

Optimización del consumo fotovoltaico

Guía

Pablo Hernández-Cruz, Eider de la Cruz, Juan Carlos Ausín

Grupo ENEDI de la Universidad del País Vasco UPV/EHU

Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco

Fundación ZUBIGUNE

2023



©

ALOKABIDE | Sociedad pública dependiente del Gobierno Vasco para el desarrollo de la función social de la vivienda a través de la política de alquiler

EDITA:

ALOKABIDE, Sociedad Pública de Alquiler de vivienda protegida del Gobierno Vasco
Departamento de Planificación Territorial, Vivienda y Transportes del Gobierno Vasco

Portal de Gamarra 1A, 2ª planta (Edificio el Boulevard) 01013 Vitoria-Gasteiz

araba@alokabide.eus | bizkaia@alokabide.eus | gipuzkoa@alokabide.eus

www.alokabide.eus

www.euskadi.eus/gobierno-vasco/departamento-medio-ambiente-planificacion-territorial-vivienda/

EDICIÓN:

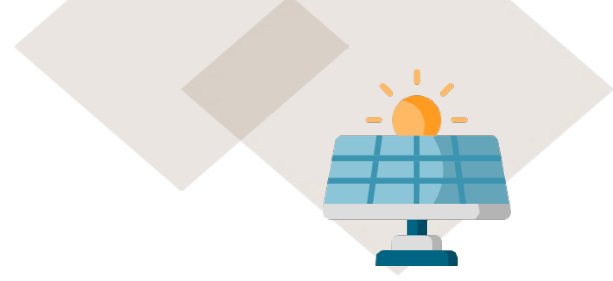
Diciembre 2023

CONTENIDO:

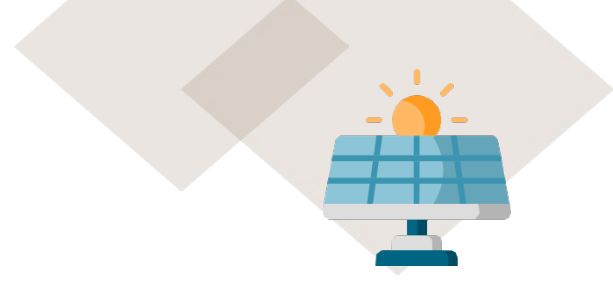
Este documento ha sido elaborado por ALOKABIDE.



Los contenidos de este documento, en la presente edición, se publican bajo la licencia: Reconocimiento – No comercial – Sin obras derivadas 3.0 Unported de Creative Commons (más información http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es_ES)



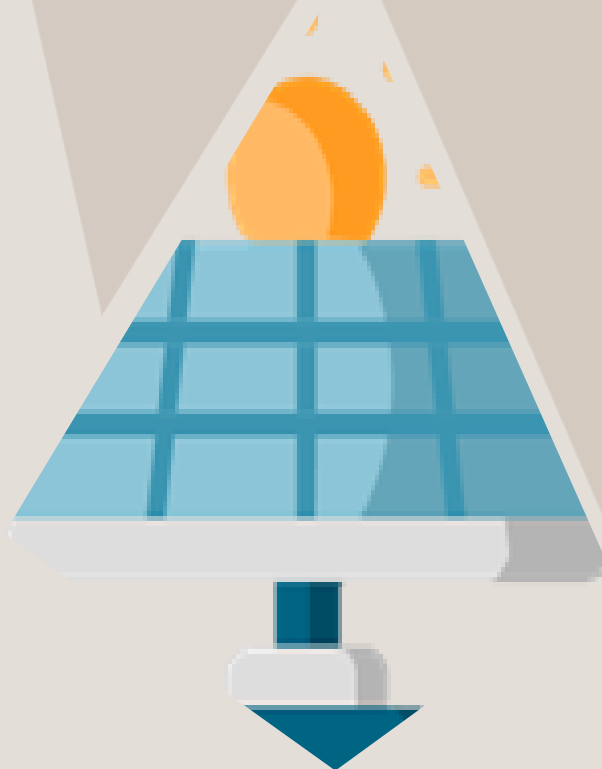
1. Introducción.....	4
2. Contextualización.....	7
3. Perfiles de consumo eléctrico.....	11
3.1 Criterios de selección para la obtención de los perfiles	12
3.1.1. Zonas climáticas de Euskadi:.....	12
3.1.2. Grupos de eficiencia energética:.....	13
3.1.3. Número de personas inquilinas por vivienda:.....	14
3.1.4. Tipo de instalación de calefacción y ACS:.....	14
3.1.5. Vector energético de la calefacción y ACS:.....	14
3.2 Recopilación de datos e información relevante	17
3.3 Perfiles de consumo	21
4. Cálculo de producción fotovoltaica.....	24
4.1 Variables que afectan al dimensionado de la instalación	25
4.1.1. Ubicación del edificio	25
4.1.2. Superficie disponible para la instalación de paneles	26
4.1.3. Orientación e inclinación posibles para la instalación de los paneles fotovoltaicos.....	28
4.2 Cálculo de la producción solar fotovoltaica.....	31
5. Modalidades de autoconsumo	33
5.1 Consideraciones previas	34
5.2 Alternativa 1: Autoconsumo con compensación de excedentes.....	35
5.2.1. Procedimiento administrativo	37
5.3 Alternativa 2: Autoconsumo con baterías	38
5.4 Alternativa 3: Venta directa a red.....	40
5.5 Casos particulares: instalaciones existentes	42
5.5.1. Instalaciones realizadas con anterioridad al Real Decreto 244/2019.....	42
5.5.2. Modificación de instalaciones una vez finalizadas y tramitadas con el RD 244/2019	43
5.5.3. Ampliación de instalaciones una vez finalizadas y tramitadas bajo el RD 244/2019	44
5.6 Resumen: la instalación paso a paso	45
5.6.1. Diseño de la instalación	45
5.6.2. Permisos de Acceso y Conexión y Avales o garantías.....	45
5.6.3. Autorizaciones ambientales y de salud pública	45
5.6.4. Autorización administrativa previa y de construcción	45
5.6.5. Licencia de obras e impuesto de construcciones y obras (ICIO).....	45
5.6.6. Ejecución de las instalaciones	46
5.6.7. Inspección inicial e inspecciones periódicas	46

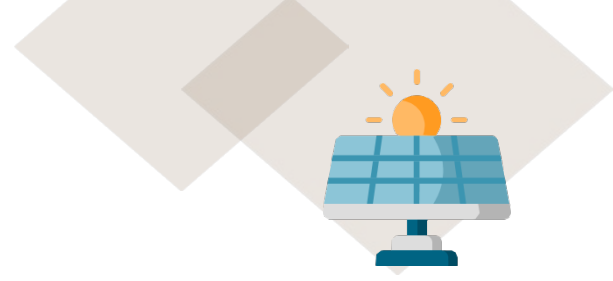


Índice

5.6.8.	Certificados de instalación y/o certificados fin de obra	46
5.6.9.	Autorización de la instalación	46
5.6.10.	Contrato de acceso para la instalación	46
5.6.11.	Contrato de suministro de energía para servicios auxiliares	46
5.6.12.	Licencia de actividad	46
5.6.13.	Acuerdo de reparto y contrato de compensación de excedentes	47
5.6.14.	Inscripción en el Registro Autonómico de autoconsumo	47
5.6.15.	Inscripción en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica.....	47
5.6.16.	Inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica (RAIPRE)	47
5.6.17.	Contrato de representación en mercado para venta de energía	47
6.	Aplicación web	50
6.1	VARIABLES DE ENTRADA.....	51
6.1.1.	Ubicación	51
6.1.2.	Número de viviendas	51
6.1.3.	Área de cubierta.....	51
6.1.4.	Orientación.....	52
6.1.5.	Inclinación del panel.....	52
6.1.6.	Consumo anual	52
6.1.7.	Perfil de persona usuaria	53
6.1.8.	Baterías.....	53
6.2	PREMISAS CONSIDERADAS/CRITERIOS ADOPTADOS	55
6.2.1.	Características del panel solar fotovoltaico	55
6.2.2.	Número de horas anuales	55
6.2.3.	Diferencias invierno-verano.....	55
6.2.4.	Aspectos económicos	56
6.2.5.	Aprovechamiento de la cubierta.....	57
6.2.6.	Diferentes escenarios de potencia instalada en la cubierta.....	58
6.2.7.	Reparto energía entre las viviendas.....	58
6.2.8.	Estimación consumos de energía	58
6.3	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	60
6.3.1.	Análisis del consumo eléctrico	60
6.3.2.	Análisis de la energía fotovoltaica	61
6.3.3.	Análisis económico	62
7.	Normativa de aplicación	65
8.	Referencias	70
9.	Equipo de diseño.....	72

1. Introducción





1. Introducción

Las Directivas Europeas 2010/31/UE[1] y 2012/27/UE[2], relativas a la eficiencia energética, indican que los edificios representan el 40 % del consumo de energía final de la Unión Europea, por ello la reducción del consumo de energía y el uso de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la edificación son vitales para limitar la dependencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero.

A nivel nacional, en España, los edificios son responsables del 40% de las emisiones de CO2 y del 30% del consumo energético[3].

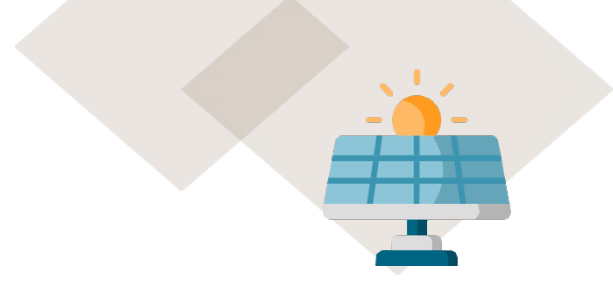
En este sentido, la Comisión Europea ha adoptado un conjunto de propuestas para adaptar las políticas de la UE sobre clima, energía, transporte y fiscalidad (Pacto Verde Europeo)[4] al objetivo de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en al menos un 55 % de aquí a 2030, en comparación con los niveles de 1990.

Los edificios de **nueva construcción deberán ser cero emisiones para el año 2030** y en el caso de los edificios públicos, el plazo es hasta 2027.

Los parámetros de eficiencia requerirán una reducción drástica de las emisiones de carbono en la fase de uso. Los **edificios antiguos** tendrán la obligación de **reducir sus emisiones en un 55% y su consumo energético en un 40% para 2030**. Por tanto, la rehabilitación integral será tan importante para la descarbonización como la construcción de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

Uno de los principales objetivos del **Zero Plus**, alineado completamente con los requisitos de la Unión Europea, es conseguir la **descarbonización del parque de viviendas público de alquiler**. Para ello, la energía solar fotovoltaica jugará un papel de vital importancia, por su gran potencial y por las condiciones normativas tan favorables en la actualidad para su aprovechamiento.

Para implementar esta energía en las viviendas de alquiler social, se debe realizar un análisis de diferentes aspectos: por un lado, se debe valorar y cuantificar el potencial fotovoltaico del parque edificatorio público existente de alquiler social, por otro lado, evaluar las diferentes opciones técnicas existentes en el mercado; y, por último, se debe aclarar el procedimiento administrativo y las diferentes modalidades que giran en torno al aprovechamiento de la energía fotovoltaica en el sector residencial.

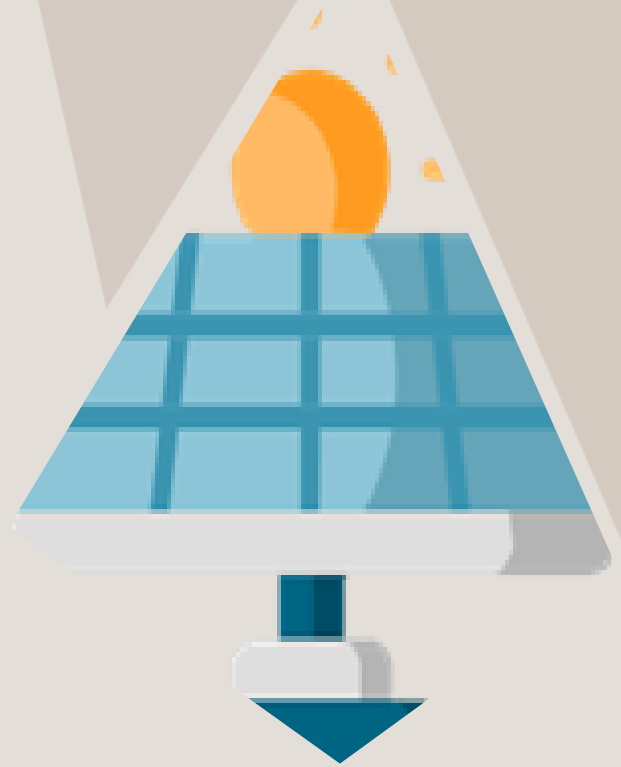


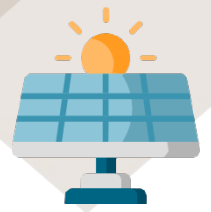
1. Introducción

Por ello, desde el marco del **Zero Plus**, dentro del **Grupo Habitar**, se ha establecido una **línea de trabajo LH3.2**, titulada “**Optimización del autoconsumo fotovoltaico**”.

El objetivo de esta línea de trabajo es explorar y analizar, tanto desde el punto de vista técnico-económico como desde el punto de vista administrativo, las diferentes modalidades de producción y autoconsumo fotovoltaico, tanto existentes en el marco actual como nuevas fórmulas que puedan encajar en el esquema de viviendas de alquiler social, con la reto de conseguir la descarbonización de los edificios y por consiguiente, la obtención de ahorros en consumos de energía y reducción de las correspondientes emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

2. Contextualización





2. Contextualización

La publicación del **Real Decreto 244/2019**[5] , de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, trae consigo un nuevo escenario en el cual, la energía solar fotovoltaica tiene un gran potencial de uso y aprovechamiento, mucho mayor del que tenía hasta la fecha.

Los principales cambios y aportaciones de esta nueva normativa, son:

Derogación del “impuesto al sol”

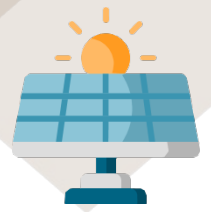
El impuesto al sol, establecido en el RD 900/2015, y que técnicamente se definía como cargo transitorio por energía auto consumida, consistía en un peaje de respaldo que se aplicaba a la energía generada mediante el uso de instalaciones fotovoltaicas. Por ello, la persona consumidora debía pagar los impuestos correspondientes por la electricidad que produjese su sistema de autoconsumo solar. En 2018 fue derogado, al entenderse que constituía más una traba que una facilidad a la hora de promulgar el uso de las instalaciones de tecnología solar fotovoltaica.

Modalidad de autoconsumo colectivo

La definición de autoconsumo colectivo que establece el RD 244/2019, es la siguiente: "Autoconsumo colectivo: Se dice que un sujeto consumidor participa en un autoconsumo colectivo cuando pertenece a un grupo de varios consumidores que se alimentan, de forma acordada, de energía eléctrica que es proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos."

Para ello han de cumplirse una serie de requisitos:

- Los integrantes deben estar conectados al mismo centro de transformación.
- La energía debe ser de Baja Tensión (BT).
- Los participantes no pueden situarse a más de 500 metros de la planta fotovoltaica.



2. Contextualización

- Las personas usuarias y el sistema de producción deberán estar registrados en la misma referencia catastral.

Diferentes configuraciones de autoconsumo: con y sin excedentes

Las modalidades habilitadas para el autoconsumo (individual y colectivo) que se recogen en el RD 244/2019 son:

- **Autoconsumo sin excedentes:** cuando existe un acuerdo entre los participantes para que la instalación fotovoltaica cuente con un sistema anti vertido, que impedirá que los excedentes vayan a la red eléctrica.
- **Autoconsumo con excedentes acogido a compensación:** una modalidad mediante la cual los participantes reciben una compensación económica en forma de descuento en su factura final (con periodo de un mes).
- **Autoconsumo con excedentes no acogida a compensación:** no permite que los participantes obtengan el descuento en la factura, pero sí que se venden los excedentes al mercado eléctrico.

Una vez analizadas las diferentes configuraciones de autoconsumo que permite el RD, y, teniendo en cuenta las características de gestión del parque de viviendas de ALOKABIDE, se ha propuesto la elección de las siguientes alternativas para su posterior desarrollo y estudio:

- **Alternativa 1:** Autoconsumo colectivo con compensación de excedentes a personas inquilinas y/o a ALOKABIDE
- **Alternativa 2:** Autoconsumo con almacenamiento en baterías
- **Alternativa 3:** Venta directa a red de la producción fotovoltaica

Para poder determinar que modalidad/alternativa es más adecuada y beneficiosa en cada caso, es importante conocer el perfil de consumo eléctrico de los/as consumidores/as o usuarios/as de dicha instalación fotovoltaica. Posteriormente, se ha analizado cada caso desde un punto de vista administrativo y técnico.



2. Contextualización

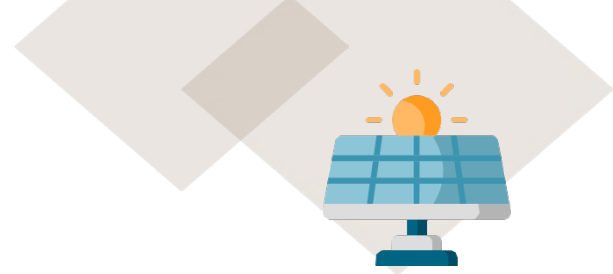
Se han obtenido los consumos eléctricos de las personas usuarias de ALOKABIDE, para establecer diferentes **perfiles de consumo eléctrico** en base a datos de consumo reales, y, de manera adicional, se han complementado con perfiles estadísticos para poder abarcar toda la casuística de los diferentes perfiles de consumo.

De forma paralela a los perfiles de consumo eléctrico, también se debe conocer el **potencial fotovoltaico de un edificio**. De este modo, se ha establecido una metodología de cálculo estandarizada y fiable para conocer el potencial fotovoltaico en un edificio determinado. El análisis ha considerado también, si la instalación fotovoltaica se ubica en un edificio de obra nueva, en un edificio existente o si forma parte de una rehabilitación.

El perfil de consumo eléctrico y el potencial fotovoltaico de los edificios, son las entradas necesarias para poder realizar los cálculos y estimaciones que determinarán que modalidad es la mejor para cada caso.

3. Perfiles de consumo eléctrico





3. Perfiles de consumo eléctrico

¿Qué tipo de consumo eléctrico tienen los usuarios/as del parque de viviendas de ALOKABIDE?

El perfil de consumo, en este caso, de energía eléctrica, es una valiosa herramienta de información para conocer cómo se utiliza la energía a lo largo del tiempo dentro de un hogar, bien sean horas, días, semanas o meses. Con este patrón conocido, la instalación fotovoltaica correspondiente puede llegar a dimensionarse con la intención de satisfacer al máximo el perfil de consumo objetivo.

3.1 Criterios de selección para la obtención de los perfiles

El consumo eléctrico de las viviendas depende de muchos factores, tanto técnicos como socioeconómicos. Para aprovechar el máximo del potencial fotovoltaico en un edificio de viviendas de alquiler social, no solo es importante, sino que resulta necesario conocer el perfil de consumo eléctrico de las personas usuarias.

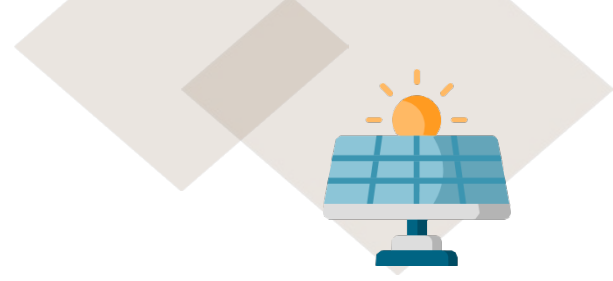
En este sentido, se ha tratado de recopilar y analizar los consumos reales de una muestra representativa de los/as usuarios/as del parque de viviendas de ALOKABIDE. Para seleccionar las viviendas que han compuesto la muestra representativa se han utilizado los siguientes parámetros que, a priori, influyen en el consumo eléctrico de los/as usuarios/as:

3.1.1. Zonas climáticas de Euskadi:

Las condiciones meteorológicas afectan de manera directa al consumo de energía que se hace en los hogares. Si bien, la Comunidad Autónoma del País Vasco se encuentra ubicada en el norte de la península, dentro de su territorio se pueden identificar diferencias significativas en cuanto a climatología se refiere.

Por este motivo, y de acuerdo a la clasificación climática realizada por el EVE[6], se establecen **3 zonas diferentes**: costera, fría e intermedia.

En la zona fría, por ejemplo, el consumo de energía destinada para calefacción será mayor que en las otras dos zonas, costera e intermedia, debido a la severidad del periodo invernal.



3. Perfiles de consumo eléctrico

Figura 1. Zonas climáticas de Euskadi (Fuente: EVE)

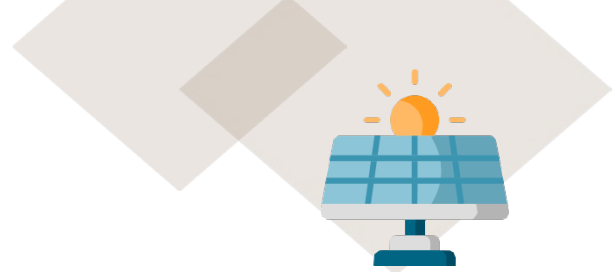


3.1.2. Grupos de eficiencia energética:

La calificación energética de los edificios clasifica a los mismos en función del consumo de energía, normalmente consumo de energía primaria no renovable (CEPNR) y emisiones de CO₂ que tienen, que dependen de las características de la envolvente térmica de esos edificios y la tipología de instalaciones de las que constan. La escala se ordena mediante letras, con un total de 7, siendo la letra A la más eficiente y la letra G la que menos.

Atendiendo a la calificación energética del edificio, se establecen **3 grupos** según la letra del CEPNR: letras A-B, letras C-D y letras E-F-G.

Por ejemplo, un edificio con calificación energética B, tendrá menor demanda de CEPNR que uno con calificación energética D.



3. Perfiles de consumo eléctrico

3.1.3. Número de personas inquilinas por vivienda:

Por un lado, existe un consumo de energía fijo en cada vivienda, como puede ser el destinado a los electrodomésticos. Por otro lado, hay un consumo directamente relacionado al número de personas que habitan en esa vivienda, considerando mismos patrones de uso para todas las personas.

Se establecen **2 grupos** dependiendo del número de personas inquilinas en cada vivienda: 2 o menos inquilinos/as por viviendas y un segundo grupo que sería para 3 o más inquilinos/as por vivienda.

Por ejemplo, una vivienda con una sola persona inquilina, normalmente, tendrá un consumo de energía asociado a las personas menor que el de una vivienda donde viven 5 personas. Considerando usos similares de energía.

3.1.4. Tipo de instalación de calefacción y ACS:

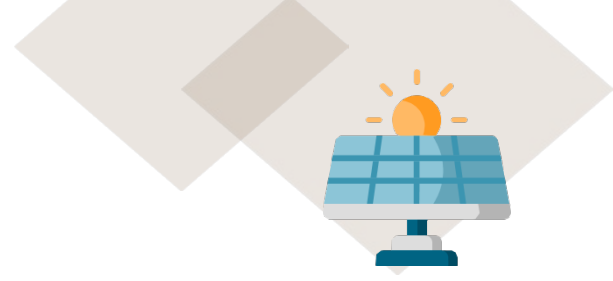
Para satisfacer las demandas de calefacción, refrigeración (si fueses necesaria) y agua caliente sanitaria (ACS) en los edificios, es necesario disponer de equipos que suministren energía. A ese equipo o conjunto de equipos que tienen esa finalidad se les conoce como instalaciones (térmicas). En función de su configuración dentro del propio edificio, se pueden clasificar y distinguir en **2 grupos**: instalaciones centralizadas e individuales.

Por ejemplo, un edificio que consta de calderas individuales en cada vivienda para satisfacer las demandas de ACS y calefacción vs un edificio que consta de una única caldera de gran potencia comunitaria.

3.1.5. Vector energético de la calefacción y ACS:

Las instalaciones pueden usar uno o más combustibles en función de la tipología de los equipos que los compongan.

Se establecen **dos grupos** en función de si el combustible principal es eléctrico o no eléctrico (Gas Natural, Gasóleo, etc.).



3. Perfiles de consumo eléctrico

Por ejemplo, una vivienda con una configuración de tipo de instalación individual puede contar con un termo eléctrico para el suministro de ACS o por el contrario con una caldera de gas natural para la misma finalidad.

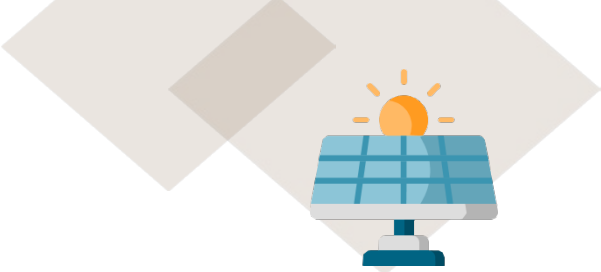
En la Tabla 1 se muestran los parámetros indicados anteriormente que se utilizarán para elaborar la muestra representativa de viviendas de alquiler social.

Tabla 1. Factores y grupos de selección.

FACTORES	GRUPOS
Zonas climáticas de Euskadi	Costera
	Intermedia
	Fría
Grupos Eficiencia energética	Letras A-B
	Letras C-D
	Letras E-F-G
Número de inquilinos/as por vivienda	2 o menos (≤ 2)
	3 o más (≥ 3)
Tipo instalación calefacción y ACS	Individual
	Colectiva
Vector energético	Eléctrico
	Otro combustible

De acuerdo con los criterios de selección de las viviendas descritos anteriormente y combinando todas las variables determinadas, se obtienen un total de **72 posibles casos** de estudio. En colaboración directa con ALOKABIDE se realiza la búsqueda del mayor número de viviendas que cumplan con los requisitos establecidos, y que pudieran ser accesibles para recopilar la información requerida.

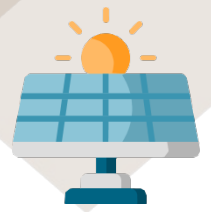
El resultado final, es, que se determinaron un total de **33 viviendas** que satisfacían todos los criterios establecidos, de las cuales se **obtendrán los perfiles tipo** de consumo de energía eléctrica de las personas usuarias de alquiler social gestionadas por ALOKABIDE. En la Figura 2 se muestra la lista de las 33 viviendas seleccionadas para la obtención de sus consumos de energía eléctrica.



3. Perfiles de consumo eléctrico

Figura 2. Zonas climáticas de Euskadi (Fuente: EVE)

Nº	Zona Radiación	Calificación energética	Nº de inquilinos	Instalación HVAC	Tipo HVAC	Código
1	Zona Costera	A-B	2 ó menos	Centralizada	Eléctrico	ZonaC-AB-2-C-EI
2	Zona Costera	A-B	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaC-AB-2-C-No
3	Zona Costera	A-B	3 ó más	Centralizada	Eléctrico	ZonaC-AB-3-C-EI
4	Zona Costera	A-B	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaC-AB-3-C-No
5	Zona Costera	C-D	2 ó menos	Individual	Eléctrico	ZonaC-CD-2-I-EI
6	Zona Costera	C-D	2 ó menos	Individual	No eléctrico	ZonaC-CD-2-I-No
7	Zona Costera	C-D	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaC-CD-2-C-No
8	Zona Costera	C-D	3 ó más	Individual	Eléctrico	ZonaC-CD-3-I-EI
9	Zona Costera	C-D	3 ó más	Individual	No eléctrico	ZonaC-CD-3-I-No
10	Zona Costera	C-D	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaC-CD-3-C-No
11	Zona Costera	E-F-G	2 ó menos	Individual	No eléctrico	ZonaC-EFG-2-I-No
12	Zona Costera	E-F-G	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaC-EFG-2-C-No
13	Zona Costera	E-F-G	3 ó más	Individual	No eléctrico	ZonaC-EFG-3-I-No
14	Zona Costera	E-F-G	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaC-EFG-3-C-No
15	Zona Intermedia	A-B	2 ó menos	Individual	No eléctrico	ZonaI-AB-2-I-No
16	Zona Intermedia	A-B	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-AB-2-C-No
17	Zona Intermedia	A-B	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-AB-2-C-No
18	Zona Intermedia	A-B	3 ó más	Individual	No eléctrico	ZonaI-AB-3-I-No
19	Zona Intermedia	A-B	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-AB-3-C-No
20	Zona Intermedia	A-B	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-AB-3-C-No
21	Zona Intermedia	C-D	2 ó menos	Individual	No eléctrico	ZonaI-CD-2-I-No
22	Zona Intermedia	C-D	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-CD-2-C-No
23	Zona Intermedia	C-D	3 ó más	Individual	No eléctrico	ZonaI-CD-3-I-No
24	Zona Intermedia	C-D	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-CD-3-C-No
25	Zona Intermedia	E-F-G	2 ó menos	Individual	No eléctrico	ZonaI-EFG-2-I-No
26	Zona Intermedia	E-F-G	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-EFG-2-C-No
27	Zona Intermedia	E-F-G	3 ó más	Individual	No eléctrico	ZonaI-EFG-3-I-No
28	Zona Intermedia	E-F-G	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaI-EFG-3-C-No
29	Zona Fría	A-B	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaF-AB-2-C-No
30	Zona Fría	A-B	3 ó más	Centralizada	No eléctrico	ZonaF-AB-3-C-No
31	Zona Fría	C-D	2 ó menos	Centralizada	No eléctrico	ZonaF-CD-2-C-No
32	Zona Fría	E-F-G	2 ó menos	Individual	No eléctrico	ZonaF-EFG-2-I-No
33	Zona Fría	E-F-G	3 ó más	Individual	No eléctrico	ZonaF-EFG-3-I-No



3. Perfiles de consumo eléctrico

3.2 Recopilación de datos e información relevante

Una vez realizada la fase de selección de las viviendas tipo, el siguiente paso consiste en recopilar y recabar los datos de consumo de energía eléctrica de dichas viviendas, además de información adicional que pudiera ayudar a la interpretación y elaboración de los perfiles de consumo.

Como primer paso, **se avisó a las personas inquilinas** de todas las viviendas seleccionadas mediante diferentes medios: email, SMS, WhatsApp y carta postal. El objetivo era darles a conocer la naturaleza y objeto del análisis, y **pedirles su colaboración** para poder obtener permiso a acceder a sus datos de consumo. Los consumos de energía pueden obtenerse mediante diferentes medios (a través de la comercializadora eléctrica, plataformas externas creadas para tal fin, etc.) pero siempre se ha de tener el **consentimiento del titular del consumo**, además de su documento identificativo, ya sea DNI, pasaporte o NIE.

El contenido del mensaje enviado se muestra a continuación:

“Estimada/o arrendataria/o,

Es compromiso de ALOKABIDE dar pasos para reducir los consumos de energía en los edificios que gestiona en alquiler público, buscando como resultado final el ayudaros a todas/os a reducir los costes mensuales de vuestra factura de energía.

Para ello, vamos a realizar un estudio de los consumos de energía actuales y necesitamos de su ayuda, para conocer realmente el comportamiento de las viviendas y el funcionamiento de las instalaciones. Este estudio:

- *No tiene coste económico alguno para usted*
- *No genera ningún compromiso adicional con Alokabide*
- *Simplemente es estudiar datos para a futuro intentar hacer mejor las cosas*

Por este motivo, técnicos del Laboratorio del Gobierno Vasco, se personarán en su domicilio para, en menos de 5 minutos, recopilar la información que necesitan para poder realizar el estudio. Le solicitaran:

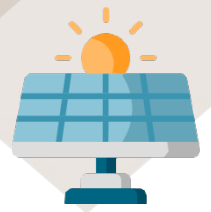
- *una factura de gas y electricidad*
- *DNI de la persona titular del contrato de suministros*
- *autorización para acceder a los datos de consumo.*

Le rogamos que facilite en la medida de sus posibilidades, la realización de este estudio ya que será de gran ayuda en un futuro.

Ante cualquier duda, pregunta o verificación que necesitare, estará a su disposición el teléfono del CALL CENTER

Le agradecemos su colaboración.

Atentamente,”



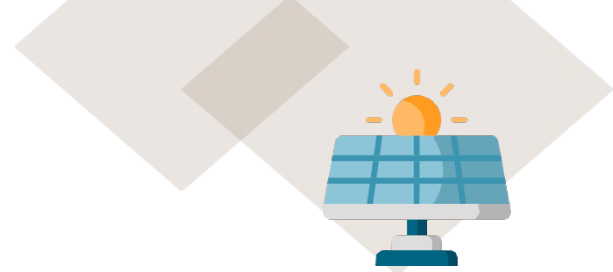
3. Perfiles de consumo eléctrico

La siguiente fase consistió en **contactar telefónicamente** con cada uno de las personas inquilinas, volviéndoles a explicar la naturaleza y objeto del análisis y pidiéndoles colaboración para poder acceder a sus consumos. Mediante este método, casi **la mitad de las viviendas seleccionadas fueron desechadas** de la muestra del estudio, debido a diferentes circunstancias. Los principales motivos para este bajo consumo eran:

- no residían de manera habitual ni continuada en el domicilio
- situación de pobreza energética cuyo consumo es mínimo
- respuesta negativa a la colaboración propuesta
- imposibilidad de realizar contacto telefónico

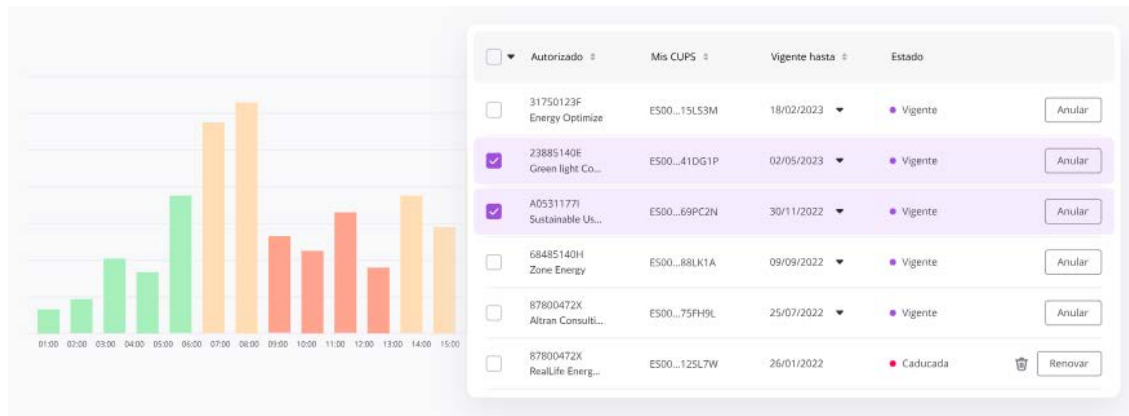
Para los casos en los que sí que se consiguió la colaboración de los inquilinos/as, y por consiguiente se obtuvo los permisos y documentación correspondiente, el siguiente paso fue la descarga del histórico del consumo eléctrico. Para ello, se eligió utilizar la **plataforma de gestión de datos DATADIS**[7], que recopila los consumos energéticos de muchas personas usuarias sin importar la distribuidora que les corresponda. Tal y como se indica en su página web, DATADIS es una plataforma creada e impulsada por las empresas distribuidoras de electricidad española. Las compañías distribuidoras trabajan conjuntamente para contribuir al desarrollo de una adecuada transición energética y transformación digital del sector eléctrico en España y DATADIS es una pieza que suma fuerzas en esa dirección.

Mediante esta plataforma se puede realizar una visualización de los consumos mensuales eléctricos del inquilino/a seleccionado/a (Figura 3), y posteriormente, realizar la descarga de la información en diferentes formatos temporales (mensuales, diarios y/u horarios).



3. Perfiles de consumo eléctrico

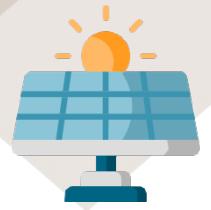
Figura 3. Zonas climáticas de Euskadi (Fuente: EVE)



De manera adicional, y con la finalidad de recabar información útil a la hora de interpretar y analizar los consumos energéticos de las diferentes viviendas, se elaboró una encuesta a rellenar por cada persona inquilina de las viviendas seleccionadas como casos de estudio. A fin de que la encuesta no supusiera mucho inconveniente para las personas inquilinas de las viviendas, se limitó su alcance a 9 preguntas, que sirven para determinar:

- Nº de personas que viven en la vivienda
- Rango de edades de las personas convivientes
- Ocupación habitual de la vivienda
- Tipología de electrodomésticos
- Tipología de calefacción
- Horarios de uso habitual de calefacción
- Tipología de instalación para ACS
- Uso de bañera/ducha semanal
- Percepción personal de la temperatura de la vivienda

Cada una de las preguntas que contiene la encuesta aporta información de utilidad para facilitar el proceso de elaboración de los perfiles de consumo. Aspectos como, disponer de instalaciones eléctricas para el aporte de calefacción o ACS pueden suponer diferencias en el consumo respecto a otra persona inquilina que no disponga de esa tipología de instalaciones de hasta un 60-70%. También tiene relevancia las franjas horarias en las que existe consumo eléctrico en la vivienda, dado que como es



3. Perfiles de consumo eléctrico

lógico, la generación de energía fotovoltaica se produce en las horas centrales del día, cuando hay sol, y el consumo no necesariamente tiene que coincidir en esas horas. En la Figura 4 se muestra la encuesta realizada a los/as inquilinos/as:

Figura 4. Zonas climáticas de Euskadi (Fuente: EVE)

EUSKO JAURLARITZA **GOBIERNO VASCO**

LEKUALDIA PLANTZAZA, ETORBITZA ETA GARBIAN DAHA. Energiaren Kalkulua Kontrolezko Laborategia

DEPARTAMENTO DE PLANNICACIÓN TERRITORIAL, URBANISMO Y TRANSPORTES. Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación

ENCUESTA PARA LOS USUARIOS

Sobre las personas

1. Número de personas convivientes en la vivienda

1	2	3	4	5	6	7 o más
---	---	---	---	---	---	---------

2. Rango de edades de las personas convivientes (escribir el número en la casilla correspondiente)

0-20:	20-30:	30-50:	50-65:	65-100:
-------	--------	--------	--------	---------

3. Ocupación habitual de la vivienda: (marcar con una x. Otros: trabajo a turnos, semana si, semana no, etc)

Mañana	Tarde	Noche	Otros
--------	-------	-------	-------

Sobre la casa

4. ¿Qué electrodomésticos hay en la vivienda? (marcar con una x)

TV	Lavaplatos	Microondas	Horno	Lavadora
Secadora	Frigorífico	Congelador	Otros	

Otros indicar: _____

5. Calefacción: ¿radiadores? ¿Tipo de tecnología? (marcar con una x)

Individual	Centralizada	Eléctricos	Agua	Estufa de Butano
Termo eléctrico	Aerotermia	Caldera de gas	Caldera de gas condensación	Otro

6. Horarios de uso habitual de calefacción: (marcar con una x. Si hay termostato, indicar el valor de consigna)

Mañana	Tarde	Noche	Consigna con termostato
--------	-------	-------	-------------------------

7. ¿Tipo de instalación para agua caliente sanitaria? ¿Tecnología? (marcar con una x)

Ducha	Bañera			
Termo eléctrico	Aerotermia	Caldera de gas	Caldera de gas condensación	Otro

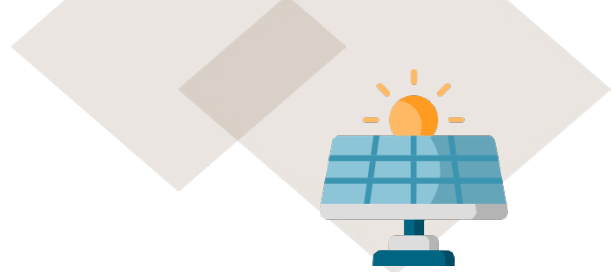
8. Uso de ducha/bañera semanal (marcar con una x -número de veces y en que momento del día)

0:	1-3:	4-6:	6-8:	+8:
Mañana	Mediodía	Tarde	Noche	

9. Temperatura percibida del hogar:

¿Pasa frío en invierno? Sí No

¿Pasa calor en verano? Sí No



3. Perfiles de consumo eléctrico

3.3 Perfiles de consumo

Con todos los datos de consumo obtenidos de las diferentes personas inquilinas de las viviendas de alquiler social gestionadas por ALOKABIDE, la metodología utilizada ha sido:

- Tratamiento y filtrado de los datos
- Análisis de los consumos: anual, mensual y diario
- Búsqueda de similitudes entre diferentes personas inquilinas
- Obtención de curvas de consumo diarias con valores horarios

De acuerdo a los pasos mencionados anteriormente, se consiguió elaborar una serie de perfiles de consumo tipo para los inquilinos/as de ALOKABIDE. El nivel de detalle de los perfiles es horario, es decir, cada perfil consta de 8.760 valores que corresponden a las horas que tiene un año de 365 días naturales.

Después de buscar un patrón común y repetido en el tiempo, se ha decidido que, para cada mes del año, se generasen 3 días tipo que correspondieran a:

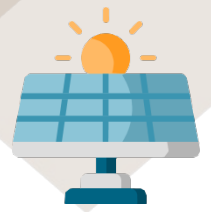
- días laborales (de lunes a viernes)
- Sábados
- domingos

Los festivos se han excluido del análisis al comprobar que el consumo asociado a los mismos era muy dispar, tanto a nivel de consumo total de energía como su reparto a lo largo del día.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de consumo de días tipo para el mes de enero de una tipología concreta de persona inquilina.

Figura 5. Consumo de diferentes días tipo (Fuente: elaboración propia)





3. Perfiles de consumo eléctrico

Se puede apreciar cómo, aun tratándose de una misma persona inquilina o núcleo familiar, el uso de energía que se realiza en los diferentes días difiere entre ellos. Para complementar los perfiles tipo de consumo generados con datos reales de inquilinos/as de viviendas de alquiler social gestionadas por ALOKABIDE, se han utilizado perfiles elaborados con consumos reales de bases de datos y consumos teóricos mediante estudios estadísticos.

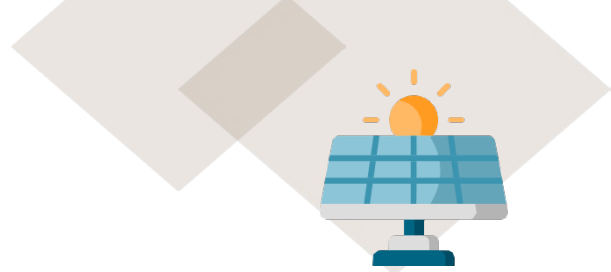
Uno de los perfiles, ha sido elaborado por la Red Eléctrica de España (REE)[8] y se encuentra **publicado en el Boletín Oficial del Estado (BOE)** número 311, con fecha de 28 de diciembre de 2022. Este perfil se alimenta de datos reales de usuarios/as, y es utilizado para consumidores/as que no disponen de registro horario de consumo. Es fijado por la Dirección General de Política Energética y Minas, a petición de la Comisión Nacional de la Energía. Tiene asociado un método de cálculo con una serie de factores correctores para poder obtenerse dicho perfil de consumo.

El resto de perfiles han sido obtenidos de diferentes **herramientas especializadas para el dimensionado de instalaciones solares fotovoltaicas**, tales como Solar Edge y Sunny Design. Estos softwares acceden a los datos de las diferentes distribuidoras eléctricas y realizan un estudio de mercado de las diferentes tipologías de personas consumidoras asociadas a ellas, para finalmente, elaborar una serie de perfiles de consumo tipo.

Finalmente, un **total de 8 perfiles de consumo** han sido generados y estarán disponibles en la aplicación para que los/as diferentes usuarios/as seleccionen el que más se ajusta a su consumo. De esos 8 perfiles de consumo:

- 3 corresponden a inquilinos/as de alquiler social de ALOKABIDE*
- 1 publicado en el BOE de datos reales
- 4 extraídos de datos reales y teóricos

Los factores que más peso han tenido a la hora de elaborar los perfiles de consumo tipo han sido el número de habitantes de la casa y la distribución horaria de dicho consumo a lo largo del día.



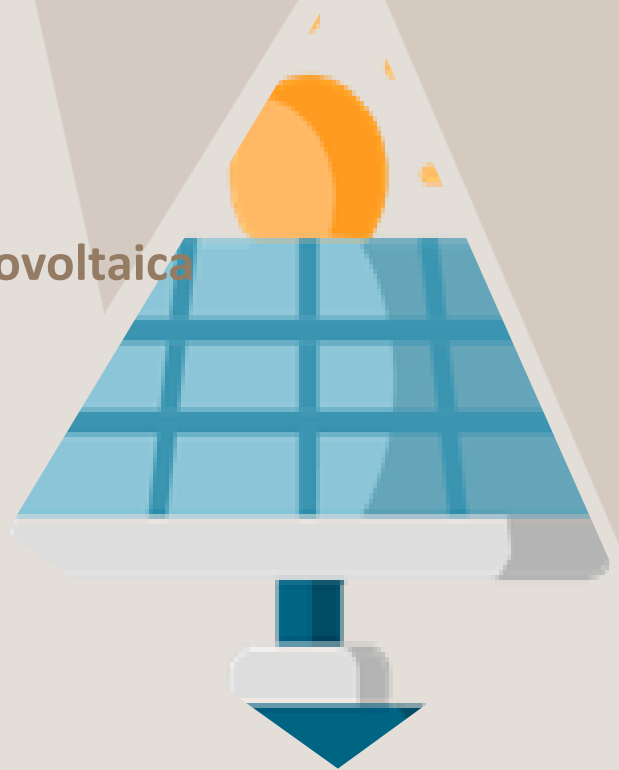
3. Perfiles de consumo eléctrico

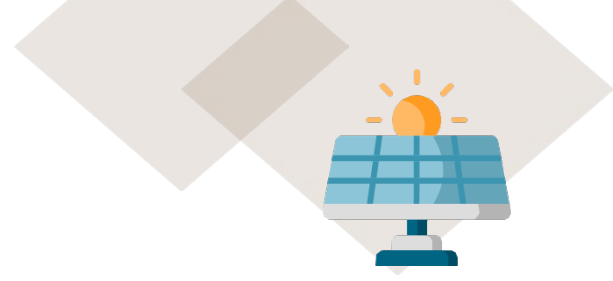
De esta forma, los perfiles generados son los siguientes:

- 1 – 1 o 2 personas
- 2 – Familia + bebé
- 3 – Familia + niños mayores
- 4 – Personas mayores / jubiladas
- 5 – Nocturno: Consumo durante la noche
- 6 – Diurno: Consumo durante el día
- 7 – Tarde + noche
- 8 – Mañana + noche

**En una siguiente fase, y con el objetivo de aportar mayor precisión a la aplicación web, se espera poder conseguir datos reales de más inquilinos/as de ALOKABIDE. De esta manera, se elaborarán más perfiles tipo de consumo de inquilinos/as de alquiler social de las viviendas gestionadas por ALOKABIDE.*

4. Cálculo de producción fotovoltaica





4. Cálculo de producción fotovoltaica

¿Qué potencial fotovoltaico dispongo en el edificio?

Es necesario conocer cuál es el **potencial fotovoltaico** que se dispone en el edificio. Esto, permite, por un lado, calcular la **cantidad de energía fotovoltaica** que va a poder generarse y, por otro, realizar un **estudio económico** acerca de la **inversión** a acometer y los **ahorros** que se obtendrán.

Para ello, es necesario establecer una metodología de dimensionado que permita de forma sencilla obtener lo comentado anteriormente, de una manera lo más ajustada a la realidad. Dicha metodología consta de unas variables mínimas a las que se tiene que dar respuesta, para que se pueda llevar a cabo.

4.1 Variables que afectan al dimensionado de la instalación

Las variables que se tienen en cuenta en el dimensionado son las siguientes:

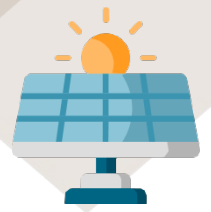
4.1.1. Ubicación del edificio

Se trata del parámetro más importante ya que determina la cantidad de energía por parte del sol que va a recibir el edificio objeto de estudio. A mayor energía solar incidente, mayor energía fotovoltaica se producirá.

A esta energía proveniente del sol, se le conoce como irradiación solar, expresada en kWh/m², y varía en función de la ubicación. A nivel nacional, en España, la irradiación solar anual alcanza los valores mostrados en la imagen (Figura 6) obtenida de Global Solar Atlas[9]

Figura 6. Irradiación solar en España (Fuente: Global Solar Atlas)



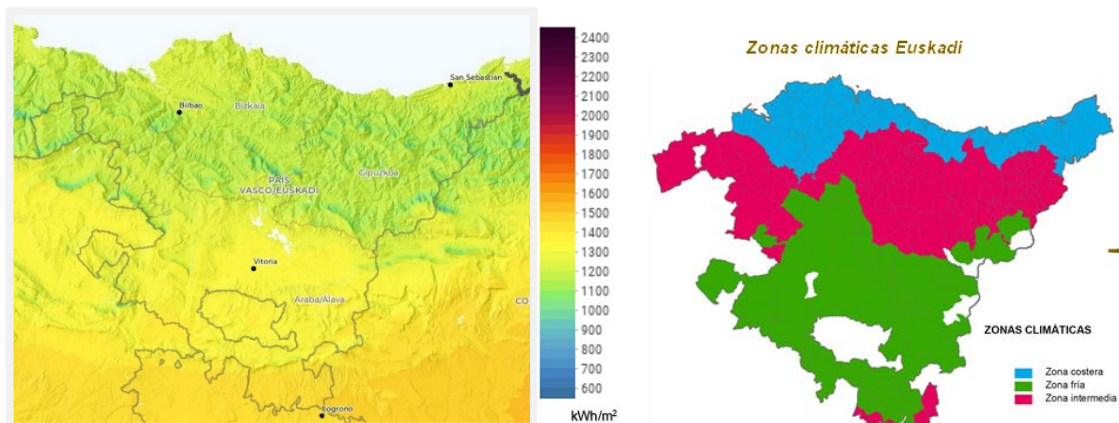


4. Cálculo de producción fotovoltaica

Se puede observar cómo en el norte de la península la irradiación solar es sensiblemente menor (50%) que en las zonas centro y sur. Este fenómeno se reproduce en la Comunidad Autónoma del País Vasco, aunque las diferencias entre ubicaciones geográficas no alcanzan magnitudes tan grandes.

De acuerdo a lo establecido en el apartado 3.1 zonas climáticas de Euskadi del presente documento, en las zonas clasificadas como costera e intermedia, que corresponden al norte y centro del territorio, hay menor irradiación solar que en la zona fría (sur). Esto quiere decir que, **una instalación** con las mismas características tanto en número de paneles (potencia pico instalada) como en orientación e inclinación de los mismos, **generará más energía fotovoltaica cuanto más al sur se encuentre**.

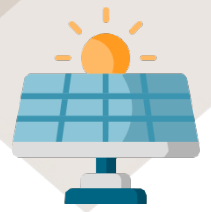
Figura 7. Irradiación solar en Euskadi (Fuente: Elaboración propia)



4.1.2. Superficie disponible para la instalación de paneles

El espacio que se disponga para ubicar la instalación fotovoltaica también es un factor determinante para obtener realizar el dimensionado de la misma. En la mayoría de los casos, la instalación solar fotovoltaica irá ubicada en las cubiertas de los edificios, ya sean planas o inclinadas. Hay ocasiones, aunque es bastante menos habitual, que los paneles puedan colocarse en elementos verticales como tramos de fachada, balcones o en estructuras colindantes al edificio como pueden ser aparcamientos de coche cubiertos con tejavana, patios interiores o exteriores.

Conocida la ubicación de la instalación, considerando que será la cubierta, el siguiente paso consiste en **determinar la superficie (m2) útil** de la misma. Este valor será siempre menor al de superficie total de la cubierta.



4. Cálculo de producción fotovoltaica

Por este motivo, a la hora de realizar los cálculos pertinentes, **se aplicará un factor minorante** sobre la superficie total de la cubierta para obtener el área útil de la misma. Dicho factor contemplará:

- Existencia de obstáculos, tales como chimeneas, antenas, casetones, etc.
- Espacio entre filas de paneles para realizar el mantenimiento
- Ubicación del cableado
- Distancia mínima con los linderos/petos de la cubierta

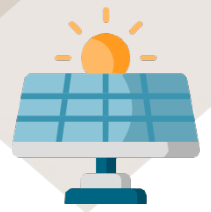
Se puede realizar una clasificación de cubiertas en función a su tipo: las inclinadas y las planas. Dentro de las cubiertas inclinadas hay diferentes configuraciones, tales como a un agua, dos, tres, etc. La instalación solar fotovoltaica tiene que adaptarse en función de la cubierta donde vaya a colocarse.

Normalmente, en las cubiertas inclinadas, los paneles se colocan de manera integrada adoptando la inclinación de la misma, mientras que, en las cubiertas planas, se les dota de una estructura portante con una inclinación a elección (Figura 8).

Figura 8. Paneles integrados en cubierta (Izquierda, fuente: internet Solarweb) y colocados en una cubierta plana (derecha, fuente propia)



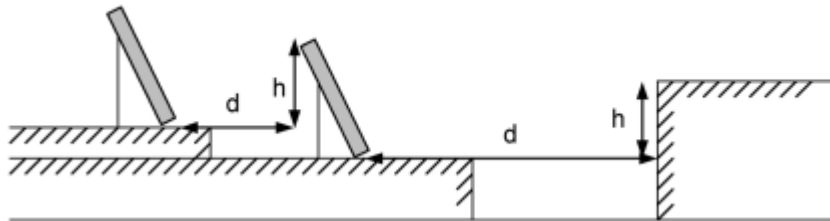
El **aprovechamiento** de la superficie de cubierta, es mayor en los casos de instalaciones donde se **integran los paneles en cubiertas inclinadas** que en las instalaciones ubicadas en cubiertas planas. En este último caso, tiene que haber una separación mínima entre las filas de los paneles para evitar posibles sombreamientos entre ellas que afecten al rendimiento de la instalación.



4. Cálculo de producción fotovoltaica

Para el cálculo de la distancia mínima entre filas (Figura 9), se utiliza el método descrito en los pliegos de condiciones técnicas de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red del IDAE[10].

Figura 9. Cálculo de distancia mínima entre filas para evitar sombras



La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a $h \cdot k$, siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$.

4.1.3. Orientación e inclinación posibles para la instalación de los paneles fotovoltaicos

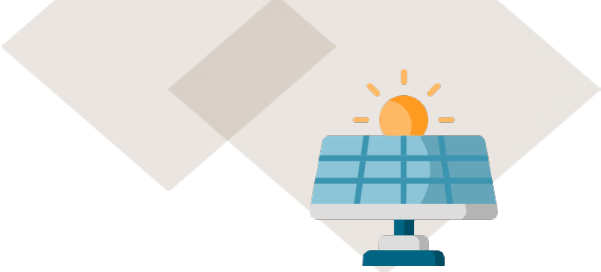
La orientación (Figura 10) e inclinación de los paneles son otras dos variables que afectan a la producción de energía por parte de los paneles fotovoltaicos.

De acuerdo a la trayectoria que realiza el sol, **la orientación óptima es la sur** (0°), dado que, por ángulo de incidencia de la radiación solar, es en la que se genera mayor cantidad de energía por tener mayor número de horas al año de radiación solar.

La eficacia de la instalación baja cuanto más se aleje la orientación sur, siendo la orientación norte la peor de todos los posibles casos (por debajo de un 30% de aprovechamiento solar en el peor de los casos).

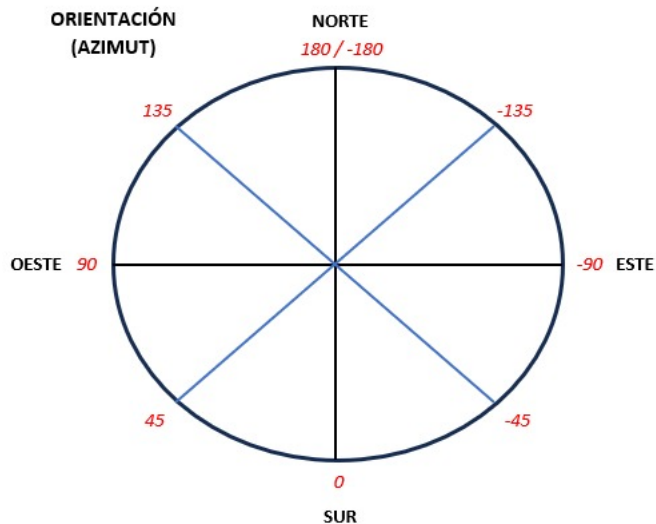
Una instalación fotovoltaica orientada al este tendrá mayor producción fotovoltaica en las primeras horas de la campana de radiación solar, es decir por la mañana-mediodía, mientras que en las últimas horas (la tarde) su producción será sensiblemente menor.

De manera contraria, una instalación orientada al oeste generará mayor energía en las últimas horas de la radiación solar mientras que en las primeras la generación será menor.



4. Cálculo de producción fotovoltaica

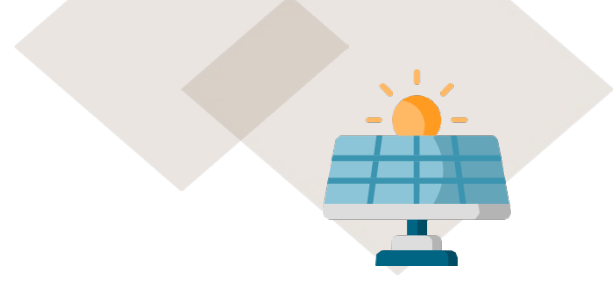
Figura 10. Relación entre grados y puntos cardinales (Fuente: propia)



La inclinación de los paneles es otro parámetro que afecta a la eficacia de la instalación. De hecho, la combinación de la inclinación con la orientación, determinan el porcentaje final de aprovechamiento solar del panel. Suele venir definida por la propia inclinación de la cubierta del edificio, en caso de que los paneles vayan a montarse de manera integrada, o, de la estructura portante de los mismos, en caso de que se monten en una cubierta plana.

No existe una inclinación perfecta, ya que, en periodo invernal el ángulo de incidencia de la radiación solar a los paneles es totalmente distinto que en periodo de verano. Por este motivo, si se quisiera optimizar la instalación para los meses de invierno, los paneles deberían tener una inclinación igual a la latitud ($^{\circ}$) de la ubicación de la instalación más 10-15 $^{\circ}$. Por el contrario, si se quiere sacar el máximo provecho en los meses de verano, la inclinación deberá ser igual a latitud ($^{\circ}$) menos 10 - 15 $^{\circ}$. Si finalmente, y como suele ser en la mayoría de los casos, se quiere sacar el mayor provecho a la instalación a lo largo del año, esto es, en sus 12 meses, la inclinación óptima para una orientación sur es de 30 $^{\circ}$. Si la orientación es diferente a la sur, entonces la inclinación debería de ser lo más parecida a la latitud ($^{\circ}$) de la ubicación de la instalación.

A modo resumen de los últimos dos parámetros mencionados, orientación e inclinación, se tiene la Figura 11 que está recogida en el documento del IDAE [ref10] y en el Código

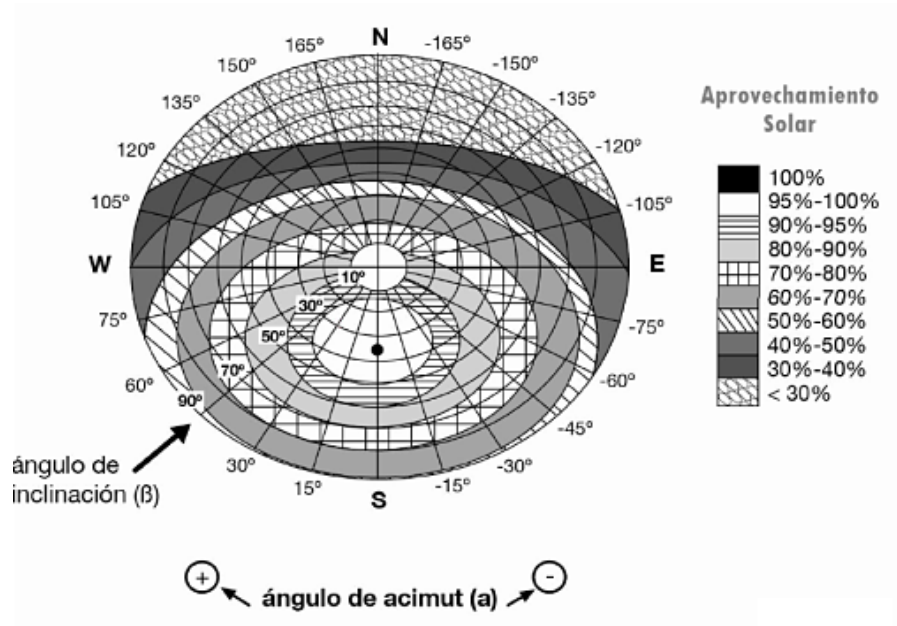


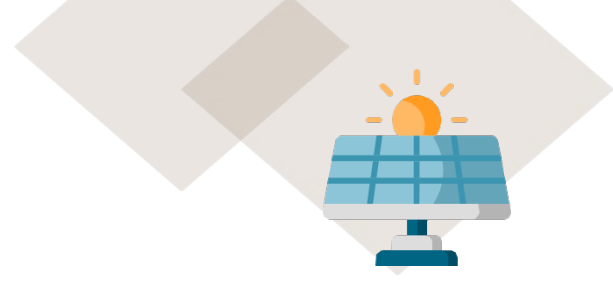
4. Cálculo de producción fotovoltaica

Técnico de la Edificación (CTE)[11] y la cual cuantifica el aprovechamiento solar en función de la orientación e inclinación.

Por ejemplo, un panel colocado en orientación sur e inclinación 30°, tiene un aprovechamiento solar cercano al 100%. Por el contrario, un panel orientado a norte con esa misma inclinación de 30°, su aprovechamiento desciende casi un 50%.

Figura 11. Relación entre grados y puntos cardinales (Fuente: propia) Aprovechamiento solar en función de la orientación e inclinación (Fuente: IDAE)





4. Cálculo de producción fotovoltaica

4.2 Cálculo de la producción solar fotovoltaica

Una vez definidas todas las variables que determinan el dimensionado de la instalación fotovoltaica, el siguiente paso es el **cálculo de la producción de energía** que se obtiene de la misma.

El método escogido para esta finalidad es el Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica, **PVGIS**[12], que es una herramienta reconocida por la Comisión Europea.

En términos generales, se trata de una calculadora online gratuita de energía solar fotovoltaica para plantas y sistemas fotovoltaicos autónomos o conectados a la red, con el que se puede obtener información sobre la radiación solar y el rendimiento del sistema para diferentes ubicaciones del mundo (Figura 12).

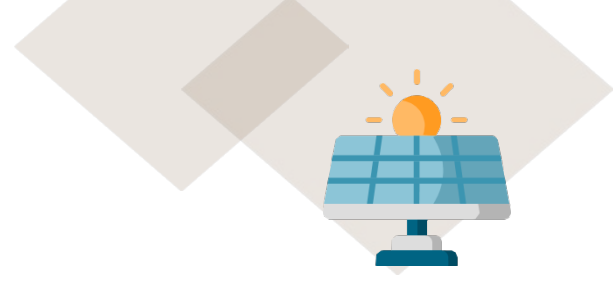
Sus principales características son:

- Potencial de generación de electricidad para diferentes tecnologías y configuraciones fotovoltaicas
- Radiación solar y temperatura, como medias mensuales o perfiles diarios
- Serie temporal completa de valores horarios de radiación solar y rendimiento fotovoltaico
- Datos TMY para nueve variables climáticas, formateados para herramientas de cálculo de energía de edificios

Adicionalmente, PVGIS utiliza datos de alta calidad y resolución espacial y temporal de la radiación solar obtenidos a partir de imágenes de satélite, así como la temperatura ambiente y la velocidad del viento a partir de modelos de reanálisis climático.

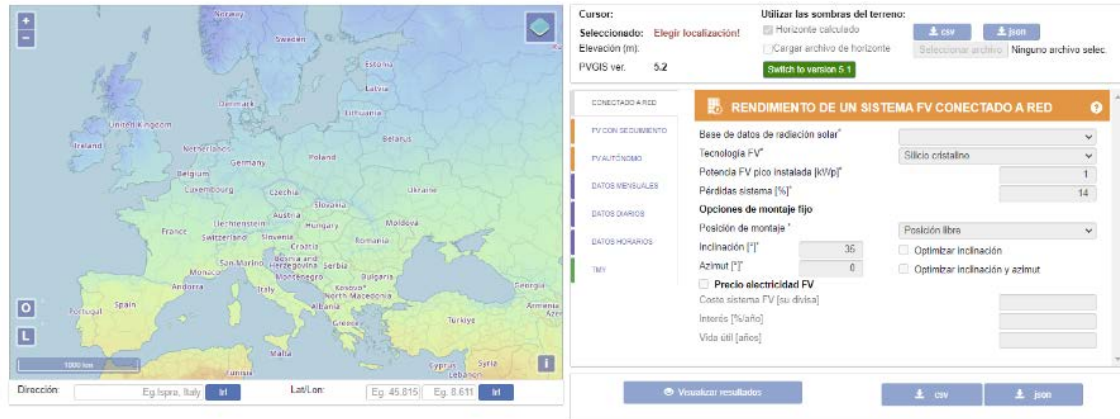
Otra de las ventajas que ofrece esta herramienta es, que, se puede introducir un concepto de pérdidas del sistema, que por defecto está fijado en 14%.

Los resultados se pueden obtener de manera anual, mensual, diario o en detalle horario, lo cual permite realizar análisis pormenorizados de cualquier tipología de instalación.



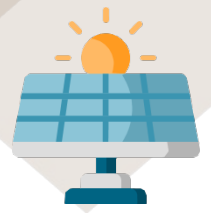
4. Cálculo de producción fotovoltaica

Figura 12. Interface de la herramienta PVGIS (Fuente: internet PVGIS)



5. Modalidades de autoconsumo





5. Modalidades de autoconsumo

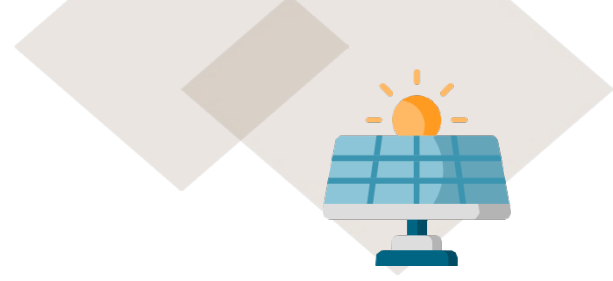
¿Qué potencial fotovoltaico dispongo en el edificio?

Tal y como se ha indicado en el apartado “2- Contextualización” del presente documento, la normativa vigente permite el autoconsumo tanto de manera individual como colectiva. Además, se permite diferentes modalidades de autoconsumo, cada una de ellas con sus ventajas y desventajas, además de sus complejidades técnicas y trámites administrativos.

Antes de describir las 3 modalidades que han sido seleccionadas para ser objeto de este estudio, es necesario conocer unas consideraciones previas.

5.1 Consideraciones previas

- Dentro de cada modalidad de **autoconsumo**, el autoconsumo podrá clasificarse en **individual**, si solo existe una persona consumidora asociada a la instalación o instalaciones de producción, o **colectivo**, si se trata de varias personas consumidoras asociadas a la instalación o instalaciones de producción próximas.
- Podrán instalarse **elementos de almacenamiento** asociados a las instalaciones de producción en **todas las modalidades de autoconsumo**.
- Para acogerse a cualquier modalidad de autoconsumo, es necesario que la persona consumidora o consumidoras asociadas dispongan de un **contrato de suministro de electricidad**.
- Los/as consumidores/as que no dispongan de un contrato de acceso para sus instalaciones de consumo, deberán **suscribir un contrato de acceso** con la empresa distribuidora directamente o a través de la empresa comercializadora.
- Una persona consumidora sólo podrá estar asociada a **una modalidad de autoconsumo** a la vez.
- Para la realización del **autoconsumo colectivo podrá constituirse una comunidad de energías renovables** siempre que se cumpla con los requisitos necesarios y podrá actuar como representante de las personas consumidoras asociadas cuando éstas le otorguen las correspondientes autorizaciones. Sin embargo, puede realizarse un autoconsumo colectivo sin constituir una comunidad de energías renovables, simplemente mediante acuerdo entre las



5. Modalidades de autoconsumo

personas consumidoras. Cualquier otro agente debidamente autorizado puede ser también el representante, actuando como un gestor de autoconsumo

5.2 Alternativa 1: Autoconsumo con compensación de excedentes

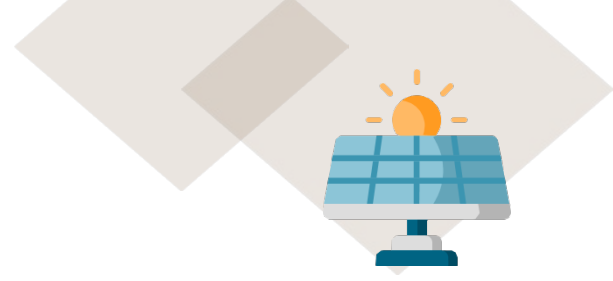
El régimen de autoconsumo con compensación de excedentes se define en la **Guía Profesional de Tramitación de Autoconsumo del IDAE**[13]. Para cualquier tipo de instalación de autoconsumo CON excedentes individual o colectivas conectadas a red interior es posible que, voluntariamente, la persona consumidora o consumidoras se acojan al mecanismo de compensación de excedentes.

¿En qué consiste esta modalidad?

En este mecanismo de compensación, la energía procedente de la instalación de autoconsumo que no sea consumida instantáneamente o almacenada por las personas consumidoras asociadas se inyecta a la red; cuando las personas consumidoras precisen más energía de la que les proporciona la instalación de autoconsumo, comprarán la energía a la red al precio estipulado en su contrato de suministro (PVPC o de mercado libre pactado con la comercializadora).

Al final del periodo de facturación (que no podrá ser superior a un mes) se realiza la compensación entre el coste de la energía comprada de la red y el valor de la energía excedentaria inyectada a la red (valorada a precio medio horario de mercado menos el coste de los desvíos o al precio acordado entre las partes, según sea el contrato de suministro a PVPC o de mercado libre respectivamente).

Todos los excedentes horarios de cada persona consumida serán asignados a su empresa comercializadora por el Operador del Sistema (OS), a partir de la información que el encargado de la lectura comunique al OS. La comercializadora obtendrá el precio medio horario del mercado eléctrico para todos los excedentes que se le asignen, y compensará a la persona consumidora según se establece en el RD 244/2019.



5. Modalidades de autoconsumo

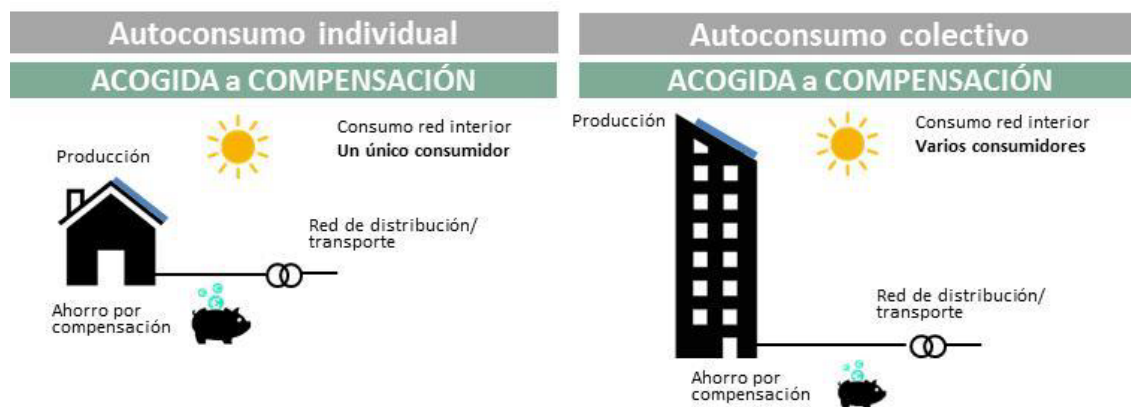
Sin embargo, el máximo importe que puede compensarse será el importe de la energía comprada a la red, puesto que en ningún momento el resultado de la compensación podrá ser negativo ni podrá compensar los pagos por peajes de acceso.

A modo resumen, el proceso puede englobarse en los siguientes 3 pasos:

1. El cálculo del ahorro es realizado automáticamente por la comercializadora a través de las lecturas automáticas del contador.
2. El proceso de cálculo se realiza mes a mes. Es decir, no se almacenan ahorros potenciales, es decir, si no se usan en el mes en curso se pierden.
3. Si el ahorro calculado por excedentes es superior al importe del término de energía de la factura, entonces el ahorro se limita hasta el importe del término de energía. Es decir, no se producen balances negativos en la factura. En estos casos, el exceso de ahorro producido se pierde a favor de la empresa comercializadora.

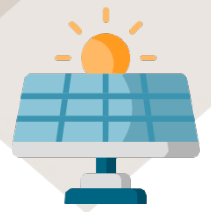
En la Figura 13 se representan las posibles configuraciones para las instalaciones CON excedentes acogidas a compensación que serán siempre conexiones en red interior.

Figura 13. Diagramas de autoconsumo CON excedentes acogidas a compensación (Fuente: IDAE)



Para poder acogerse al mecanismo de compensación de excedentes deberán cumplirse TODAS las condiciones siguientes:

- la instalación generadora es de fuente renovable,
- la potencia de la instalación de producción es igual o inferior a 100 kW,



5. Modalidades de autoconsumo

- solicitar a la empresa distribuidora el CAU, formado por el CUP del contador más un número asociado a la zona de la comercializadora.
- si procede, se suscribe un contrato único para de consumo y servicios auxiliares
- se suscribe un contrato de compensación de excedentes entre agente productor y persona consumidora
- la instalación no tiene otorgado un régimen retributivo adicional específico.

Además de las instalaciones CON excedentes que cumplan las condiciones anteriores, podrán acogerse al mecanismo de compensación las personas consumidoras asociadas a una instalación de autoconsumo colectivo SIN excedentes.

En este caso (colectivo SIN excedentes), por tratarse de una instalación de autoconsumo colectivo, las personas consumidoras asociadas deberán acordar el mecanismo de reparto de la energía y suscribir un documento que lo refleje (“Acuerdo de reparto”). Para este reparto, podrá utilizarse el mecanismo de reparto previsto en la normativa, aunque será igualmente válido cualquier otro sistema de reparto que se acuerde entre las personas consumidoras asociadas y cumpla los requisitos.

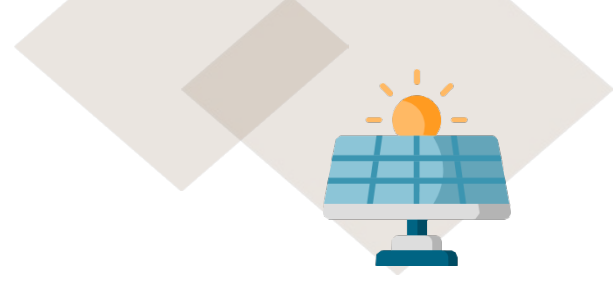
Así mismo, cada consumidor/a asociado/a deberá comunicar a la compañía distribuidora, directamente o a través de la comercializadora, la modalidad de autoconsumo a la que pertenece y su voluntad de acogerse al sistema de compensación, aportando el acuerdo firmado por todas las personas consumidoras, para que se proceda a la adaptación de los contratos de suministro.

5.2.1. Procedimiento administrativo

En la Comunidad Autónoma del País Vasco las instalaciones de autoconsumo se tramitan dentro del apartado de instalaciones de generación eléctrica.

En el mismo procedimiento se tramitan conjuntamente, tanto las instalaciones de baja tensión como, en su caso, de alta tensión asociadas a dicha generación y según sus reglamentos correspondientes.

La tramitación se hace exclusivamente de forma telemática y existen distintos procedimientos según el tipo de instalación que desea ejecutarse, diferenciándose



5. Modalidades de autoconsumo

entre instalaciones que necesitan de autorización administrativa previa (conforme al RD 1955/2000), y las se tramitan una vez ejecutadas mediante una comunicación de puesta en servicio (por acogerse al RD 1699/2011).

La normativa general en el País Vasco que regula estos procedimientos en la actualidad es:

- Decreto 81/2020, de 30 de junio, de seguridad industrial.
- Decreto 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.

Respecto a la inscripción en el registro de autoconsumo, no es necesario solicitarlo expresamente ya que se realiza de oficio por la propia Administración en el momento en el que se tramite la puesta en servicio.

El acceso a la tramitación electrónica, así como información sobre la documentación y los formatos necesarios para los distintos procedimientos se encuentran en la página web del Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras del Gobierno Vasco, en el apartado “Generación eléctrica y autoconsumo” de la pestaña de “Autorizaciones, registros y quejas” en castellano y euskera.

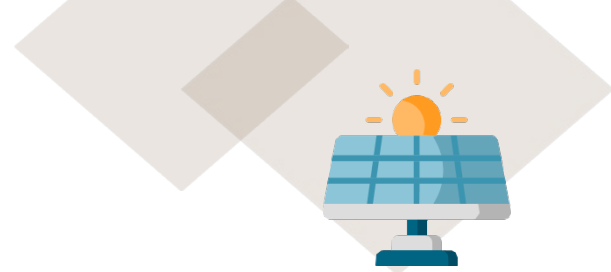
Se adjunta la dirección web:

<https://www.euskadi.eus/tramitar-por-internet/web01-s2ekono/es/>

5.3 Alternativa 2: Autoconsumo con baterías

¿Cuál es el beneficio de instalar baterías para autoconsumo?

Es importante tener en cuenta que el ahorro está ligado al consumo y que, por tanto, una misma instalación puede generar mayores o menores ahorros en función del nivel de consumo. Los patrones más habituales de consumo doméstico tienen buena parte del consumo fuera de las horas centrales del día y, por tanto, **es frecuente no**



5. Modalidades de autoconsumo

conseguir niveles de autoconsumo demasiado altos. Cuanta más grande es la planta fotovoltaica o más pequeño es el consumo el nivel de energía excedentaria aumenta y por tanto la rentabilidad de la inversión se reduce.

Por ello, la opción de las **baterías** surge como una solución a **aumentar los niveles** conseguidos de **autoconsumo**, almacenando la energía generada en las horas centrales del día y permitiendo consumirla en horas donde no existe generación fotovoltaica, pero si consumo. La instalación de baterías permite almacenar parcial o totalmente los excedentes de energía para usarla cuando no hay sol o cuando las tarifas son más adecuadas. De esta forma se consiguen alcanzar niveles de autoconsumo anual muy elevados en función del tamaño de la batería.

Sin embargo, la inversión necesaria en baterías es alta, por lo que es necesario hacer un balance coste/beneficio para decidir cuál es el tamaño de batería que consigue optimizar la inversión.

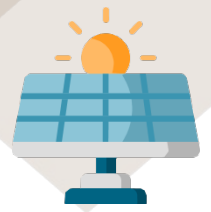
La modalidad de autoconsumo con baterías se trata de un **caso particular de la Alternativa 1**. Estas instalaciones se acogen igualmente al régimen de autoconsumo con compensación de excedentes, para instalaciones en baja tensión con potencia menor a 100 kW. La principal diferencia es que la instalación de baterías permite reducir la energía excedentaria de manera importante y proporcional al tamaño de la batería.

¿Como se realiza el cálculo del ahorro?

Se realiza de igual forma que la alternativa 1. La diferencia es que, en este caso, se produce un aumento del de energía auto consumida, con lo que se consigue una reducción de la energía excedentaria y un mayor ahorro en la factura.

Para acogerse a este régimen económico es necesario:

- Realizar una instalación fotovoltaica conectada en red interior, menor a 100 kW (Puede requerir licencia de obras en función del Ayuntamiento donde se ubique)
- Realizar la instalación de baterías en la red interior e instalar un medidor de corriente a la salida de la instalación. Este medidor dará una consigna al inversor



5. Modalidades de autoconsumo

para cargar la batería cuando detecte energía excedentaria y dará consigna de descarga de la batería cuando detecte entrada de energía desde la red.

- Solicitar a la empresa distribuidora el CAU, formado por el CUP del contador más un número asociado a la zona de la comercializadora.
- Realizar el certificado de instalación indicando la presencia y tamaño del sistema de almacenamiento (Boletín de Industria)
- Establecer un contrato, con la empresa comercializadora que incluya las tarifas de consumo y la tarifa de excedentes.

5.4 Alternativa 3: Venta directa a red

¿Conviene vender los excedentes directamente en el mercado eléctrico?

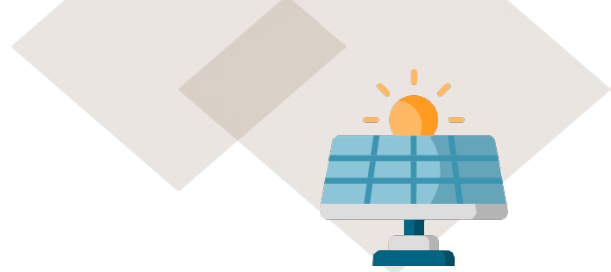
Vender los excedentes de la producción fotovoltaica directamente en el mercado eléctrico supone una serie de trámites administrativos y de implicaciones tributarias que hacen que esta alternativa de aprovechamiento fotovoltaico no sea la más conveniente en la mayoría de los casos.

La **energía excedentaria será vendida en el mercado eléctrico** y recibirá el mismo tratamiento que el resto de energía producida por fuentes renovables, cogeneración y residuos, siendo aplicable el **Impuesto sobre el Valor de la Producción de Energía Eléctrica (IVPEE) del 7%**.

El productor de la instalación, en este caso ALOKABIDE, deberá darse de **alta como productor de energías renovables en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPEE)** y normalmente se debe suscribir un **contrato de representación en el mercado**.

En resumen, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos para esta modalidad de autoconsumo:

- El productor debe darse de alta en el RAIPEE.



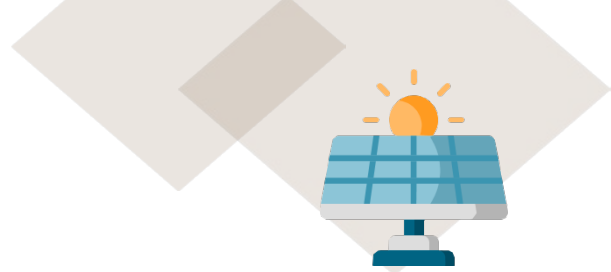
5. Modalidades de autoconsumo

- Se debe suscribir un contrato de representación en el mercado eléctrico.
- Se vende la energía fotovoltaica excedentaria en el mercado eléctrico al precio del pool eléctrico.
- Se aplica el Impuesto sobre el Valor de la Producción de Energía Eléctrica (IVPEE) del 7%.
- Se debe realizar una declaración trimestral o anual a hacienda.

Por ello, teniendo en cuenta los trámites administrativos y las obligaciones tributarias que son necesarias, esta alternativa solamente conviene en aquellos edificios en los que se den las siguientes condiciones:

- Que la producción de energía fotovoltaica sea muy importante. Es decir, que la dimensión de la instalación fotovoltaica sea grande, y a su vez;
- Que el excedente de energía sea importante debido al perfil de consumo eléctrico de las personas usuarias.
- Que el consumo de energía anual sea muy bajo, con valores por debajo de 1000 kWh/año por vivienda en todas las viviendas que forman el edificio.

Un factor que influye de manera directa en determinar si esta alternativa es viable o no, es el precio de venta del kWh. En los últimos años los precios han oscilado desde los 0,05 €/kWh hasta los 0,13 €/kWh, todo ello debido a la fluctuación constante del mercado, producido por diversos acontecimientos geopolíticos. Estos cambios dificultan la previsión a un futuro a corto-medio plazo para poder evaluar esta alternativa con total seguridad.



5. Modalidades de autoconsumo

5.5 Casos particulares: instalaciones existentes

El Real Decreto 244/2019, establece los procedimientos y trámites que deben realizar las instalaciones existentes, tanto en los casos en los que las instalaciones no hayan sido tramitadas adecuadamente con anterioridad como en los casos en los que se desee realizar alguna modificación en una instalación ya tramitada anteriormente para adaptarse a lo dispuesto en este Real Decreto.

5.5.1. Instalaciones realizadas con anterioridad al Real Decreto 244/2019

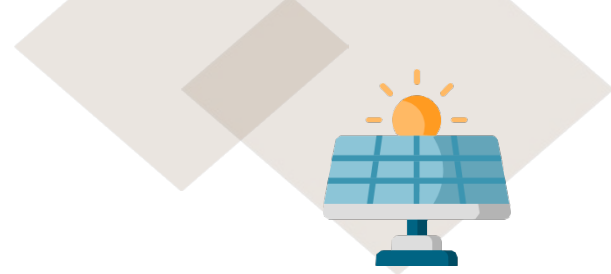
Las personas consumidoras que estuvieran realizando autoconsumo con anterioridad a la entrada en vigor del RD 244/2019, **deben acogerse a una de las modalidades** de autoconsumo de este Real Decreto.

En caso de que no se haya realizado la tramitación administrativa anteriormente, los/as consumidores/as deben proceder a realizarla, acogiéndose a la modalidad adecuada según las características de sus instalaciones, siguiendo los trámites administrativos que correspondan en función de la modalidad elegida y de las características de su instalación.

No será posible aplicar el mecanismo de compensación de excedentes si su instalación no está **correctamente legalizada**, ha **completado los procedimientos de comunicación** y ha resultado **inscrita en el correspondiente registro**.

Las instalaciones que quieran acogerse a la **modalidad SIN excedentes** deberán **incorporar un sistema anti vertido** que cumpla con las disposiciones del RD 244/2019, lo cual podría obligar a sustituir el sistema existente por uno nuevo. Esto supondría una modificación de la instalación, con la consiguiente tramitación de un nuevo certificado de instalación eléctrica.

En el plazo de seis meses desde la aprobación del RD 244/2019, las personas consumidoras que dispusieran de instalaciones en autoconsumo realizadas al amparo del Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, han debido comunicar al órgano competente de su comunidad autónoma la modalidad de autoconsumo a la que se acogen, y entregar la documentación necesaria para su inscripción en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica.



5. Modalidades de autoconsumo

Las comunidades autónomas han realizado la inscripción y remitido la información necesaria al Registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica de estas instalaciones anteriores al RD 244/2019.

Como referencia, a continuación, se citan correspondencias entre las **clasificaciones anteriores al RD 244/2019 y las actuales:**

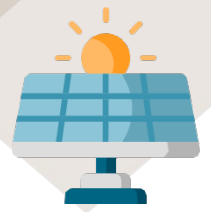
- Consumidores/as con instalaciones tipo 1 del RD 900/2015, que dispongan de mecanismo anti vertido, pasan a ser consumidores/as acogidos/as a la modalidad de autoconsumo SIN excedentes.
- Consumidores/as con instalaciones tipo 1 del RD 900/2015, que no dispongan de mecanismo anti vertido, pasan a ser consumidores/as acogidos/as a la modalidad de autoconsumo CON excedentes no acogida a compensación.
- Consumidores/as con instalaciones tipo 2 del RD 900/2015, pasan a ser consumidores/as acogidos a la modalidad de autoconsumo CON excedentes no acogida a compensación, tanto si consumidor/a y productor/a son la misma persona física o jurídica como si son distintos/as.

5.5.2. Modificación de instalaciones una vez finalizadas y tramitadas con el RD 244/2019

Con carácter excepcional, durante el primer año de aplicación del RD 244/2019, las personas consumidoras que ya estuviesen acogidas a alguna de las modalidades del RD 900/2015 han podido realizar un primer cambio de modalidad a otra modalidad de autoconsumo de las previstas en el RD 244/2019, adaptando las instalaciones si así precisaron.

En el resto de los casos, el **tiempo de permanencia en una modalidad** de autoconsumo será de **cuatro meses año** desde la fecha de alta o modificación del contrato de acceso donde se haya reflejado la modalidad elegida.

Si se desea **cambiar de modalidad**, de SIN excedentes a CON excedentes o viceversa, el cambio implicaría la **adaptación técnica** de la instalación a la nueva modalidad, **incorporando o retirando** según el caso, los **mecanismos anti vertido**. En estos casos, sería necesario repetir el proceso de autorización de puesta en servicio, presentando ante la comunidad autónoma un nuevo certificado de instalación que recoja las modificaciones realizadas.



5. Modalidades de autoconsumo

Aunque las modificaciones no impliquen un cambio físico de dispositivos (cambios vía software) deberán comunicarse a la comunidad autónoma para que ésta realice las modificaciones pertinentes en el registro (si existe), y a la compañía distribuidora (directamente o a través de la comercializadora de cada consumidor/a), para que pueda aplicar el cambio a la nueva modalidad.

Si se dispone ya de una instalación CON excedentes y se desea acogerse al mecanismo de compensación o renunciar a él, habrá que cambiar la modalidad de autoconsumo a la que está acogido la persona consumidora, acudiendo a la comunidad autónoma ya que supone un cambio en el registro.

Además, se tendrá que comunicar a la compañía distribuidora, directamente o a través de la comercializadora, para que así se recoja en el contrato de suministro y pueda aplicarse o anularse el mecanismo de compensación (según proceda).

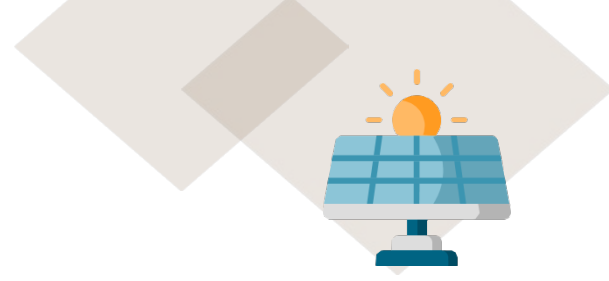
En el caso de los autoconsumos colectivos, cualquier modificación deberá ser suscrita por todos/as los/as consumidores/as simultáneamente.

Si se quiere incluir una persona consumidora asociada nueva, eliminar una persona consumidora ya existente o modificar los coeficientes β de reparto, deberá comunicarse a la comunidad autónoma para que ésta realice las modificaciones pertinentes en el registro (si existe).

También deberá **firmarse un nuevo acuerdo de reparto** de energía entre todos/as los/as consumidores/a asociados/as y remitirlo nuevamente de forma individual a la compañía distribuidora (directamente o a través de la comercializadora de cada consumidor), para que se modifiquen los coeficientes de reparto que corresponden a cada consumidor/a asociado/a.

5.5.3. Ampliación de instalaciones una vez finalizadas y tramitadas bajo el RD 244/2019

Las ampliaciones de las instalaciones ya realizadas, como incrementos de potencia o incorporación posterior de elementos de acumulación, requerirán repetir el procedimiento de tramitación.



5. Modalidades de autoconsumo

Si la ampliación no implica el cambio de clasificación por potencia de la instalación, es decir, continúa siendo una instalación de potencia inferior a 100 kW conectada en BT, se mantendrán las exenciones previstas en el procedimiento, pero deberá realizarse la modificación de los permisos y autorizaciones concedidas aplicándose las restricciones temporales del punto anterior.

5.6 Resumen: la instalación paso a paso

Sirva este apartado como resumen de los pasos a realizar para disponer de una instalación fotovoltaica.

5.6.1. Diseño de la instalación

Donde aparecerá la información y documentación técnica de la instalación: dimensionado, equipos y sus características, materiales, garantías, necesidades de mantenimiento y otros aspectos que se consideren relevantes.

5.6.2. Permisos de Acceso y Conexión y Avaless o garantías

La compañía instaladora solicitará el Código de Autoconsumo (CAU), que se trata de una identificación única para la instalación. Las instalaciones sin excedentes y con excedentes ≤ 15 kW quedan exentas de solicitar los permisos de acceso y conexión, según el BOE nº 242 de 6 de octubre de 2018.

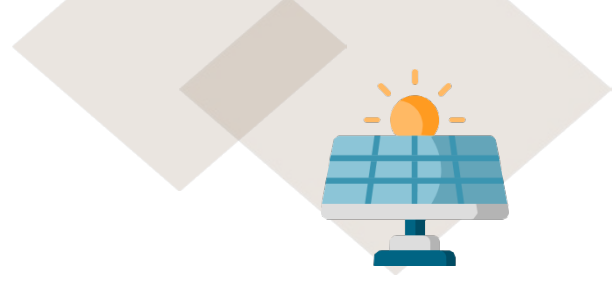
5.6.3. Autorizaciones ambientales y de salud pública

Según se establece en el IDAE: “Con carácter general, las instalaciones en autoconsumo SIN excedentes y con potencia menor o igual a 100 kW no deberían requerir trámites de impacto ambiental ni de utilidad pública, salvo en los casos en que el emplazamiento se encuentre bajo alguna figura de protección.”

5.6.4. Autorización administrativa previa y de construcción

Las instalaciones de BT e inferiores a 100 kW no necesitan esta autorización. Para el resto, cambia en función de la comunidad autónoma en la que se vayan a instalar los paneles.

5.6.5. Licencia de obras e impuesto de construcciones y obras (ICIO)



5. Modalidades de autoconsumo

El permiso de obra dependerá de la normativa municipal vigente del emplazamiento.

5.6.6. Ejecución de las instalaciones

Todas las obras se someterán a este procedimiento. Las especificaciones vienen recogidas en las Guías Técnicas de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas en Alta Tensión (RIAT).

5.6.7. Inspección inicial e inspecciones periódicas

Por lo general, las instalaciones de BT no necesitan un trámite de inspección inicial. En cuanto a las de AT, sí suelen necesitar una inspección cada 5 años, aparte de la inicial. Puedes consultar las especificaciones en el RIAT.

5.6.8. Certificados de instalación y/o certificados fin de obra

Para Alta Tensión (AT), se consultarán las especificaciones en el RIAT. Para BT ≤ 100 kW, se presentará un Certificado de Instalación Eléctrica (CIE) ante el órgano correspondiente según la comunidad autónoma.

5.6.9. Autorización de la instalación

Quedan exentas las instalaciones de BT ≤ 100 kW. Las de AT ≥ 100 kW, consultarán en su respectiva comunidad autónoma.

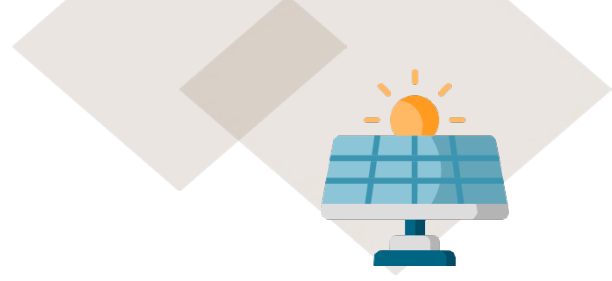
5.6.10. Contrato de acceso para la instalación

Para aquellas instalaciones que tengan un contrato de suministro para servicios auxiliares.

5.6.11. Contrato de suministro de energía para servicios auxiliares

Según establece el IDAE, este apartado se da “En los casos de instalaciones SIN excedentes (individuales o colectivos en red interior) no será necesario suscribir un contrato de acceso específico para los servicios auxiliares de producción, quedando estos consumos cubiertos a través del contrato de suministro existente.”

5.6.12. Licencia de actividad



5. Modalidades de autoconsumo

Únicamente para aquellas que pueden vender energía eléctrica, que deberán consultar con los ayuntamientos que correspondan. El resto quedan exentas.

5.6.13. Acuerdo de reparto y contrato de compensación de excedentes

Un acuerdo que deberán firmar los participantes de una instalación de autoconsumo colectivo. También las instalaciones acogidas a compensación simplificada necesitarán un acuerdo entre el agente productor y la persona consumidora.

5.6.14. Inscripción en el Registro Autonómico de autoconsumo

Un trámite opcional en manos de cada comunidad autónoma, pero sí es obligatorio siempre que quede registrado en la Dirección General de Política Energética y Minas para la inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo. Las instalaciones sin excedentes de BT ≤ 100 kW quedan exentas.

5.6.15. Inscripción en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica

Según indica el IDAE: “todas las instalaciones de autoconsumo SIN excedentes se inscribirán en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica. El registro es telemático, de acceso gratuito y declarativo.”

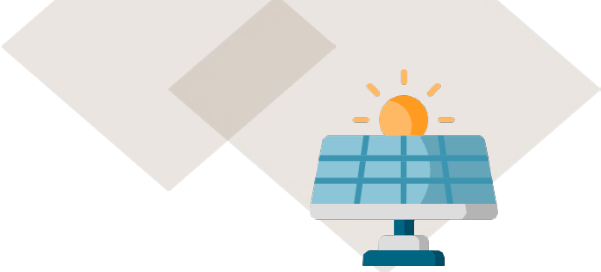
5.6.16. Inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica (RAIPRE)

Todas las instalaciones de ≥ 100 kW deberán tramitar su inscripción en el RAIPRE. Cualquiera de autoconsumo sin excedentes no aplica.

5.6.17. Contrato de representación en mercado para venta de energía

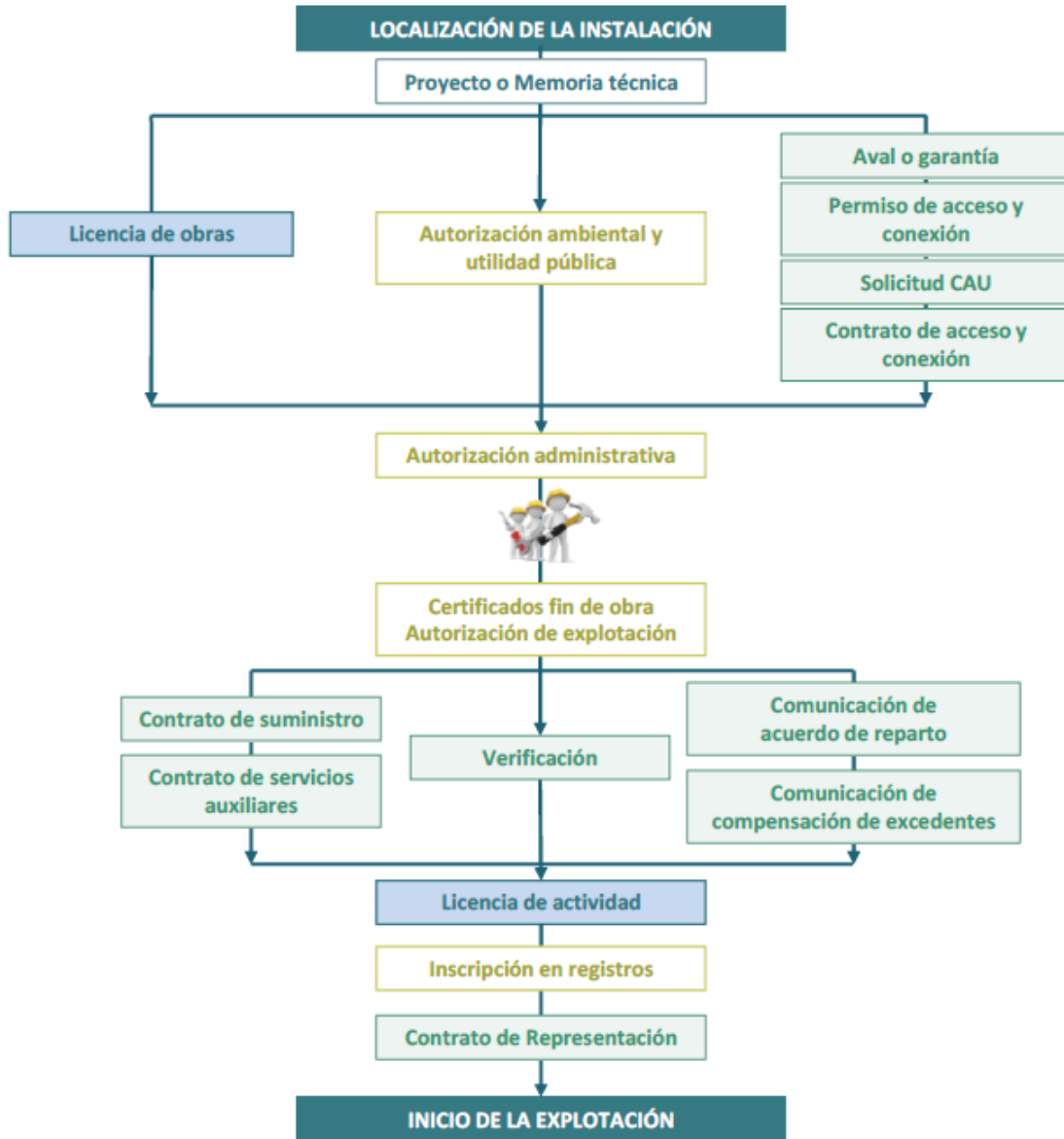
Únicamente para las instalaciones con excedentes no acogidas a compensación de excedentes y que decidan vender su energía excedentaria.

En la siguiente 14 se muestran los pasos mencionados anteriormente:

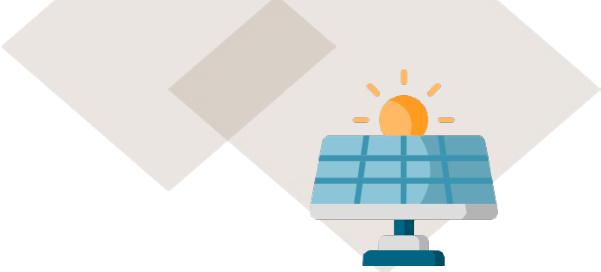


5. Modalidades de autoconsumo

Figura 14. Pasos en la constitución de una instalación fotovoltaica (IDAE)

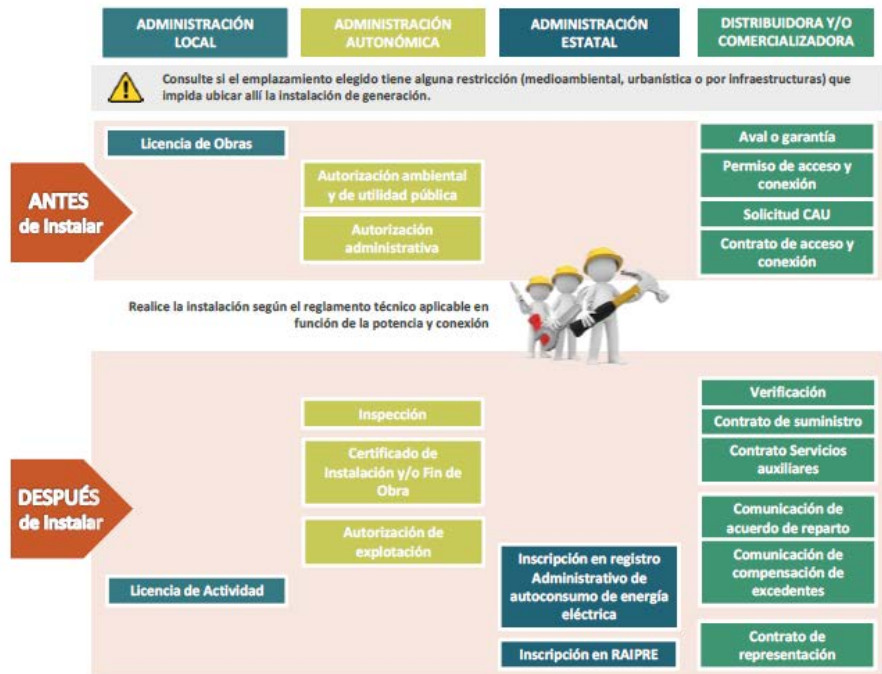


Por último, la Figura 15 muestra a que organismo corresponde cada tramitación.

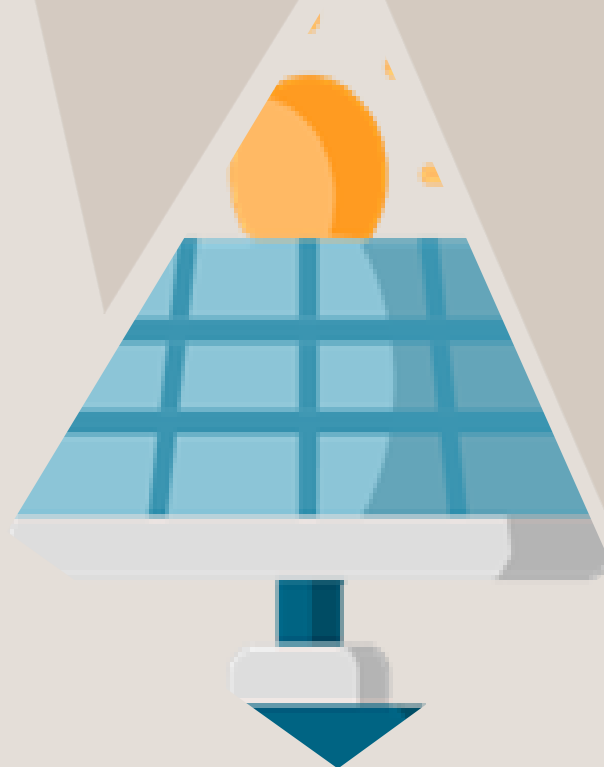


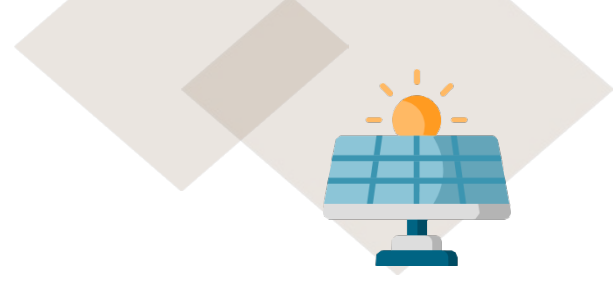
5. Modalidades de autoconsumo

Figura 15. Organismos de realización de los diferentes trámites



6. Aplicación web





6. Aplicación web

El análisis de las diferentes modalidades de autoconsumo permitidas, la elaboración de perfiles de consumo tipo y el cálculo del potencial fotovoltaico de los edificios ha dado como resultado final una **aplicación** (actualmente en formato de hoja de cálculo) que **permitirá**, entre otras cosas:

- Estimar el dimensionado de la instalación fotovoltaica de tu edificio
- Seleccionado tu perfil, identificar que modalidad es la óptima en su caso
- Estimar la repercusión en la factura eléctrica □ AHORROS ECONÓMICOS

6.1 Variables de entrada

La aplicación necesita una información mínima para poder ofrecer resultados y conclusiones. Esta información se introduce en 8 campos diferentes:

6.1.1. Ubicación

Es necesario identificar donde se encuentra el edificio objeto de estudio. Se entiende, como norma general, que la instalación fotovoltaica se ubicará en la cubierta del mismo. Tal y como se ha detallado en este documento, existen 3 zonas climáticas en Euskadi para seleccionar: costera, intermedia y fría.

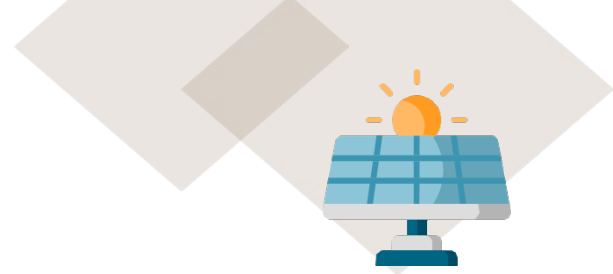
6.1.2. Número de viviendas

El número total de viviendas que componen el edificio. La producción fotovoltaica generada en la cubierta del mismo se divide entre el número total de viviendas. De manera adicional, el resto de los cálculos y los resultados ofrecidos están identificados por vivienda.

6.1.3. Área de cubierta

Expresada en m². Si se desconoce o no se tiene una cifra que se pueda ajustar a la realidad, se recomienda utilizar herramientas sencillas que permiten la medición y cálculo de las dimensiones de las cubiertas, tales como Google Maps.

Ejemplo Google Maps: Introducir la dirección del edificio objeto de estudio, clicar con el botón derecho y seleccionar “medir distancia”. Se define el perímetro de la cubierta donde irán ubicadas las placas fotovoltaicas y la superficie aparece directamente.



6. Aplicación web

6.1.4. Orientación

Es una de las variables que afecta a la producción de energía por parte de los paneles fotovoltaicos.

La aplicación permite introducir la orientación con intervalos de 45°, teniendo un total de 9 opciones: 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, -45°, -90° y -135° según el siguiente esquema orientativo:

6.1.5. Inclinación del panel

La inclinación de los paneles es otro parámetro que afecta a la eficacia de la instalación. Suele venir definida por la propia inclinación de la cubierta del edificio, en caso de que los paneles vayan a montarse de manera integrada, o de la estructura portante de los mismos, en caso de que se monten en una cubierta plana.

En la aplicación existen 4 opciones para elegir la inclinación de los paneles: 5°, 15°, 25° y 35°.

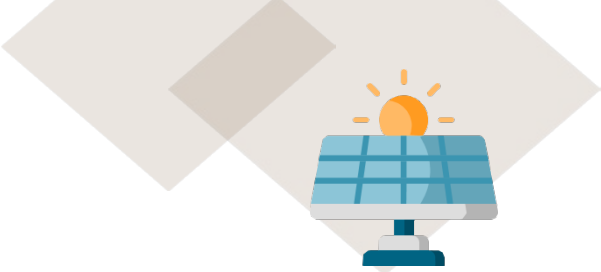
6.1.6. Consumo anual

Expresado en kWh. Es la cantidad total de energía eléctrica que consume la vivienda a lo largo de un año. Es posible conocerlo gracias a las facturas o mediante acceso a plataformas de gestión de datos, tales como DATADIS.

La aplicación solicita que se introduzca el número del consumo total anual. Si por cualquier motivo, no se conoce esta cantidad y tampoco se puede calcular con precisión, la aplicación solicita que se rellene la casilla con el número "0" (cero) y habilita 2 preguntas complementarias para que sean respondidas:

- Si la vivienda dispone de calefacción eléctrica
- Si la vivienda dispone de sistema eléctrico para el ACS

Una vez respondidas estas dos preguntas, junto con la información de a qué zona climática corresponde el edificio (punto 1) y el perfil tipo elegido (punto 7), la aplicación estima de manera interna el consumo anual promedio.



6. Aplicación web

6.1.7. Perfil de persona usuaria

Tal y como se ha identificado en el apartado 3.3 del presente documento, existen 8 posibles opciones para seleccionar el perfil de usuario/a de consumo tipo que mejor encaje en cada caso (Figura 16).

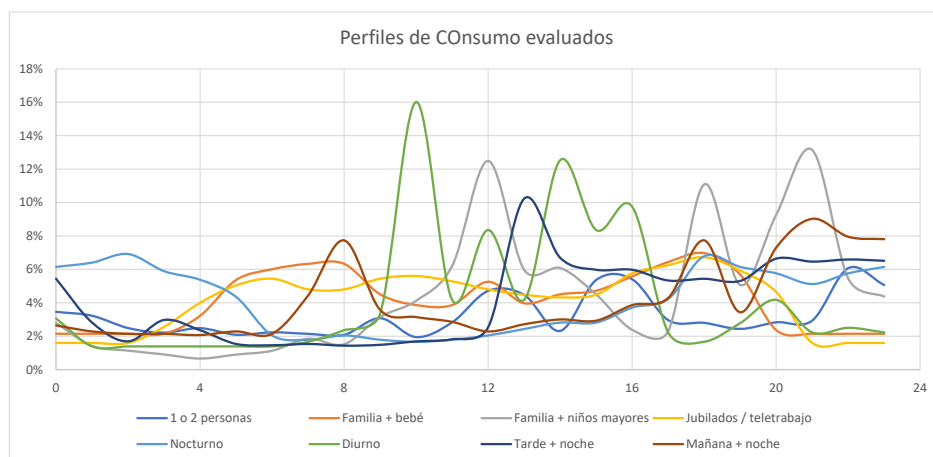
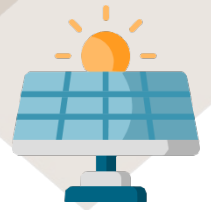


Figura 16. Curva de consumo de un día de los diferentes perfiles elaborados (Fuente: elaboración propia)

6.1.8. Baterías

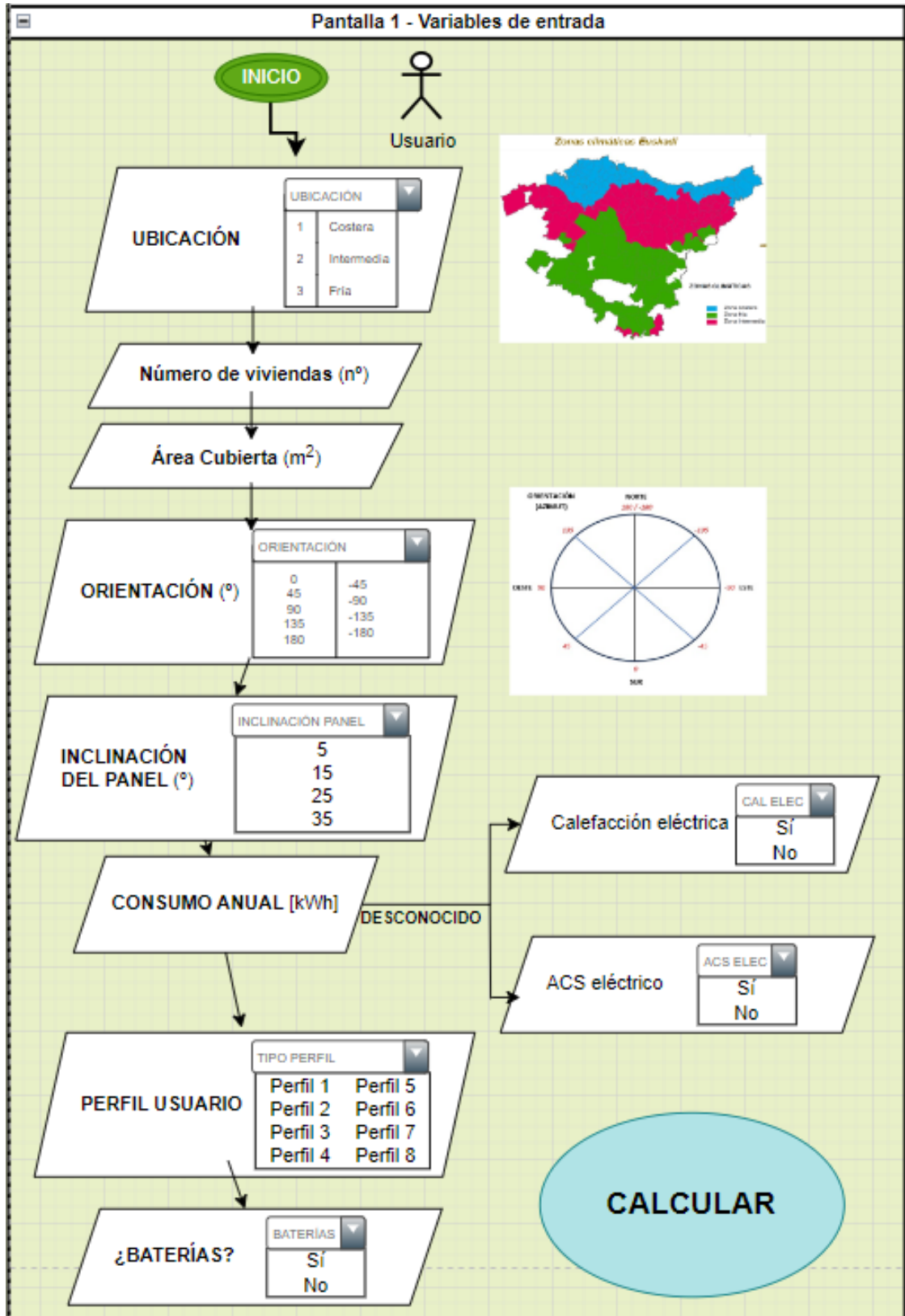
La última pregunta que realiza la aplicación es si la instalación dispondrá de baterías o no. Esta información es relevante para el cálculo del ahorro económico, tanto en las facturas de las personas inquilinas como en el periodo de retorno de la instalación. Independientemente de esta entrada a nivel interno, la aplicación realiza los cálculos sin baterías y con diferentes tamaños de baterías y muestra un gráfico final para evaluar el impacto de añadir baterías a la instalación las cuales ofrecerán en general mayores ahorros, un valor mayor de inversión y un payback diferentes

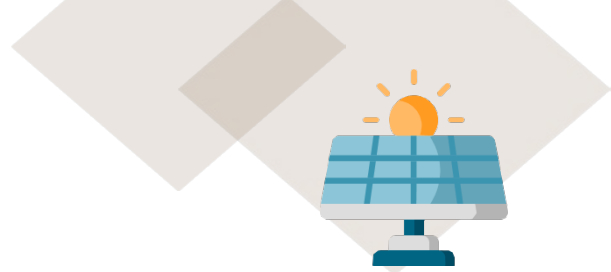
En la siguiente Figura 17 se puede observar un esquema de las variables de entrada de la aplicación.



6. Aplicación web

Figura 17. Esquema de las variables de entrada de la aplicación (Fuente: elaboración propia)





6. Aplicación web

6.2 Premisas consideradas/Criterios adoptados

Para el correcto funcionamiento de la herramienta o en su defecto de la hoja de cálculo, se han tenido en cuenta ciertos criterios de carácter técnico.

6.2.1. Características del panel solar fotovoltaico

En la actualidad, el mercado ofrece muchísimas posibilidades en cuanto a paneles fotovoltaicos se refiere, tanto en tamaños como en potencias. Adicionalmente, la tecnología ha evolucionado y se han mejorado los rendimientos de los propios paneles, sin que ello haya conllevado un incremento en el precio de los mismos.

Para los cálculos a realizar de manera interna por la aplicación, se ha considerado un panel fotovoltaico tipo con las siguientes características:

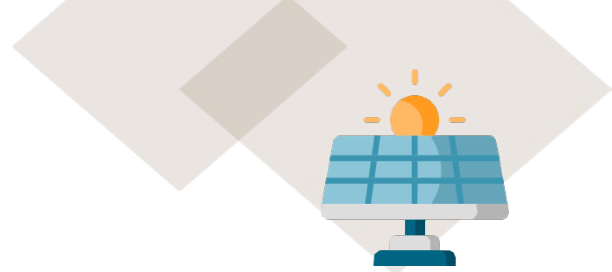
Características del panel fotovoltaico	
Longitud	2,112 m
Ancho	1,052 m
Superficie	2,22 m ²
Potencia pico	450 Wp

6.2.2. Número de horas anuales

A la hora de realizar los cálculos, se han considerado 8.760 horas anuales, es decir, de un año natural al que le corresponden 365 días.

6.2.3. Diferencias invierno-verano

En los casos en los que se desconoce el consumo anual de energía, y se especifica que existe calefacción eléctrica, los consumos de los meses de invierno (de octubre a marzo) han sido mayorados, teniendo en cuenta las diferentes zonas climáticas. Los meses de verano no se han modificado al considerarse que no existe demanda de refrigeración.



6. Aplicación web

6.2.4. Aspectos económicos

Para poder calcular costes, cuantificar ahorros y estimar periodos de retorno de la inversión realizada, se ha tenido que disponer de una serie de precios y valores económicos. Se han utilizado precios reales de mercado, extraídos de facturas del año natural 2023, para que los valores se ajusten al máximo a la realidad y estén lo más actualizados posibles. De esta manera, se ha determinado:

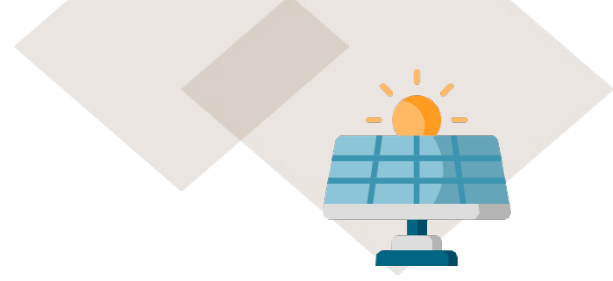
- Precio de compensación de excedentes: 0,12 €/kWh
- Precio de venta a red: 0,13 €/kWh
- Tarifas de consumo:
 - Modalidad tarifa plana (P1): 0,20 €/kWh

Adicionalmente el precio total de la instalación que corresponde a la inversión a realizar se ha calculado mediante un factor extraído del análisis de la evolución del mercado en los últimos años, y los precios de diferentes ofertas reales realizadas por diferentes proveedores. A mayor potencia pico instalada se produce una economía de escala, los precios variables aumentan, pero los precios fijos no aumentan proporcionalmente por lo que se produce una bajada del coste específico de la instalación (coste por kWp instalado).

Los gastos asumidos en la instalación fotovoltaica comprenden:

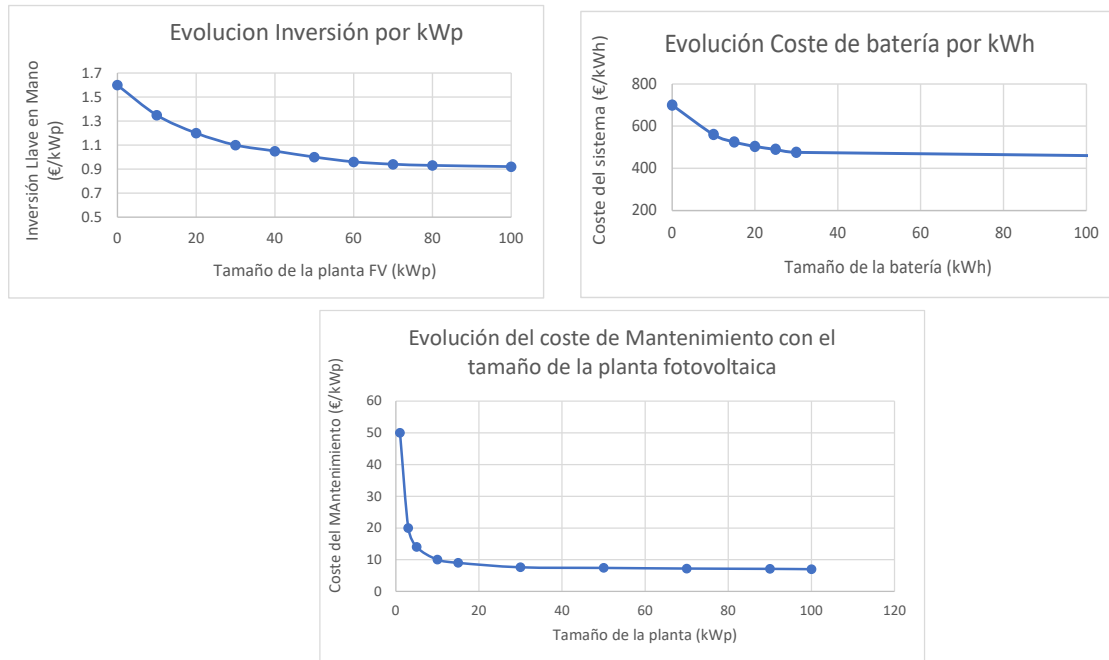
- paneles fotovoltaicos
- Inversor
- estructura portante (si fuera necesario)
- mano de obra
- cableado eléctrico
- Instalación y puesta en marcha
- legalizaciones y tramitaciones administrativas
- baterías (si fueran necesarias)
- Coste del mantenimiento anual medio estimado.

En la Figura 18 se muestran las curvas de costes utilizados en la aplicación:



6. Aplicación web

Figura 18. Esquema de las variables de entrada de la aplicación (Fuente: elaboración propia)



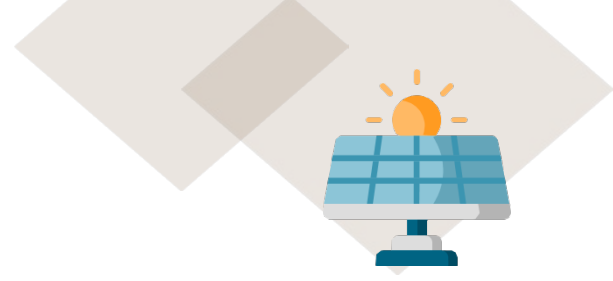
Estos valores pueden ser actualizados en una hoja de precios que inicialmente se muestra oculta y que incluye los costes de inversión y mantenimiento de la planta fotovoltaica, del sistema de almacenamiento y los precios de las tarifas eléctrica contratadas.

6.2.5. Aprovechamiento de la cubierta

Una de las variables de entrada consiste en identificar la superficie (m²) de la cubierta del edificio. Como es lógico, la totalidad de esa superficie no es la que se considera para poder dimensionar la instalación fotovoltaica. Se le aplica un factor minorante para obtener el área útil real de cubierta, que contempla:

- Existencia de obstáculos, tales como chimeneas, antenas, casetones, etc.
- Espacio entre filas de paneles para realizar el mantenimiento
- Ubicación del cableado
- Distancia mínima con los linderos/petos de la cubierta

Por lo mencionado anteriormente, el factor minorante se ha establecido en 0,65, considerándose del lado de la seguridad. Así mismo, el propio PVGIS también establece unos factores reductores de la eficacia de la instalación por pérdidas del sistema, elementos que arrojan sombra, etc.



6. Aplicación web

El caso óptimo, sería poder caracterizar las cubiertas de cada edificio objeto de estudio, y obtener el área de cubierta útil real para realizar el dimensionado de la instalación. Es una mejora que se planteará a futuro para la aplicación.

6.2.6. Diferentes escenarios de potencia instalada en la cubierta

Una vez calculada el área disponible la aplicación buscará cual es el tamaño de planta que produce un mejor aprovechamiento de la inversión según los criterios establecidos por la persona usuaria. Para ello, se analizan un total de 5 niveles de potencia empezando por el 100% de la potencia pico que puede instalarse en la superficie útil de la cubierta (potencia máxima instalable) y reduciendo potencia hasta el 80%, el 60%, el 40% y el 20% de la potencia máxima instalada. Los cálculos van ligados a estudios económicos y permiten determinar cuál es la solución óptima en cada caso.

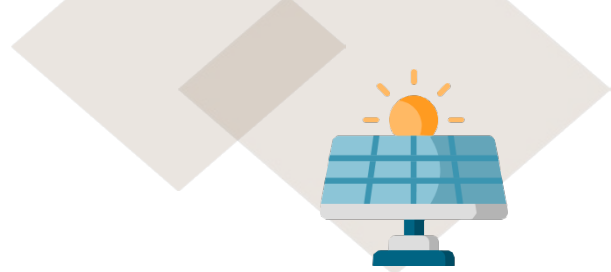
6.2.7. Reparto energía entre las viviendas

Se asume que la energía fotovoltaica producida en la cubierta del edificio es distribuida a partes iguales entre todas las viviendas que componen el edificio. En la realidad, en el autoconsumo comunitario existen unos coeficientes de reparto (llamados coeficientes β) de esa energía fotovoltaica producida, cuyos valores se incluyen en un acuerdo firmado por los/as diferentes consumidores/as participantes, y que no tienen por qué ser iguales entre ellos. La suma de los diferentes coeficientes de reparto es siempre igual a la unidad (1).

6.2.8. Estimación consumos de energía

De manera complementaria a los consumos reales obtenidos de inquilinos/as de viviendas de alquiler social gestionadas por ALOKABIDE, se han extraído datos de estudios estadísticos de gran detalle como son: “Claves energéticas del sector doméstico en Euskadi” elaborado por el Ente Vasco de la Energía (EVE)[14] y “PROYECTO SECH-SPAHOUSEC: Análisis del consumo energético del sector residencial en España” elaborado por el IDAE[15].

De dichos estudios, se han obtenido, entre otra información resultante de interés para los cálculos de la aplicación, los consumos eléctricos promedio de las viviendas del País Vasco y el reparto del consumo entre todos los electrodomésticos (Figura 19 y Figura 20).



6. Aplicación web

Figura 19. Consumo medio anual de electricidad por vivienda por municipios en la CAPV (Fuente: EVE)

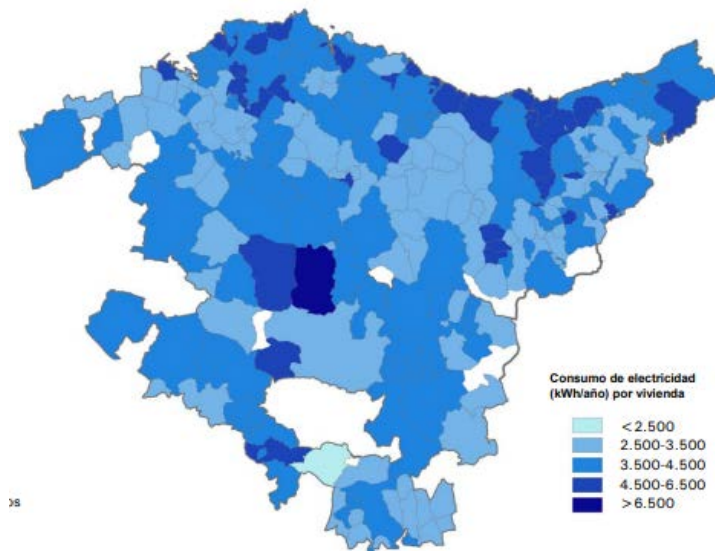
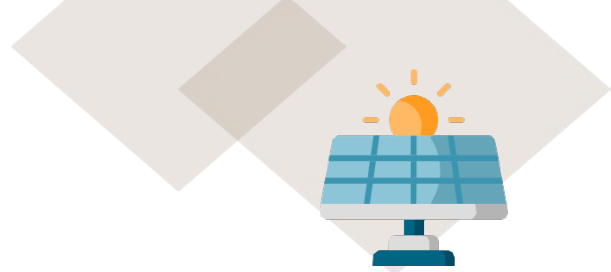


Figura 20. Consumo final de electricidad por usos en las viviendas vascas (izquierda, fuente: EVE) y reparto de consumo energético en electrodomésticos (derecha, fuente: EVE)





6. Aplicación web

6.3 Resultados y conclusiones

Una vez introducida toda la información mínima necesaria en la parte de “Entrada”, la aplicación o la hoja de cálculo en su defecto, realiza los cálculos necesarios para obtener y mostrar una serie de resultados y conclusiones finales.

Previamente a visualizar los resultados, la herramienta dispone de **2 criterios de selección** que afectan a elección de la solución óptima:

1. **Periodo mínimo de retorno** que se espera. Por defecto el valor establecido es de 10 años
2. **Ahorro mínimo** esperado. Por defecto el valor establecido es de 60%

La modificación de estos criterios hará que también varíen las soluciones óptimas para cada caso, pudiéndose ver modificado el tamaño de la instalación (potencia pico instalada), el uso o no de baterías y su correspondiente capacidad (kWh), la modalidad de autoconsumo seleccionada y por último el ahorro económico obtenido.

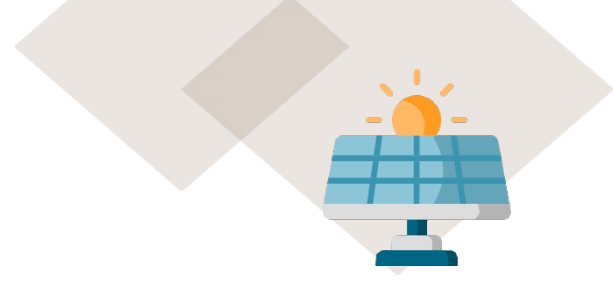
La aplicación encuentra la solución óptima en base al siguiente criterio de selección

- Evalúa cuál de las simulaciones realizadas cumple los criterios de entrada
- De entre las opciones que cumplen se selecciona la que supone una menor inversión
- Si la inversión es igual, se elige como solución óptima aquella que produce el mínimo retorno de la inversión (payback).

Los resultados que muestra la aplicación corresponden al tamaño de planta FV, tamaño de batería y modo de autoconsumo elegidos y se componen de:

6.3.1. Análisis del consumo eléctrico

Se muestra el consumo de energía total anual que ha tenido una vivienda del edificio objeto de estudio, que corresponderá con el valor introducido en la variable de entrada (Punto 6: Consumo anual) o el estimado en caso de no conocerse una vez se han definido las instalaciones de ACS y calefacción, zona climática y perfil de usuario/a.



6. Aplicación web

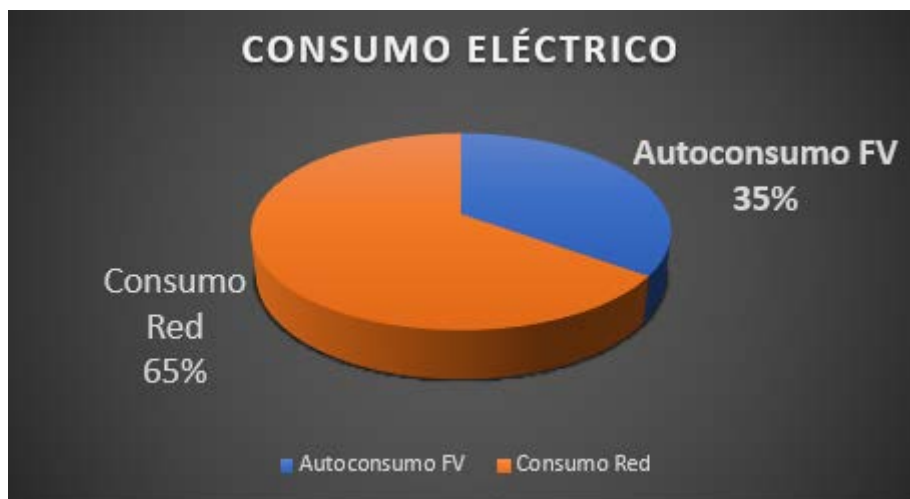
De este consumo de energía, se identifica y se muestra su origen, es decir, cuanta cantidad de energía consumida procede de la red eléctrica (de la calle) o es energía auto consumida que ha sido producida por la instalación fotovoltaica.

Puede haber 3 escenarios diferentes para el consumo de energía:

1. La vivienda tiene consumo eléctrico, pero en ese momento no existe generación fotovoltaica → **Consumo de red**
2. La vivienda tiene consumo eléctrico y en ese momento existe generación fotovoltaica pero la generación es menor al consumo requerido → **Consumo de red + Autoconsumo**
3. La vivienda tiene consumo eléctrico y existe generación fotovoltaica siendo la producción mayor que el consumo requerido → **Autoconsumo + Excedentes**

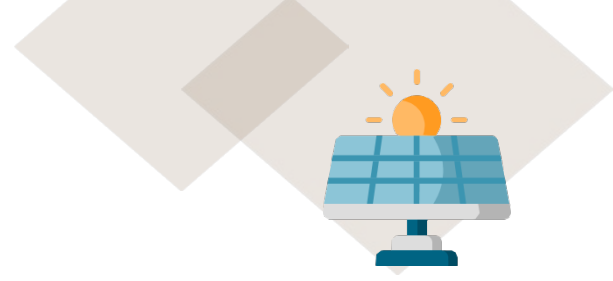
Ejemplo: En la siguiente Figura 21 se muestra el reparto del consumo de energía que ha tenido una vivienda ejemplo, en la cual, el 65% de la energía consumida anual procede de la red, y la restante, un 35%, ha sido auto consumida de la producción fotovoltaica.

Figura 21. Análisis del consumo de energía eléctrica en función de su procedencia



6.3.2. Análisis de la energía fotovoltaica

Se muestra la energía producida por la instalación fotovoltaica por vivienda y se identifica la cantidad de dicha energía que ha sido aprovechada para su autoconsumo o por el contrario han sido excedentes.



6. Aplicación web

A modo ejemplo, se muestra en la Figura 22 el aprovechamiento real que ha tenido la energía de origen fotovoltaico en una vivienda. El 21 % de la energía se ha auto consumido, mientras que el 79% restante han sido excedentes.

Figura 22. Análisis del consumo de energía eléctrica en función de su procedencia

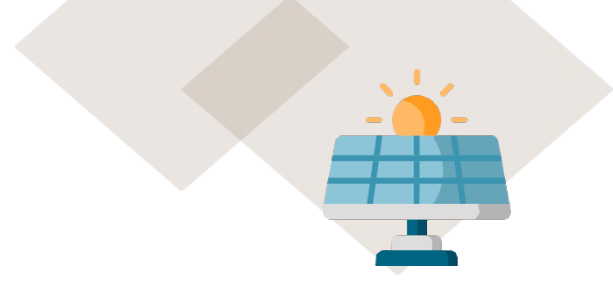


Estas cantidades varían en función de la modalidad de autoconsumo analizada:

- **Autoconsumo con excedentes:** Son los valores mostrados por el ejemplo, donde el 21% de la energía fotovoltaica es auto consumida y el 79% restante son excedentes.
- **Autoconsumo con almacenamiento en baterías:** El porcentaje de energía auto consumida será mayor que en el caso anterior, ya que se aprovecha la energía producida en otras horas del día (mañanas y noches) aparte de cuando existe generación. Por tanto, los excedentes serán menores.
- **Venta directa a red:** En el caso que la opción elegida sea la venta a la red, las figuras anteriores mostrarán que toda la energía producida se convierte en excedentes y todo el consumo proviene de la red eléctrica.

6.3.3. Análisis económico

Por un lado, se calcula el importe de la factura eléctrica en la situación inicial (sin instalación fotovoltaica) y considerando sólo el coste de la energía y no el coste del contrato de potencia. En base a este valor se calculan los ahorros que se pueden llegar a producir por disponer de la instalación solar fotovoltaica en el edificio en los diferentes escenarios. La evaluación se analiza con las 3 diferentes modalidades de autoconsumo



6. Aplicación web

y se identifica con cuál de ellas es con la que se obtiene un ahorro económico mayor y un mejor retorno de la inversión.

Por otro lado, una vez obtenidos los ahorros e identificada la mejor modalidad de autoconsumo, se obtiene un índice que representa de forma simplificada el periodo de retorno de la inversión en la instalación (en años). Este cálculo consiste en evaluar los costes totales de inversión de la instalación más el coste mantenimiento anual estimado durante un periodo de 10 años y dividirlo entre el ahorro producido de manera anual (Figura 23).

Figura 23. Análisis de los ahorros económicos obtenidos

Tabla de resultados finales			
AHORRO			
	<i>Ahorro</i>	<i>Inversion</i>	<i>payback</i>
Autoconsumo con excedentes	7,619	51,240	7.21
Venta directa a red	7,528	51,240	7.3
Autoconsumo con baterías	8,054	62,328	7.74
OPCION OPTIMA		Autoconsumo con excedentes	
	EDIFICIO	INDIVIDUAL	
POTENCIA FV	48.80	1.22	kWp
Sistema de Almacenamiento	0.00	0.00	kWh
INVERSION	51,240	1,281	€
Factura anterior	9,100	227	€
Factura con FV	1,481	37	€
Ahorro	7,619	190	€
Ahorro (%)	84%	84%	%
Retorno de la inversión	6.73	6.73	años

Asimismo, la aplicación muestra un resumen gráfico de los resultados obtenidos donde pueden evaluarse otros escenarios intermedios. Se muestran 2 gráficos:

a) Evolución del ahorro en función del tamaño de la planta.

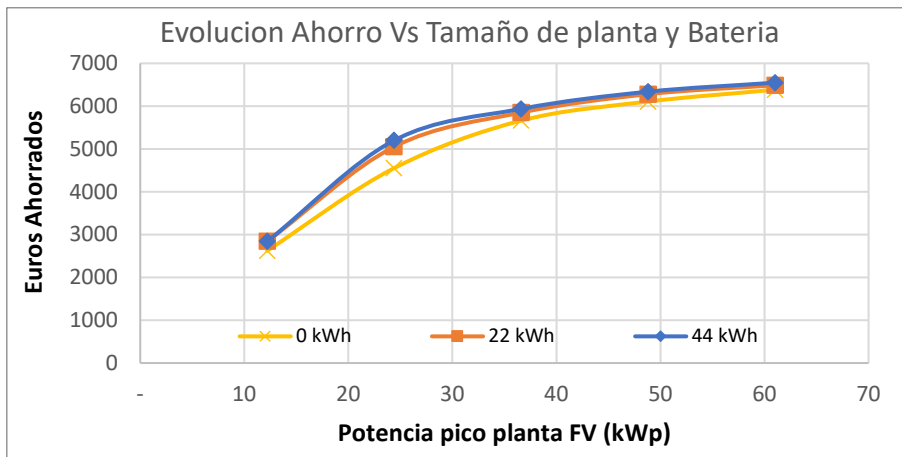
Esta gráfica muestra la evolución del ahorro en función del tamaño de planta (Figura 24). Ocurre con frecuencia que, si se aumenta el tamaño de la planta, pero no existe un consumo asociado, los excedentes aumentan y el valor de económico que podemos extraer de ellos se reduce por lo que el ahorro deja de aumentar o se ralentiza.



6. Aplicación web

Igualmente, la instalación de la batería tiene una influencia en el ahorro hasta llegar a cierto tamaño a partir del cual generalmente no genera mayores ahorros puesto que no hay excedentes adicionales que puedan ser almacenados.

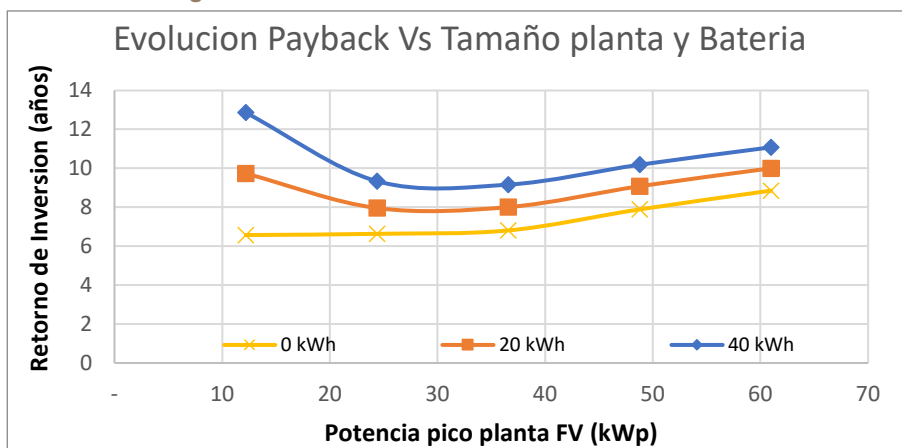
Figura 24. Evolución del ahorro en función del tamaño de la planta



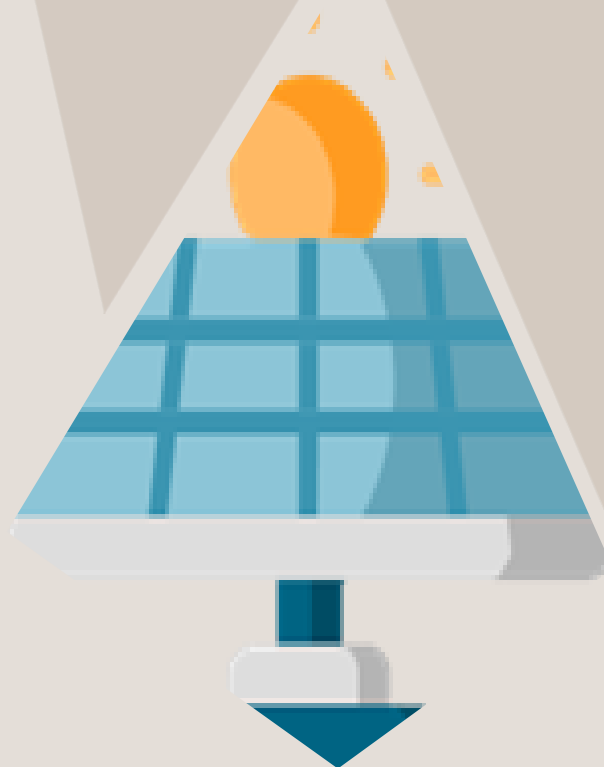
b) Evolución del índice de retorno de inversión

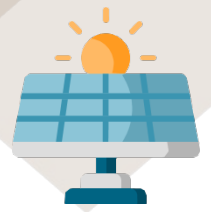
Este índice (Figura 25) muestra el impacto del aumento del tamaño de planta y del tamaño de la batería en el índice de retorno de inversión. De esta forma se puede observar cómo es de interesante para la inversión el aumento o reducción del tamaño de planta y el tamaño del sistema de almacenamiento.

Figura 25. Evolución del índice de retorno de inversión



7. Normativa de aplicación



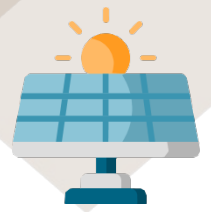


7. Normativa de aplicación

¿Qué normas y leyes están relacionadas con la energía eléctrica fotovoltaica?

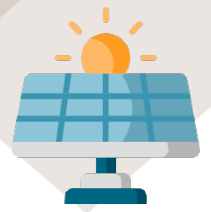
A continuación, se enumera toda la normativa vigente que es de aplicación y que está relacionada con la energía fotovoltaica eléctrica, recogida en la Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo elaborada por el IDAE:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (texto consolidado). BOE nº 310 de 27 de diciembre de 2013.
- Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal (texto consolidado). BOE nº 177 de 23 de julio de 1970.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. BOE nº 242 de 6 de octubre de 2018.
- 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. BOE núm. 340, de 30/12/2020.
- Real Decreto-ley 12/2021, de 24 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito de la fiscalidad energética y en materia de generación de energía, y sobre gestión del canon de regulación y de la tarifa de utilización del agua. BOE nº 151 de 25 de junio de 2021.
- Real Decreto-ley 19/2021, de 5 de octubre, de medidas urgentes para impulsar la actividad de rehabilitación edificatoria en el contexto del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. BOE nº 239 de 06 de octubre de 2021.
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables. (texto consolidado). BOE nº 305, de 22/12/2021.
- Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania. BOE nº 76, de 30 de marzo de 2022



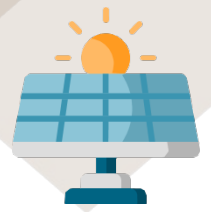
7. Normativa de aplicación

- Real Decreto-ley 11/2022, de 25 de junio, por el que se adoptan y se prorrogan determinadas medidas para responder a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania, para hacer frente a situaciones de vulnerabilidad social y económica, y para la recuperación económica y social de la isla de La Palma. BOE nº 152, de 26 de junio de 2022.
- Real Decreto-ley 14/2022 de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural. BOE nº 184, de 02 de agosto de 2022.
- Real Decreto-ley 18/2022, de 18 de octubre, por el que se aprueban medidas de refuerzo de la protección de los consumidores de energía y de contribución a la reducción del consumo de gas natural en aplicación del «Plan + seguridad para tu energía (+SE)», así como medidas en materia de retribuciones del personal al servicio del sector público y de protección de las personas trabajadoras agrarias eventuales afectadas por la sequía. BOE nº 251, de 19 de octubre de 2022.
- Real Decreto-ley 20/2022, de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la Guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad. BOE nº 311, de 28 de diciembre de 2022.
- 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. BOE nº 423 de 10 de octubre de 2015.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. BOE nº 83 de 6 de abril de 2019.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (texto consolidado). BOE nº 310 de 27 de diciembre de 2000.



7. Normativa de aplicación

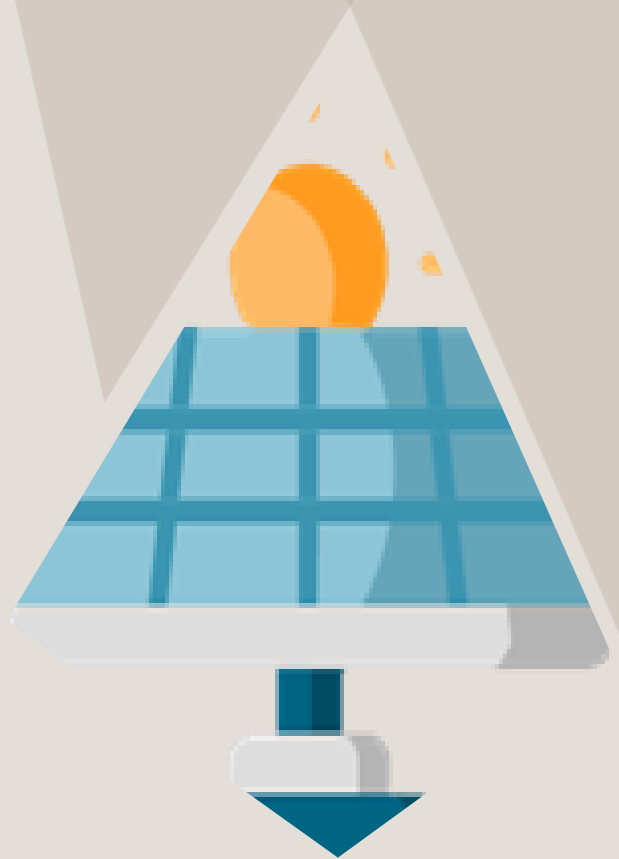
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (texto consolidado). BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (texto consolidado). BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2007.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. BOE nº 3295 de 8 de diciembre de 2011.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica. BOE nº 312 de 30 de diciembre de 2013.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. BOE nº 139 de 9 de junio de 2014.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. BOE nº 140 de 10 de junio de 2014.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas. BOE nº 187, de 08 de julio de 2020.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. BOE nº 187, de 08 de julio de 2020.
- Real Decreto Legislativo 2/2004 de 5 de marzo por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales. BOE nº 59 de 9 de marzo de 2004.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión (texto consolidado). BOE nº 208 de 01 de agosto de 2020

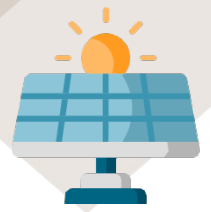


7. Normativa de aplicación

- Orden TED/1247/2021, de 15 de noviembre, por la que se modifica, para la implementación de coeficientes de reparto variables en autoconsumo colectivo, el anexo I del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. BOE nº 274 de 16 de noviembre de 2021.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica. BOE nº 19, de 22 de enero de 2021.
- Reglamento (UE) 2016/631 DE LA COMISIÓN de 14 de abril de 2016 que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red y su Corrección de errores.
- Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631. Versión 2.1

8. Referencias

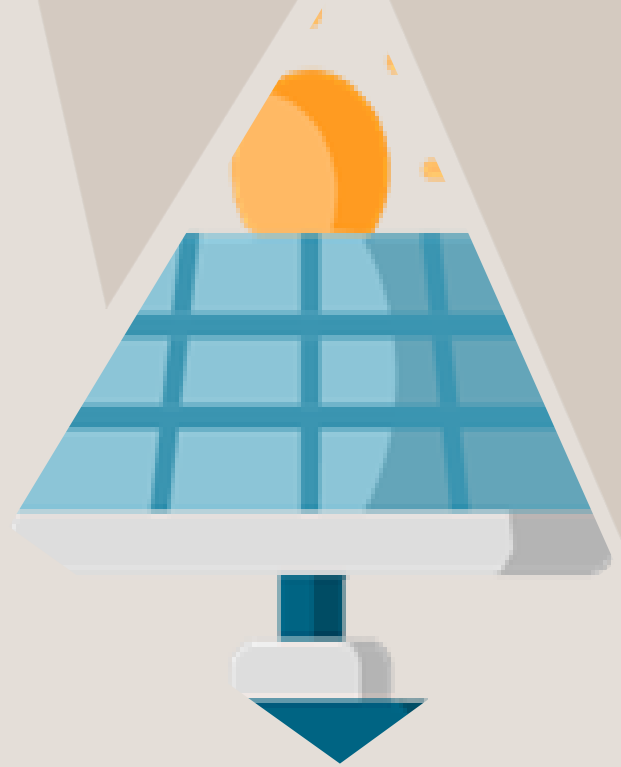


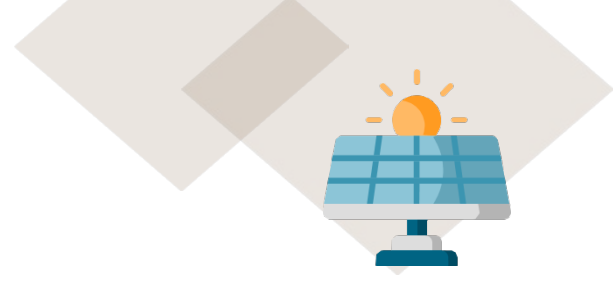


8. Referencias

- [1] PARLAMENTO EUROPEO, “DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).” Diario Oficial de la Unión Europea, pp. 18.6.2010 L153/13-35, 2010.
- [2] PARLAMENTO EUROPEO, “DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.” pp. 14.11.12 L 315/1-56, 2012.
- [3] “<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/edificacion.html>.” .
- [4] “https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_es.” .
- [5] 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,” *Boletín Of. del Estado*, pp. 35674–35719, 2019.
- [6] EVE Ente Vasco de la Energía, *Atlas de radiacion solar del Pais Vasco.pdf*. 1998.
- [7] “DATADIS, <https://datadis.es/home>.” .
- [8] “Red Eléctrica de España, <https://www.ree.es/es/clientes/generador/gestion-medidas-electricas/consulta-perfiles-de-consumo>.” .
- [9] “Global Solar Atlas, <https://globalsolaratlas.info>.” .
- [10] IDAE - Institute for Energy Diversification and Saving, “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red,” *Idae*, p. 46, 2011, [Online]. Available: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf.
- [11] Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana, “DB HE - Ahorro de Energía,” *Código técnico la Edif.*, pp. 1–129, 2022, [Online]. Available: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>.
- [12] “PVGIS, https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/.” .
- [13] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía (ENERAGEN), *Guía IDAE 021: Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo (edición v.5.1)*. Madrid, 2023.
- [14] EVE Ente Vasco de la Energía, “Claves energéticas del sector doméstico en Euskadi,” 2013.
- [15] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. IDAE, “Proyecto Sech-Spahousec, Análisis del consumo energético del sector residencial en España,” p. 76, 2016, [Online]. Available: www.idae.es.

9. Equipo de diseño





9. Equipo de diseño

- **Grupo de investigación de ENERgética en la EDIficación**, grupo ENEDI de la
 - Universidad del País Vasco UPV/EHU.
 - <https://www.ehu.eus/es/web/enedi>

- **Área térmica del Laboratorio de Control de Calidad en Edificación**, del
 - Gobierno Vasco.
 - termica@euskadi.eus
 - <https://www.euskadi.eus/area-termica/web01-a3calida/es/>

- **Fundación Zubigune**
 - <https://zubigune.org/>



Grupo de investigación ENEDI de la
UPV/EHU



Área térmica del Laboratorio de
Control de Calidad en Edificación
del Gobierno Vasco.

