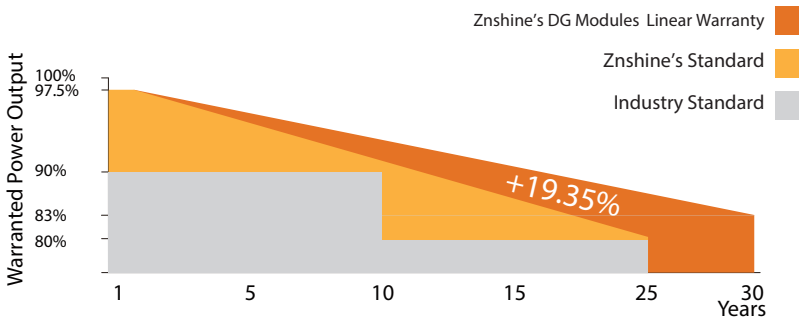
420W | 425W | 430W | 435W | 440W | 445W

Made with selected materials and components to grant quality, duration, efficiency and through outputs, the ZXM6-NHLD144 double glass modules by ZNSHINE SOLAR feature have both decorative and shading functions. They represent the perfect choice for BIPV and BAPV construction applications. This allows you to produce clean energy whilst reducing your energy bill.

ZNSHINE SOLAR'S ZXM6-NHLD144 double glass solar modules are tested and approved by international acknowledged laboratories, so that we can offer our customers a reliable and price-quality optimized product.

12 years product warranty/30 years output warranty

0.5% Annual Degradation over 30 years



More power output

Module RS decreases, FF (fill factor) increases, power gain is stable above 2%, and can be increased by 5~10W



High Efficiency

Graphene coating can increase about 2W of the module efficiency by rising around 0.5% of the light transmission



Anti PID

Limited power degradation of ZXM6-NHLD144 module caused by PID effect is guaranteed under strict testing condition for mass production



Better Weak Illumination Response

Lower temperature coefficient and wide spectral response, higher power output, even under low-light settings



Easy to install

The module is very light in weight so the installation is easier and transport costs are lower



Customerization—Graphene Coating

Graphene coating modules can increase power generation and self-cleaning, also can save maintenance cost



ZNShine PV-Tech Co., LTD, founded in 1988, is a world-leading high-performance PV module manufacturer, PV power station developer, EPC and power station operator. With its state-of-the-art production lines, the company boasts module output of 5GW. Bloomberg has listed ZNShine as a global Tier 1 PV manufacturer and Top 4 reliable PV supplier.

www.znshinesolar.com

ELECTRICAL PROPERTIES | STC*

Module Type	ZXM6-NHLD144 -420/M	ZXM6-NHLD144 -425/M	ZXM6-NHLD144 -430/M	ZXM6-NHLD144 -435/M	ZXM6-NHLD144 -440/M	ZXM6-NHLD144 -445/M
Nominal Power Watt Pmax(W)	420	425	430	435	440	445
Power Output Tolerance Pmax(%)	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3
Maximum Power Voltage Vmp(V)	43.2	43.5	43.8	44.1	44.3	44.5
Maximum Power Current Imp(A)	9.73	9.78	9.82	9.87	9.94	10.01
Open Circuit Voltage Voc(V)	50.4	50.6	50.8	51.0	51.2	51.4
Short Circuit Current Isc(A)	10.33	10.39	10.44	10.53	10.58	10.63
Module Efficiency (%)	18.92	19.15	19.37	19.60	19.82	20.05

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, AM 1.5
 *The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing

ELECTRICAL PROPERTIES | NMOT*

Maximum Power Pmax(Wp)	311.2	314.9	318.2	322.2	326.1	330.4
Maximum Power Voltage Vmpp(V)	39.6	39.8	40.0	40.2	40.3	40.5
Maximum Power Current Imp(A)	7.87	7.91	7.95	8.02	8.10	8.16
Open Circuit Voltage Voc(V)	46.8	47.0	47.2	47.3	47.5	47.7
Short Circuit Current Isc(A)	8.34	8.39	8.43	8.50	8.55	8.59

*NMOT(Nominal module operating temperature):Irradiance 800W/m²,Ambient Temperature 20°C,AM 1.5,Wind Speed 1m/s
 *The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing

TEMPERATURE RATINGS

NMOT	44°C ±2°C
Temperature coefficient of Pmax	-0.36%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.29%/°C
Temperature coefficient of Isc	0.05%/°C

*Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection

WORKING CONDITIONS

Maximum system voltage	1500 V DC
Operating temperature	-40°C~+85°C
Maximum series fuse	20 A
Maximum load(snow/wind)	5400 Pa / 2400 Pa

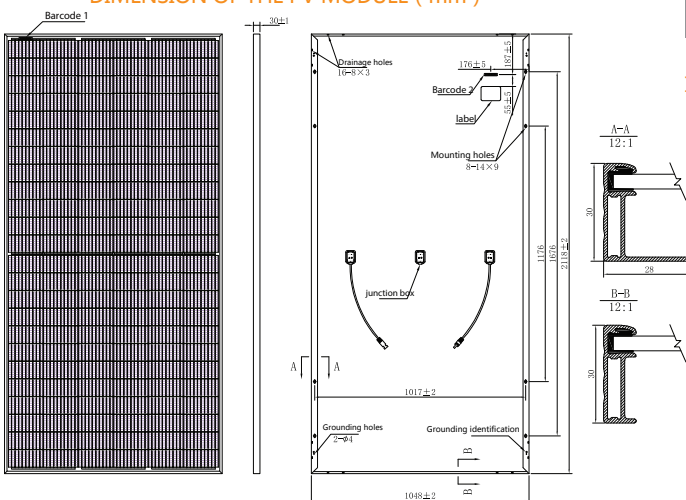
MECHANICAL DATA

Solar cells	Mono 166×83mm
Cells orientation	144 (6×24)
Module dimension	2118×1048×30 mm(With Frame)
Weight	29.5 kg
Glass	2.0mm+2.0mm heat strengthened glass
Junction box	IP 68 , 3 diodes
Cables	4 mm ² ,350 mm
Connectors	MC4-compatible

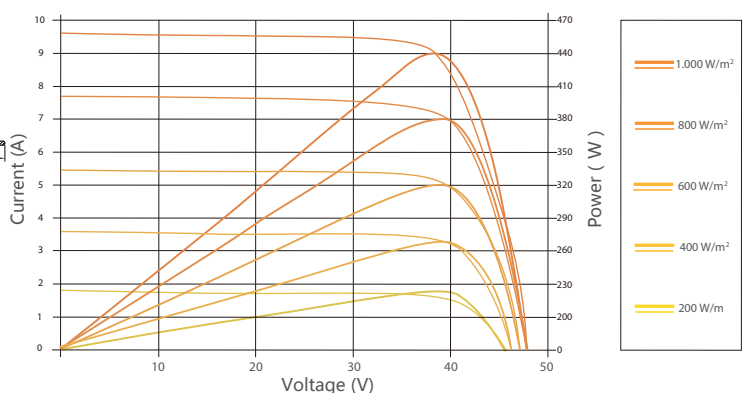
PACKAGING INFORMATION

Packing Type	40' HQ
Piece/Box	36
Piece/Container	792/836

DIMENSION OF THE PV MODULE (mm)



I-V CURVES OF THE PV MODULE



XW Pro

Inversor híbrido de 6,8/8,5 kW para Norteamérica

865-6848-21



Proteja la fuente de alimentación de su casa cuando la red no esté disponible. Ahorre en costes de energía con el tiempo de uso de los servicios y la optimización de recargas por sobredemanda. El inversor híbrido solar XW Pro es el corazón del sistema de alimentación de su hogar, conecta el almacenamiento solar y de la batería con la red para obtener alimentación auxiliar y seguridad energética. Puede utilizarse en sistemas solares y de almacenamiento, o en sistemas de alimentación auxiliar sin energía solar.

Rendimiento de la alimentación auxiliar

- Funcionamiento fiable de la alimentación auxiliar y cargas sin conexión a la red, con una capacidad de sobrecarga de potencia elevada (2x)
- Transición transparente a alimentación auxiliar con un conmutador de transferencia de alta velocidad integrado
- Puertos de entrada de red y generador
- Calidad y fiabilidad del producto comprobadas en el campo, basadas en dos décadas de experiencia en energía solar y almacenamiento.

Flexibilidad

- Salida de 120/240 V con capacidad de apilamiento de hasta 4 unidades
- Configurable para salida de 120 V para sistemas trifásicos
- Conecta la energía solar con los controladores de carga Conext™ MPPT o los inversores fotovoltaicos para sistemas con acoplamiento de corriente continua o alterna.
- Integración de baterías de iones de litio
- Sistemas con y sin conexión a la red, cumplen con Rule 21, HECO Rule 14H y PREPA

Fácil instalación

- Configura rápidamente con Insight
- Puerto de salida de CA para cargas de respaldo
- Ecosistema completo y accesorios para una sola unidad o sistemas escalables

Gestión energética inteligente

- Optimiza el consumo energético según tarifas horarias o recargos por sobredemanda
- Autoconsumo de energía solar

Compatible con Insight

- Supervisión y control remotos con seguridad de datos avanzada
- Aplicación web y móvil
- Gestión de varias instalaciones para los instaladores



Especificaciones técnicas

	XW Pro 6848 NA 120/240 V	XW Pro 6848 NA 120 V
Salida de CA del inversor (independiente)		
Potencia de salida (continua) a 25 °C	6800 W	5760 W
Sobrecarga de 30 min/60 seg a 25 °C	8500 W/12000 W	7200 W/12000 W
Potencia de salida (continua) a 40 °C	6000 W	5760 W
Corriente de salida máxima de 60 segundos (rms)	52 A (240 V)	104 A (120 V)
Frecuencia de salida	50/60 Hz	50/60 Hz
Tensión de salida	Fase dividida 120/240 V +/- 3%	120 V +/- 3%
Distorsión armónica total a potencia nominal	< 5%	< 5%
Modo búsqueda de consumo en reposo	< 8 W	< 8 W
Rango de tensión de entrada de CC	40 a 64 V (48 V nominal)	40 a 64 V (48 V nominal)
Máxima corriente de entrada de CC	180 A	180 A
Salida de CC del cargador		
Máxima corriente de carga de salida	140 A	120 A
Rango de tensión de carga de salida	40 - 64 V (48 V nominal)	
Control de carga	Tres etapas, dos etapas, impulso, BMS externo, personalizado	
Compensación de temperatura de carga	Sensor de temperatura de la batería incluido	
Carga con corrección del factor de potencia	0,98	
Tipos de baterías compatibles	Líquida (predeterminada), Gel, AGM, iones de litio, personalizada	
Rango del banco de baterías	440 - 10000 Ah	
Entrada de CA		
Corriente de entrada de CA 1 (red) (límite seleccionable)	3 - 60 A (60 A predeterminada)	3 - 60 A (60 A predeterminada)
Corriente de entrada de CA 2 (generador) (límite seleccionable)	3 - 60 A (60 A predeterminada)	3 - 60 A (60 A predeterminada)
Capacidad del relé de transferencia automática/tiempo de transferencia típico	60 A/8 ms	60 A/8 ms
Límites de tensión de entrada de CA (modo bypass/carga)	L-L: 156 - 280 V (240 V nominal)	L-N: 78 - 140 V (120 V nominal)
Rango de frecuencia de entrada de CA (modo bypass/carga)	52 - 68 Hz (permitida)	52 - 68 Hz (permitida)
Salida de CA conectada a la red		
Energía de venta en red	6000 W	5760 W
Corriente de venta en red (límite seleccionable)	0 a 27 A (240 V)	0 to 48 A (120 V)
Eficiencia		
Máxima	95,1%	94,8%
Eficiencia ponderada de CEC	93,0%	93,6%
Especificaciones generales		
Referencia	865-6848-21	
Peso del producto/envío	55,2 kg (121,7 lb)/76,7 kg (169,0 lb)	
Dimensiones del producto (Al x An x P)	58 x 41 x 23 cm (23 x 16 x 9 in)	
Dimensiones de envío (Al x An x P)	71,1 x 57,2 x 39,4 cm (28,0 x 22,5 x 15,5 in)	
Grado de protección IP	NEMA Tipo 1 para interiores	
Rango operativo de temperatura del aire	-25 °C a 70 °C (-13 °F a 158 °F) (potencia reducida por encima de 25 °C (77 °F))	
Características		
Supervisión de sistemas y comunicaciones de la red	Disponibles (a través de Insight)	
Funciones inteligentes	Venta de red, corte de carga máxima, soporte del generador, autosuministro solar	
Puerto auxiliar	0 a 12 V, máxima salida de CC de 250 mA, activadores seleccionables	
Acoplamiento de CA sin conexión a la red	Cambio de frecuencia	
Aprobación normativa		
Seguridad	UL1741, CSA 107.1	
Directiva CEM	FCC e Industry Canada Clase B	
Interconexión	IEEE 1547, UL 1741-SA, Rule 21, Rule 14H, PREPA, y CSA 107.1	
Referencias de productos compatibles		
Paneles de distribución eléctrica	XW Mini PDP (865-1013-01), XW PDP (865-1015-01)	PDP XW sin disyuntores de CA(865-1014-01), Kit de disyuntores de 60 A y 120/240 V CA (865-1315-01)
Controladores de carga MPPT	MPPT 100 600 (865-1034), MPPT 80 600 (865-1032), MPPT 60 150 (865-1030-1)	
Supervisión	Insight	
Accesorios	Inicio automático del generador (865-1060), Monitor de batería (865-1080-01), Herramienta de configuración (865-1155-01)	

Valor reconocido para autoconsumo, alimentación auxiliar y aplicaciones aisladas

Inversor/cargador SW

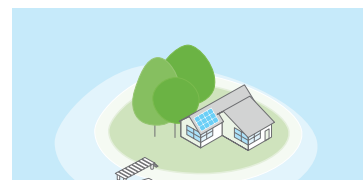
El SW es un inversor de onda sinusoidal pura que proporciona energía fiable tras una sencilla instalación. Las exclusivas funciones del SW añaden valor tanto para los instaladores como para los propietarios de los sistemas a nivel mundial.



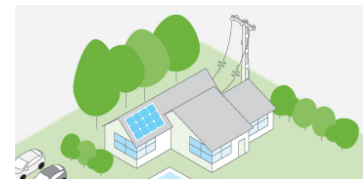
Solución instantánea

Al ofrecer un valor comprobado a un precio competitivo, el inversor/cargador SW proporciona el mejor valor para la energía solar sin conexión a la red, el autoconsumo y el respaldo a largo plazo para viviendas, empresas pequeñas y comunidades pequeñas y remotas.

- Diseño de **alta fiabilidad** probado mediante pruebas extremas en las condiciones más difíciles.
- Rendimiento puntero en **capacidad de sobrecarga** y eficiencia de carga.
- Funciones configurables de **optimización de energía** más avanzadas con la capacidad de cubrir una amplia variedad de aplicaciones.
- Balance perfecto entre el sistema y las herramientas de puesta en marcha integrales que **facilitan la instalación**.
- Supervisión y control **Plug and Play** basados en la red Xanbus.
- **Fácil** de instalar, mantener y operar.



Energía solar sin conexión a la red



Alimentación auxiliar



Autoconsumo

Inversor/cargador SW

Especificaciones técnicas - Norteamérica

Nombre abreviado del dispositivo	SW 2524 120/240 (interrumpido)	SW 4024 120/240	SW 4048 120/240
Especificaciones eléctricas - inversor			
Potencia de salida (continua) a 25 °C	3000 W	3400 W	3800 W
Potencia de salida (30 min) a 25 °C	3300 W	4000 W	4400 W
Potencia de salida (5 s) a 25 °C	5000 W	7000 W	7000 W
Corriente máxima	24,3 A	41 A	41 A
Frecuencia de salida	50 / 60 Hz seleccionable	50 / 60 Hz seleccionable	50 / 60 Hz seleccionable
Tensión de salida	120 / 240 V CA	120 / 240 V CA	120 / 240 V CA
Forma de onda de salida	Onda sinusoidal real	Onda sinusoidal real	Onda sinusoidal real
Eficiencia óptima	91,5%	92%	94%
Modo búsqueda de consumo en reposo	<11 W	<11 W	<11 W
Rango de tensión de entrada de CC	20 - 34 V CC	20 - 34 V CC	40 - 68 V CC
Conexiones de CA	Monofásica/Dividida	Monofásica/Dividida	Monofásica/Dividida
Especificaciones eléctricas - cargador			
Corriente de salida	65 A	90 A	45 A
Tensión nominal de salida	24 V CC	24 V CC	48 V CC
Rango de tensión de salida	12 - 32 V CC	12 - 32 V CC	24 - 64 V CC
Control de carga	2 ó 3 etapas	2 ó 3 etapas	2 ó 3 etapas
Compensación de temperatura de carga	Sí - BTS incluido	Sí - BTS incluido	Sí - BTS incluido
Eficiencia óptima	90%	90%	92%
Factor de potencia de entrada de CA	> 0,98	> 0,98	> 0,98
Corriente de entrada	9 A	13 A	12 A
Tensión de entrada de CA	120 / 240 V CA fase dividida	120 / 240 V CA fase dividida	120 / 240 V CA fase dividida
Rango de tensión de entrada de CA línea a neutro	95 - 135 V CA monofásica 170 - 270 V CA	95 - 135 V CA monofásica 170 - 270 V CA	95 - 135 V CA monofásica 170 - 270 V CA
Carga de batería agotada	Sí	Sí	Sí
Especificaciones generales			
Pérdida de tara	24 W	29 W	27 W
Tipos de baterías compatibles	FLA, Gel, AGM, Personalizada	FLA, Gel, AGM, Personalizada	FLA, Gel, AGM, Personalizada
Relé de transferencia	30 A	30 A	30 A
Tiempo de transferencia (CA a inversor e inversor a CA)	<1 ciclo (16,7 ms)	<1 ciclo (16,7 ms)	<1 ciclo (16,7 ms)
Rango óptimo de temperatura operativa	-20 °C a 60 °C (-4 °F a 140 °F)	-20 °C a 60 °C (-4 °F a 140 °F)	-20 °C a 60 °C (-4 °F a 140 °F)
Rango de temperatura ambiente de almacén	-40 °C a 85 °C (-40 °F a 185 °F)	-40 °C a 85 °C (-40 °F a 185 °F)	-40 °C a 85 °C (-40 °F a 185 °F)
Humedad de funcionamiento/almacén	< 95% HR, sin condensación	< 95% HR, sin condensación	< 95% HR, sin condensación
Clasificación de protección de ingreso	solo para interiores, IP20	solo para interiores, IP20	solo para interiores, IP20
Altitud (en operación)	2000 m (6562 ft)	2000 m (6562 ft)	2000 m (6562 ft)
Peso del producto	22,3 kg (49,0 lb)	28,1 kg (62,0 lb)	28,1 kg (62,0 lb)
Peso de envío	27,2 kg (60,0 lb)	35,0 kg (77,1 lb)	35,0 kg (77,1 lb)
Dimensiones del producto (Al x An x P)	41,8 x 34,1 x 19,7 cm (16,5 x 13,4 x 7,6 in)	41,8 x 34,1 x 19,7 cm (16,5 x 13,4 x 7,6 in)	41,8 x 34,1 x 19,7 cm (16,5 x 13,4 x 7,6 in)
Dimensiones del producto (Al x An x P)	56,0 x 44,0 x 32,0 cm (22,0 x 17,3 x 12,6 in)	56,0 x 44,0 x 32,0 cm (22,0 x 17,3 x 12,6 in)	56,0 x 44,0 x 32,0 cm (22,0 x 17,3 x 12,6 in)
Red de sistemas y supervisión remota	Disponible	Disponible	Disponible
Garantía	Consulte nuestro sitio web, SEsolar.com para obtener la versión más reciente del certificado de garantía.		
Referencia	865-2524 (interrumpido)	865-4024	865-4048
Aprobaciones normativas			
Seguridad	marca c(CSA) us CSA C22.2, N.º 107.1-01 UL1741 Ed.2		
CEM	FCC Parte 15 Clase B		
Referencias de productos compatibles			
Panel de distribución universal de CC	865-1016		
Panel de distribución de CA(120/240 V)	865-1017		
Conext MPPT 80 600 o 60 150	865-1032 o 865-1030-1		
Panel de control del sistema Conext	865-1050-01		
Inicio automático del generador Conext	865-1060-01		
Monitor de baterías Conext	865-1080-01		
Herramienta de configuración Conext	865-1155-01		

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

Inversor/cargador SW

Especificaciones técnicas - Norteamérica

	SW 4024 120/240	SW 4048 120/240
Especificaciones eléctricas - inversor		
Potencia de salida (continua) a 25 °C	3400 W	3800 W
Potencia de salida (30 min) a 25 °C	4000 W	4400 W
Potencia de salida (5 s) a 25 °C	7000 W	7000 W
Corriente máxima	41 A	41 A
Frecuencia de salida	50 / 60 Hz seleccionable	50 / 60 Hz seleccionable
Tensión de salida	120 / 240 V CA	120 / 240 V CA
Forma de onda de salida	Onda sinusoidal real	Onda sinusoidal real
Eficiencia óptima	92%	94%
Modo búsqueda de consumo en reposo	<11 W	<11 W
Rango de tensión de entrada de CC	20 - 34 V CC	40 - 68 V CC
Conexiones de CA	Monofásica/Dividida	Monofásica/Dividida
Especificaciones eléctricas - cargador		
Corriente de salida	90 A	45 A
Tensión nominal de salida	24 V CC	48 V CC
Rango de tensión de salida	12 - 32 V CC	24 - 64 V CC
Control de carga	2 ó 3 etapas	2 ó 3 etapas
Compensación de temperatura de carga	Sí - BTS incluido	Sí - BTS incluido
Eficiencia óptima	90%	92%
Factor de potencia de entrada de CA	> 0.98	> 0.98
Corriente de entrada	13 A	12 A
Tensión de entrada de CA	120 / 240 V CA fase dividida	120 / 240 V CA fase dividida
Rango de tensión de entrada de CA línea a neutro	95 - 135 V CA monofásica 170 - 270 V CA	95 - 135 V CA monofásica 170 - 270 V CA
Carga de batería agotada	Sí	Sí
Especificaciones generales		
Pérdida de tara	29 W	27 W
Tipos de baterías compatibles	FLA, Gel, AGM, Personalizada	FLA, Gel, AGM, Personalizada
Relé de transferencia	30 A	30 A
Tiempo de transferencia (CA a inversor e inversor a CA)	<1 ciclo (16,7 ms)	<1 ciclo (16,7 ms)
Rango óptimo de temperatura operativa	-20°C a 60°C (-4°F a 140°F)	-20°C a 60°C (-4°F a 140°F)
Rango de temperatura ambiente de almacén	-40°C a 85°C (-40°F a 185°F)	-40°C a 85°C (-40°F a 185°F)
Humedad de funcionamiento/almacén	< 95% HR, sin condensación	< 95% HR, sin condensación
Clasificación de protección de ingreso	solo para interiores, IP20	solo para interiores, IP20
Altitud (en operación)	2000 m (6562 ft)	2000 m (6562 ft)
Peso del producto	28.1 kg (62.0 lb)	28.1 kg (62.0 lb)
Peso de envío	35.0 kg (77.1 lb)	35.0 kg (77.1 lb)
Dimensiones del producto (Al x An x P)	41.8 x 34.1 x 19.7 cm (16.5 x 13.4 x 7.6 in)	41.8 x 34.1 x 19.7 cm (16.5 x 13.4 x 7.6 in)
Dimensiones del producto (Al x An x P)	56.0 x 44.0 x 32.0 cm (22.0 x 17.3 x 12.6 in)	56.0 x 44.0 x 32.0 cm (22.0 x 17.3 x 12.6 in)
Red de sistemas y supervisión remota	Disponible	Disponible
Garantía	Consulte nuestro sitio web, SEsolar.com para obtener la versión más reciente del certificado de garantía.	
Referencia	865-4024-21	865-4048-21
Aprobaciones normativas		
Seguridad	marca c(CSA) us CSA C22.2, N.º 107.1-01 UL1741 Ed.2	
EMC	FCC Parte 15 Clase B	
Productos compatibles		
Panel de distribución	Panel de distribución universal de CC (865-1016), Panel de distribución de CA (120/240 V) (865-1017)	
Controlador de carga	MPPT 100 600 (865-1034), MPPT 80 600 (865-1032), MPPT 60 150 (865-1030-1)	
Gestión de la energía	InsightHome (865-0330), InsightFacility (865-0335), Gateway (865-0329), Insight	
Accesorios	Panel de control del sistema Conext (865-1050-01), Inicio automático del generador Conext (865-1060-01), Monitor de baterías Conext (865-1080-01), Herramienta de configuración Conext (865-1155-01)	

Gestión energética Insight para sistemas solares y de almacenamiento



Potente a la vez que simple, Insight es el ecosistema de gestión de Schneider Electric para energía solar y de almacenamiento. Ofrece interfaces intuitivas desde navegadores web o teléfonos móviles para particulares y profesionales.

Tome el mando

- Controle sus decisiones de gestión energética, como, por ejemplo, qué fuente de energía utilizar en diferentes momentos del día
- Optimice el consumo energético según tarifas horarias y recargos por sobredemanda

Flexibilidad

- Punto de acceso inalámbrico (WAP) integrado para una fácil configuración (conecte un ordenador portátil o un dispositivo móvil de forma inalámbrica)
- Conectividad a redes locales mediante su estación inalámbrica integrada
- Compatibilidad con baterías Li-Ion para un diseño flexible y una configuración más sencilla

Mantenimiento sencillo

- Actualice InsightHome, InsightFacility y el firmware de otros productos de Schneider Electric Solar a través de la plataforma web o móvil
- Gestione de forma remota la configuración del sistema y las actualizaciones de firmware desde las plataformas InsightCloud o InsightMobile

solar.schneider-electric.com



Insight para particulares

- Acceso desde cualquier lugar a través de la nube, la plataforma local o la aplicación móvil
- Supervise la producción y el consumo de energía en tiempo real
- Consulte sus ahorros y la reducción de emisiones de carbono





Insight para profesionales

- Gestione su cartera de instalaciones al alcance de su mano
- Reduzca las visitas a instalaciones en un 50% gracias a las potentes funciones de gestión remota
- Simplifique la configuración del sistema solar y de almacenamiento a través de la web o de Modbus

¡Acceda a insightcloud.se.com o descárguelo en su móvil!



InsightHome and InsightFacility

	InsightHome	InsightFacility
 		
Supervisión y control		
Supervise a través de la red local	●	●
Supervise desde cualquier lugar con las aplicaciones InsightCloud o InsightMobile	●	●
Puesta en marcha o arranque del sistema a nivel local y en remoto	●	●
Acceso a datos en vivo y a su historial	●	●
Firmware		
Actualización remota del firmware	●	●
Network		
LAN inalámbrica	Alcance intermedio	Alcance largo
Xanbus y Modbus		
Número de puertos Xanbus	1	2
Número de puertos Modbus	1	2
Alimentación por la red Xanbus	●	●
Modbus 485	●	●
Especificaciones físicas		
Método de montaje	Montaje en pared	Rail DIN
Tamaño del sistema		
Tamaño de instalación	Almacenamiento de hasta 25,5 kW	Hasta 3 MW de energía solar o 50 kW de almacenamiento

Especificaciones técnicas

	InsightHome	InsightFacility
Especificaciones eléctricas		
Consumo de energía	2 W promedio/10 W máximo	2 W promedio/10 W máximo
Xanbus	Cuando se conecta a Conext XW Pro / SW, MPPT 100 600 o MPPT 80 600 proporcionando alimentación de red	Cuando se conecta a Conext XW Pro / SW, MPPT 100 600 o MPPT 80 600 proporcionando alimentación de red
Adaptador de CA/CC (opcional)	Entrada: 100-240 V CA, 50-60 Hz, 0,48 A, Salida: 12 V CC, 1,6 A, exterior 5,5 mm, conector central positivo de 2,1 mm *Se requiere un adaptador SELV.	Entrada: 100-240 V CA, 50-60 Hz, 0,6 A, Salida: 12 V CC, 1,5 A, exterior 5,5 mm, conector central positivo de 2,1 mm *Se requiere un adaptador SELV.
Especificaciones físicas		
Referencia	865-0330	865-0335
Peso del producto	220 g (0,5 lb)	330 g/0,73 lb
Dimensiones del producto (An x Al x P)	132 × 75 × 41 mm/5,2 × 3,0 × 1,6 pulgadas	137 × 130 × 48 mm/5,4 × 5,1 × 1,9 pulgadas
Peso del paquete de envío	480 g/1.1 lbs	724 g/1,6 lb
Dimensiones del paquete de envío (An x Al x P)	158 × 158 × 188 mm/6,2 × 6,2 × 7,4 pulgadas	190 × 158 × 100 mm/7,5 × 6,2 × 3,9 pulgadas
Carcasa/Sistema de montaje	Plástico ABS/Montaje en pared	Plástico ABS/Riel DIN
Clasificación de protección IP / Lugar de montaje	IP 20, NEMA 1, solo para interiores	IP 20, NEMA 1, solo para interiores
Pantalla	1 LED	3 LED
Temperatura	En funcionamiento: 32 a 113 °F/0 a 45 °C Almacenamiento: -40 a 185 °F/-40 a 85 °C	En funcionamiento: -4 a 122 °F/-20 a 50 °C Almacenamiento: -40 a 185 °F/-40 a 85 °C
Humedad	En funcionamiento: < 95%, sin condensación Almacenamiento: <95%	En funcionamiento: < 95%, sin condensación Almacenamiento: <95%
Características		
Relé de contacto seco programable	Terminal de 3 tornillos, 16-24 AWG, NC-Com-NO, forma: Clase 2, 24 V CC, 4 A máx. sólo entrada SELV	
Interfaz gráfica de usuario	Navegador de Internet	
Actualizaciones remotas de firmware	Sí	
Máx. número de dispositivos Xanbus	Hasta 6 unidades para XW Pro (4 en paralelo o 6 en trifásico)	
Normativas		
Inmunidad EMC	EN61000-6-1	
Emisiones EMC	EN61000-6-3, FCC Parte 15 Clase B, Ind. Canadá ICES-003 Clase B	
Sustancias/medio ambiente	RoHS	
Productos compatibles		
Inversores de almacenamiento UL (120/240V)	XW Pro (865-6848-21), SW 4024 (865-4024-21), SW 4048(865-4048-21)	
Inversores de almacenamiento IEC (230V)	XW Pro (865-8548-55), XW+ (865-8548-61), SW 4024 (865-4024-55), SW 4048 (865-4048-55)	
Inversores string EMEA, APAC	CL-60 E (PVSCCL60E), CL36 (PVSCCL36E), CL33 (PVSCCL33E), CL50 (PVSCCL50E)	
Inversores string (Australia)	CL30 (PVSCCL30E), CL50 (PVSCCL50E)	
Controladores de carga MPPT	MPPT 100 600 (865-1034), MPPT 80 600 (865-1032), MPPT 60 150 (865-1030-1)	
Accesorios	Panel de control del sistema (865-1050), Inicio automático del generador (865-1060), Monitor de batería (865-1080-01)	

Controlador de carga solar Conext™ MPPT 60 150

Carga MPPT en varias etapas,
mayor duración de la batería



El producto en un vistazo

El dispositivo Conext™ MPPT 60 150 es un controlador de carga fotovoltaica que realiza el seguimiento del punto de potencia máximo de un conjunto fotovoltaico para proporcionar la corriente máxima disponible con la que cargar las baterías. Durante la carga, el Conext™ MPPT 60 150 regula la tensión de la batería y la corriente de salida en función de la cantidad de energía disponible en el conjunto fotovoltaico y el estado de carga de la batería.

Aplicaciones del producto



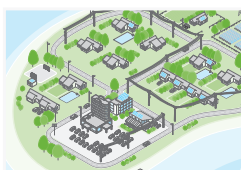
Alimentación auxiliar



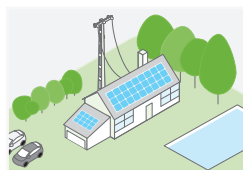
Sistemas solares residenciales con alimentación auxiliar conectados a la red



Energía solar sin conexión a la red



Electrificación comunitaria



Autoconsumo

¿Por qué elegir el Conext™ MPPT 60 150?

Mayor retorno de la inversión

- El algoritmo de seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT) busca continuamente la potencia máxima disponible del conjunto fotovoltaico
- Mejora la duración de la batería con la carga de temperatura compensada seleccionable en varias etapas
- Garantía estándar de cinco años

Flexibilidad

- Aplicación autónoma o integración total con los cargadores de inversor XW Pro, XW y SW
- Compatible con cualquier marca de módulo fotovoltaico
- Supervisión remota disponible

Fácil instalación

- Salida auxiliar configurable
- Pantalla LCD con botones frontales para la configuración y supervisión del sistema
- Protección por fallo de tierra fotovoltaica para conjuntos con conexión a tierra negativa

Nombre abreviado del dispositivo	Conext™ MPPT 60 150
Especificaciones eléctricas	
Tensión nominal de la batería	12, 24, 36, 48, 60 V
Rango operativo de la tensión de la batería	0 V CC a 80 V CC
Mín. tensión de operación de PV	Tensión de la batería +5 V
Máx. tensión de operación de PV	140 V
Máx. tensión de circuito abierto de conjuntos fotovoltaicos	150 V incluido el factor de corrección de temperatura
Máx. corriente de cortocircuito de conjuntos	60 A (48 A en STC)
Clasificación máxima de conjuntos fotovoltaicos	5250 W
Máx. corriente de carga	60 A (para todas las tensiones de la batería excepto 60 V)
Tamaño máx. y mín. de cable en conducto	AWG N.º 6 a AWG N.º 14 (10 a 2,5 mm ²)
Máx. potencia de salida	3500 W
Método de regulación del cargador	Tres etapas (bulk, absorción, flotación) con equalización manual Dos etapas (bulk, absorción) con equalización manual
Tipos de baterías admitidas	Líquida, GEL, AGM, personalizada
Eficiencia	
Máx. eficiencia de conversión de potencia	93% (12 V nominal), 96% (24 V nominal), 97% (36 V nominal), 98% (48 V nominal), 99% (60 V nominal)
Especificaciones generales	
Consumo de energía, noche	2,5 W
Sensor de temperatura de la batería	incluida
Salida auxiliar	5 - 13 V, hasta 200 mA
Material del gabinete	Chasis ventilado de chapa para interiores con troqueles de 2,2 cm y 2,8 cm (7/8 pulg. y 1 pulg.) y disipador térmico de aluminio
Grado de protección IP	IP 20
Peso del producto	4,8 kg (10,8 lb)
Peso de envío	8,0 kg (17,6 lb)
Dimensiones del producto (Al x An x P)	36,8 x 14,6 x 13,8 cm (14,5 x 5,8 x 5,5 in)
Dimensiones de envío (Al x An x P)	48,3 x 22,9 x 35 cm (19,0 x 9,0 x 9,8 in)
Montaje de dispositivos	Montaje vertical en pared
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20 °C a 45 °C (-4 °F a 113 °F)
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C a 85 °C (-40 °F a 185 °F) potencia máxima, reducción de potencia por encima de 45 °C
Altitud de funcionamiento	A 2000 m (6562 ft) del nivel del mar
Red de sistemas y supervisión remota	Disponible
Garantía	Consulte nuestro sitio web SEsolar.com para obtener la versión más reciente del certificado de garantía.
Referencia	865-1030-1
Características	
Tipo de pantalla	LCD, 2 líneas, 16 dígitos
Aprobaciones normativas	
Seguridad	Certificado CSA (UL1741, CSA 107.1) y marca CE para la Directiva de Baja Tensión (EN50178)
CEM	FCC e Industry Canada (Clase B), marca CE para la Directiva CEM (EN61000-6-1, -6-3), cumple con C-Tick
Referencias de productos compatibles	
Conext XW Pro	XW Pro 6848 120/240 V CA (865-6848-21), XW Pro 8548 230 V CA (865-8548-55)
Conext XW+	XW+ 8548 230 V CA (855-8548-61)
Conext SW IEC (230 V)	SW 4024: 865-4024-55 / SW 4048: 865-4048-55
Conext SW UL (120 V)	SW 4024: 865-4024-21 / SW 4048: 865-4048-21
Paneles de distribución eléctrica Conext XW	Para XW Pro y XW+ 230V: 865-1014-01 / Para XW Pro 120/240V: 865-1015-01
Paneles de distribución eléctrica Conext XW Mini	865-1013-01
Paneles de distribución eléctrica Conext SW	Panel de distribución de CC SW: Panel de distribución 865-1016/de CA SW (230V): Panel de distribución 865-1017-61/de CA SW (120/240V): 865-1017
RS de desconexión de MPPT / Conmutador del iniciador RS	865-1036 / 865-1039
Panel de control del sistema Conext	865-1050-01
Inicio automático del generador Conext	865-1060-01
Monitor de batería Conext	865-1080-01

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

Life Is On

Schneider
Electric

Optimización de la Generación Solar

Controladores de carga solar de 600 V CC

MPPT 100 600 de 6 kW (referencia 865-1034)

MPPT 80 600 de 4,8 kW (referencia 865-1032)



Los Controladores de Carga Solar MPPT 80 y MPPT 100, de 600V CC, optimizan el uso de la energía solar en instalaciones de almacenamiento con generación solar acoplada en CC, además de permitir una instalación flexible y sencilla.

Rendimiento óptimo del sistema

- Optimización de la generación solar con MPPT de 600V CC de alta potencia y control de carga de la batería
- Flexibilidad para sobredimensionar el campo fotovoltaico hasta 8.5KW con el MPPT 100 o 6.8kW con el MPPT 80
- Alta eficiencia en la conversión a la batería y a la red, ideal para autoconsumo basado en energía solar
- Recarga de baterías descargadas directamente con el MPPT, de manera autónoma, proporcionando la máxima resiliencia energética a su sistema en el caso de apagones de larga duración
- Gran capacidad de conversión de energía solar gracias a su algoritmo MPPT de barrido rápido con tolerancia a sombras

Flexibilidad

- Flexibilidad en el diseño de los strings con un amplio rango de tensión CC de operación
- Compatible con inversores híbridos de las series XW Pro y SW para una solución completa de energía solar y almacenamiento con y sin conexión a la red

Fácil instalación

- Instalaciones de dos strings con cables de menor sección gracias a la operación hasta 600V CC, permitiendo instalaciones más sencillas y de menor coste
- No necesita una caja de combinación de strings con interruptores de CC o fusibles
- Desconector de PV con transmisor de apagado rápido, el accesorio RS, fácil de instalar y conforme al NEC 2017, está certificado UL1741 PVRSS

Compatible con la Gestión Energética Insight

- Puesta en marcha y configuración
- Supervisión y control remotos con seguridad de datos avanzada
- Aplicación web y móvil
- Gestión de varias instalaciones para los instaladores

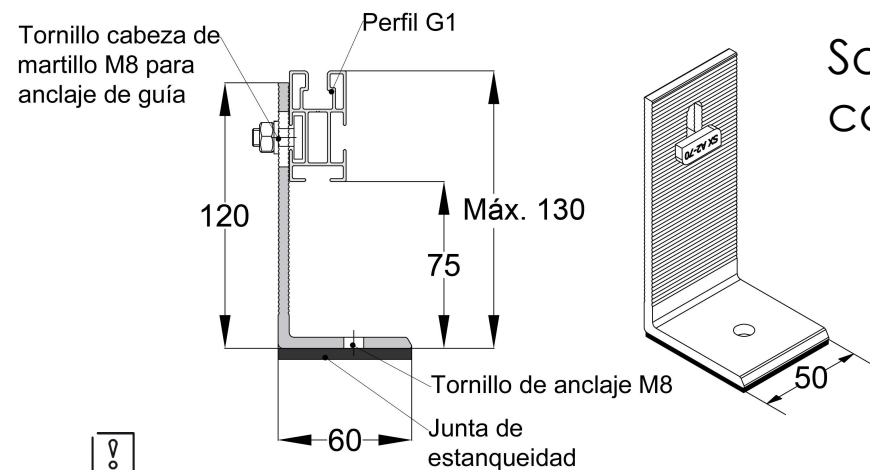


Especificaciones técnicas

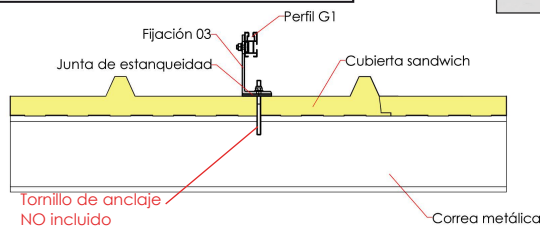
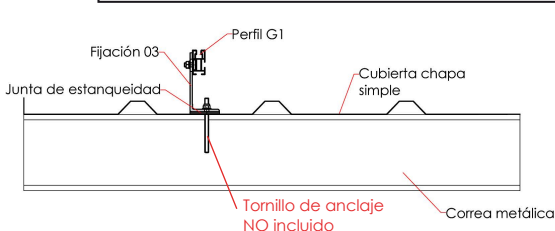
	MPPT 80 600	MPPT 100 600
Especificaciones eléctricas		
Máx. tensión de circuito abierto de conjuntos fotovoltaicos	600 V	600 V
Rango de tensión MPPT	195 a 510 V CC	195 a 510 V CC
Rango de tensión de operación en PV	195 a 550 V	195 a 550 V
Máx. corriente de cortocircuito del capo solar en STC	28 A	35 A
Máx. corriente de funcionamiento de entrada	23 A	29 A
Máx. potencia de salida	4800 W (sistemas de 48 V nominal)	6000 W (sistemas de 48 V nominal)
Tensión nominal de la batería	24 y 48 V CC	24 y 48 V CC
Rango operativo de la tensión de la batería	16 a 67 V CC	16 a 67 V CC
Máx. corriente de carga de salida	80 A	100 A
Método de regulación del cargador	Tres etapas (bulk, absorción, flotación) con equalización manual Dos etapas (bulk, absorción) con equalización manual	
Tipos de baterías admitidas	Líquida, GEL, AGM, iones de litio, personalizada	
Eficiencia		
Máx. eficiencia de conversión de potencia	95% (48 V nominal), 92% (24 V nominal)	
Especificaciones generales		
Consumo de energía, noche	< 1 W	
Sensor de temperatura de la batería	incluido	
Salida auxiliar	Contacto seco que conmuta hasta 60 V CC, 30 V CA, 8 A	
Material de la envolvente	Material de la envolvente: chasis ventilado de chapa de aluminio para interiores	
Dimensiones de los troqueles	Troqueles de 44,0 mm, 35,0 mm, 28,2 mm y 22,2 mm para accesorios de 1-1/4, 1, 3/4 y 1/2 pulgadas de tamaño comercial	
Grado de protección IP	IP 20	
Peso del producto	13,5 kg (29,8 lb)	
Peso de envío	20,4 kg (45 lb)	
Dimensiones del producto (Al x An x P)	76,0 × 22,0 × 22,0 cm (30,0 × 8,6 × 8,6 in)	
Dimensiones de envío (Al x An x P)	113,39 × 28,68 × 31,90 cm (44,64 × 11,29 × 12,56 in)	
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20 °C a 65 °C (-4 °F a 149 °F), reducción de potencia por encima de 40 °C	
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C a 85 °C (-40 °F a 185 °F)	
Altitud de funcionamiento	A 2000 m (6562 ft) del nivel del mar	
Comunicaciones y monitorización remota	Disponible con Gestión Energética Insight	
Garantía	Consulte nuestro sitio web SEsolar.com para obtener la versión más reciente del certificado de garantía.	
Referencia	865-1032	865-1034
Normativas Aprobadas		
Seguridad	Certificado CSA (UL1741, CSA 107.1) y marca CE para la Directiva de Baja Tensión (EN50178)	
CEM	FCC e Industry Canada (Clase B), marca CE para la Directiva CEM (EN61000-6-1, -6-3)	
Lista de productos compatibles		
Inversor híbrido XW Pro	XW Pro 6848 120/240 V CA (865-6848-21), XW Pro 8548 230 V CA (865-8548-55)	
Inversor híbrido XW+	XW+ 8548 230 V CA (865-8548-61)	
SW IEC (230 V CA)	SW 4024 230 V CA (865-4024-55), SW 4048 230 V CA (865-4048-55)	
SW UL (120/240 V CA)	SW 4024 120/240 V CA (865-4024-21), SW 4048 120/240 V CA (865-4048-21)	
Cuadro de distribución eléctrica XW	865-1015-01, 865-1014-01	
Cuadro de distribución eléctrica mini XW	865-1013-01	
RS de desconexión de MPPT y Conmutador del iniciador RS	865-1036, 865-1039	
Gestión Energética Insight	InsightHome (865-0330), InsightFacility (865-0335)	
Panel de control del sistema Conext	865-1050-01	
Arranque Automático de Generador Conext	865-1060-01	
Monitor de batería Conext	865-1080-01	

03V-03H

Soporte coplanar continuo fijación a correas para cubierta metálica



Se recomienda usar un tornillo autotaladrante punta broca máx. M8 y arandela de sellado



Válido para:

- Todo tipo de cubiertas metálicas.
- Anclaje a correas.
- En disposición horizontal válido para módulos de ancho especial.

Disponibilidad de tuercas antirrobo.
Material 100% reciclable.
Cómoda instalación.

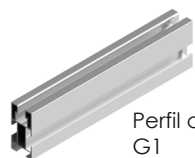
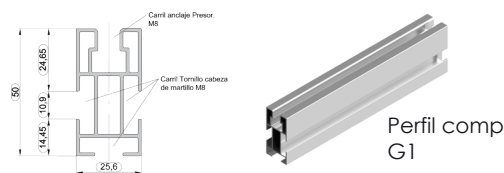
El kit incluye:

Fijaciones S03
Perfiles G1
Uniones UG1
Presores laterales
Presores centrales

Número de paneles

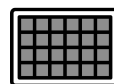
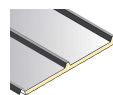


Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.



Perfil compatible:
G1

EPDM



1650/2000x1000



Viento 150 km/h

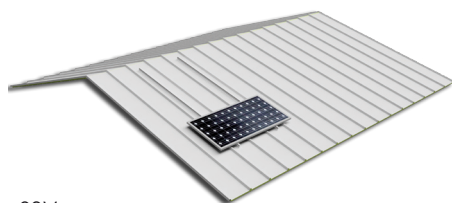
MATERIALES Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6
TORNILLERÍA Tornillería acero inoxidable A2-70

- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma.
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada

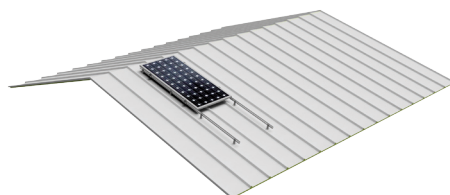
Para más información consultar



- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma.
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada
- Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- Los presores no se deben apretar con máquinas de impacto.



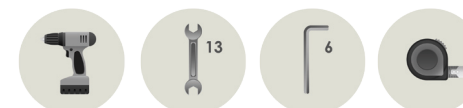
03V
Disposición de los módulos en vertical



03H
Disposición de los módulos en horizontal



Herramientas necesarias:



Seguridad:



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Hoja de características del producto

A9L40271

iiPRD40r 40KA 600DC

Características



Principal

Range of product	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iPRD PV-DC
Nombre corto del dispositivo	IPRD PV-DC
Tipo de producto o componente	Limitador de sobretensiones con cartucho enchufable
Número de polos	2P
Tipo de salida	Contacto (sin tensión)
Composición de contactos de señalización	1 SD (1 C/O)
Tipo de limitador de sobretensiones	Red de distribución eléctrica
[Uoc] tensión de circuito abierto	666 V

Complementario

Tipo y clase de limitador de sobretensiones	Tipo 2
Tecnología de limitador de sobretensiones	MOV
[Ue] Tensión nominal de empleo	800 V +/- 10 % CC
[In] nominal discharge current	15 kA
[Imax] maximum discharge current	40 kA
[Ucpv] maximum continuous operating voltage	Modo diferencial, estado 1 800 V L+/L- Modo común, estado 1 800 V L+/PE Modo común, estado 1 800 V L-/PE
[Up] nivel de protección de tensión	Modo diferencial <3 kV tipo 2 L+/L- Modo común <3 kV tipo 2 L+/PE Modo común <3 kV tipo 2 L-/PE
Tipo de dispositivo seccionador	Integrated disconnecter
Señalizaciones en local	Blanco/rojo bandera
Tensión del circuito de señalización	CA, estado 1 250 V 50/60 Hz
Corriente salida señal.	0.25 A

Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	6
Altura	85 mm
Anchura	54 mm
Profundidad	69 mm
Peso del producto	400 g
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9003)
Tiempo de respuesta	<= 25 ns
Conexiones - terminales	Terminal tipo túnel2,5...25 mm ² rígido Terminal tipo túnel2,5...16 mm ² Flexible Terminal tipo túnel2,5...16 mm ² flexible stranded
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm
Par de apriete	3,5 N.m

Entorno

Normas	EN 50539-11:2013 UTE C 61740-51
Certificaciones de producto	CE
Grado de protección IP	En cara frontal, estado 1 IP40 En terminal, estado 1 IP20
Grado de protección IK	IK03
Humedad relativa	5...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Packing Units

Peso del empaque (Lbs)	0,371 kg
Paquete 1 Altura	0,700 dm
Paquete 1 ancho	0,540 dm
Paquete 1 Longitud	0,850 dm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

A9L40281

iPRD40r 40KA 1000DC

Características



Principal

Range of product	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iPRD PV-DC
Nombre corto del dispositivo	IPRD PV-DC
Tipo de producto o componente	Limitador de sobretensiones con cartucho enchufable
Número de polos	2P
Tipo de salida	Contacto (sin tensión)
Composición de contactos de señalización	1 SD (1 C/O)
Tipo de limitador de sobretensiones	Red de distribución eléctrica
[Uoc] tensión de circuito abierto	833 V

Complementario

Tipo y clase de limitador de sobretensiones	Tipo 2
Tecnología de limitador de sobretensiones	MOV
[Ue] Tensión nominal de empleo	1000 V +/- 10 % CC
[In] nominal discharge current	15 kA
[Imax] maximum discharge current	40 kA
[Ucpv] maximum continuous operating voltage	Modo diferencial, estado 1 1000 V L+/L- Modo común, estado 1 1000 V L+/PE Modo común, estado 1 1000 V L-/PE
[Up] nivel de protección de tensión	Modo común <3,9 kV tipo 2 L+/PE Modo común <3,9 kV tipo 2 L-/PE Modo diferencial <3,9 kV tipo 2 L+/L-
Tipo de dispositivo seccionador	Integrated disconnector
Señalizaciones en local	Blanco/rojo bandera
Tensión del circuito de señalización	CA, estado 1 250 V 50/60 Hz
Corriente salida señal.	0.25 A

Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	6
Altura	85 mm
Anchura	54 mm
Profundidad	69 mm
Peso del producto	400 g
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9003)
Tiempo de respuesta	<= 25 ns
Conexiones - terminales	Terminal tipo túnel 2,5...25 mm ² rígido Terminal tipo túnel 2,5...16 mm ² Flexible Borne 2,5...16 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm
Par de apriete	3,5 N.m

Entorno

Normas	EN 50539-11:2013 UTE C 61740-51
Certificaciones de producto	CE
Grado de protección IP	En cara frontal, estado 1 IP40 En terminal, estado 1 IP20
Grado de protección IK	IK03
Humedad relativa	5...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Packing Units

Peso del empaque (Lbs)	0,383 kg
Paquete 1 Altura	0,700 dm
Paquete 1 ancho	0,540 dm
Paquete 1 Longitud	0,850 dm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Conext Battery Monitor

Battery bank monitoring with
battery string health detection.



Product at a glance

Conext™ Battery Monitor indicates hours of battery-based runtime and determines battery bank state of charge. It shares key battery bank parameters with Conext™ Pro and XW+ inverter/chargers improving overall system performance of 24 V and 48 V battery banks. Detecting battery string imbalance is determined using innovative mid-point sensing technology providing time to address the issue before performance is significantly impacted.

Conext™ Battery Monitor features built-in data logging and a local display to selectively show the voltage, current, consumed amp-hours, remaining capacity, and remaining hours. The same information and battery bank data is reported by Conext™ Gateway and distributed to other Conext devices such as XW Pro or XW+ inverter chargers, MPPT Solar Charge Controllers, Automatic Generator Start module, and System Control Panel via Xanbus™ network connectivity, enhancing performance of the overall system.

Industrial and telecom customers can integrate Conext™ Battery Monitor with energy management systems over Modbus RS485.

Why choose Conext Battery Monitor?

Higher return on investment

- Get the most out of battery-based Conext inverter/charger systems
- Clearly understand hours of available battery-based autonomy
- Detect imbalance between battery strings before it becomes an issue

Designed for reliability

- Extensive quality and reliability testing
- Highly Accelerated Life Testing (HALT)

Flexible

- Stand-alone application or integration with Conext™ XW Pro or XW+ inverter charger systems
- Enables state of charge triggers for AGS module control of diesel generators
- Enables balancing of multi-battery bank systems for large clustered Conext XW+ inverter/charger systems

Easy to service

- Remotely monitor, troubleshoot, or upgrade firmware with Conext Gateway
- Built-in data logger

Easy to install

- Wall-mount, DIN-rail mount, panel mount
- RJ45 connections for Xanbus network and battery signals
- Configure with front-panel buttons, Conext™ Gateway, or RS485 Modbus

Product applications



Backup power



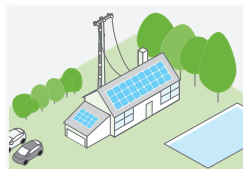
Residential grid-tie solar
with backup power



Off-grid solar



Community electrification



Self-consumption

Device short name	Conext™ Battery Monitor
Electrical specifications	
Supply voltage	18 – 66 Vdc
Supply current (backlight off, logging-disabled)	80 mA @ VIN=48 Vdc, 150 mA @ VIN=24 Vdc
Input voltage range	0 – 70 Vdc
Input current range	-9999 – +9999 A
Battery capacity range	20 – 10,000 Ah
Operating temperature range	-20 – +50 °C
Displayed increments	
Voltage	0 – 70 V (0.01 V)
Current	0 – 200 A/200 – 9999 A (0.1 A/1 A)
Amp-hours	0 – 200 Ah/200 – 99990 Ah (0.1 Ah/1 Ah)
State of charge	0 – 100% (0.1%)
Time remaining	0 – 24 hrs/24 – 240 hrs (1 min/1 hr)
Temperature	-20 to +50 °C (0.1 °C)
Accuracy	
Voltage measurement	+/- 0.3%
Current measurement	+/- 0.4%
Features	
Network	Protocol: Xanbus/Connectors: RJ45
USB 2.0	Protocol: MSD (data extraction) Connector: USB mini-B
Modbus	Isolated RS-485, 2-wire serial
Data logging	10 data points every 10 mins for 10 years
Display	Backlight LCD
Front-panel interface	3 menu buttons, 1 power button
Battery string imbalance detection	Two point sensing
Temperature sensor(included)	762 cm
Warranty	Please refer to our website, SEsolar.com for the latest version of the warranty statement.
General specifications	
Product dimensions (H x W x D)	8.5 x 8.5 x 9.0 cm (3.3 x 3.3 x 3.5 in)
Product/shipping weight	0.2 kg (0.4 lb)/1.95 kg (4.3 lb)
Mounting options	Panel-mount, wall-mount, DIN rail: 35 mm
IP rating/location	IP 20, NEMA 1, indoor only
Storage temperature range	-30 – +70 °C
Part number	865-1080-01
Battery interface kit with shunt (included)	
Connection to battery	300 cm cable with ring terminals
Connection to battery monitor	500 cm CAT5 cable RJ45
Shunt	500 A/50 mv
Regulatory approvals	
Markings	CE, RCM, UL, CSA
Safety	IEC/EN62109-1, UL1741, CSA 107.1
EMC	Directive 2004/108/EC, IEC/EN61000-6-3, IEC/EN61000-6-1, FCC Part 15 Class B, Industry Canada ICES-003 Class B
Compatible products part numbers	
Conext XW Pro (120/240 V)	XW Pro 6848 NA: 865-6848-21
Conext XW+ (230 V)	XW 8548 E: 865-8548-61
Conext XW+ (120/240 V)	XW 6848 NA: 865-6848-01
Conext SW (230 V)	SW 4024: 865-4024-55 / SW 4048: 865-4048-55
Conext SW (120 V)	SW 4024: 865-4024-21 / SW 4048: 865-4048-21
Conext MPPT 80 600	865-1032
Conext MPPT 60 150	865-1030-1
Conext Gateway	865-0329
Conext System Control Panel	865-1050
Conext Automatic Generator Start	865-1060
Conext Configuration Tool	865-1155-01

BATTERY-BOX PREMIUM LVS

- Escalable desde 4 kWh hasta 256 kWh
- Máxima Flexibilidad para cualquier Aplicación que permite Conexión en Paralelo de has 64 módulos
- Compatible con Inversores Líderes en el Mercado Mono y Trifásicos
- Libre de Cobalto. Litio Fosfato de Hierro (LFP): Máxima Seguridad, Ciclos de Vida y Potencia
- Capacidad Back-Up de Alta Potencia y trabajar Off-Grid
- Diseño Pulgín Patentado sin cables internos
- Óptima para Aplicaciones Residenciales y Comerciales



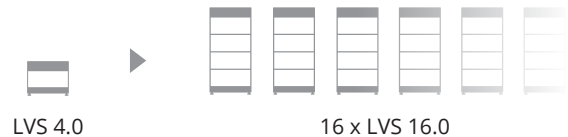
BATTERY-BOX PREMIUM LVS

- 4 kWh por módulo
- Diseño Modular que Simplifica Transporte e Instalación

BYD Battery-Box Premium LVS es una batería de litio fosfato de hierro (LFP) para ser utilizada en combinación con un inversor compatible. Un sistema Battery-Box Premium LVS contiene desde 1 hasta 6 módulos en una misma torre para ir desde 4 kWh hasta 24 kWh de capacidad útil:

- Battery-Box LVS 4.0 (4 kWh)
- Battery-Box LVS 8.0 (8 kWh)
- Battery-Box LVS 12.0 (12 kWh)
- Battery-Box LVS 16.0 (16 kWh)
- Battery-Box LVS 20.0 (20 kWh - configuración una torre)
- Battery-Box LVS 24.0 (24 kWh - configuración una torre)

Conecta hasta 16 Battery-Box LVS en paralelo para alcanzar 256 kWh. Es posible ampliar módulos en una única torre hasta 6 módulos o conectar torres en paralelo con un máximo de 4 módulos por torre.



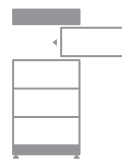
FLEXIBLE, EFICIENTE, SIMPLE



Conexión Plugín
Sin cables internos



4 - 256 kWh
Capacidad Diseñada para Cada Aplicación









Ampliación en Cualquier Momento
Sencilla Adaptación a Necesidades Futuras



Alta Potencia
Potencia para Cada Aplicación

PARÁMETROS TÉCNICOS PREMIUM LVS

						
	LVS 4.0	LVS 8.0	LVS 12.0	LVS 16.0	LVS 20.0	LVS 24.0
Módulo	LVS (4 kWh, 51.2 V, 45 kg)					
Número de módulos	1	2	3	4	5	6
Energía Utilizable [1]	4 kWh	8 kWh	12 kWh	16 kWh	20 kWh	24 kWh
Máx. Corriente de Salida [2]	65 A	130 A	195 A	250 A	250 A	250 A
Corriente de salida pico [2]	90 A, 5 s	180 A, 5 s	270 A, 5 s	360 A, 5 s	360 A, 5 s	360 A, 5 s
Dimensiones (H/W/D)	478 x 650 x 298 mm	711 x 650 x 298 mm	944 x 650 x 298 mm	1177 x 650 x 298 mm	1410 x 650 x 298 mm	1643 x 650 x 298 mm
Peso	64 kg	109 kg	154 kg	199 kg	244 kg	289 kg
Voltaje Nominal	51.2 V					
Voltaje Operativo	40-57.6 V					
Temperatura Operativa	-10 °C to +50°C					
Tecnología de Celda	Litio Fosfato de Hierro (libre de Cobalto)					
Comunicación	CAN / RS485					
Protección IP	IP55					
Eficiencia Ida/Vuelta	≥95%					
Escalabilidad [3]	Máx. 64 en paralelo (256 kWh)				configuración una torre	
Certificados	VDE2510-50 / IEC62619 / CE / CEC / UN38.3					
Aplicaciones	ON Grid / ON Grid + Backup / OFF Grid					
Garantía [4]	10 Años					
Inversores Compatibles	Consulte la Lista de Configuración Mínima de Battery-Box Premium LVS					

[1] Energía Utilizable en CC. Condiciones de Test: 100% DO, 0.2C carga & descarga a 25°C. La energía utilizable puede variar con el inversor que se utilice

[2] Derating de corriente de carga ocurre desde -10°C a +5°C

[3] Configuración de torres en paralelo está disponible con un máximo de 4 módulos por torre. LVS 20.0 y LVS 24.0 están disponible para configuración tan sólo en una torre individual.

[4] Aplican condiciones. Consulte la Carta de Garantía de BYD Battery-Box Premium



Hoja de características del producto

Características

A9N61519

miniature circuit breaker - C60H - 1 pole - 63 A - C curve



Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 C60H-DC
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	C60H-DC
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	1P
Número de polos protegidos	1
[In] Corriente nominal	63 A en 25 °C
Tipo de red	CC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	10 kA Icu en 220 V CC acorde a EN 60947-2 10 kA Icu en 220 V CC acorde a IEC 60947-2 6 kA Icu en 250 V CC acorde a EN 60947-2 6 kA Icu en 250 V CC acorde a IEC 60947-2 20 kA Icu en 110 V CC acorde a EN 60947-2 20 kA Icu en 110 V CC acorde a IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A acorde a EN 60947-2 Categoría A acorde a IEC 60947-2
Poder de seccionamiento	Sí acorde a IEC 60947-2 Sí acorde a EN 60947-2

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	250 V CC
[Ics] poder de corte en servicio	15 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 110 V CC 15 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 110 V CC 4,5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 250 V CC 4,5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 250 V CC 7,5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 220 V CC

7,5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 220 V CC

[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CC acorde a IEC 60947-2 500 V CC acorde a EN 60947-2
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a EN 60947-2 6 kV conforming to IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación de encendido/apagado
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN simétrico de 35 mm
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Arriba o abajo, estado 1 Estándar
Pasos de 9 mm	2
Peso del producto	0,128 kg
Color	White
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	6000 cycles 250 V DC
Preparado para candado	Con candado
Descripción de las opciones de bloqueo	En posición O
Par de apriete	Circuito de alimentación, estado 1 2,5 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Sin

Entorno

Normas	EN 60947-2 IEC 60947-2
Grado de contaminación	3 acorde a EN 60947-2 3 conforming to IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 conforming to IEC 60068-2
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Packing Units

Peso del empaque (Lbs)	0,129 kg
Paquete 1 Altura	0,700 dm
Paquete 1 ancho	0,180 dm
Paquete 1 Longitud	0,750 dm

Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------
