



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

## **Evaluación técnico-económica del autoconsumo fotovoltaico y balance neto en España.**

Techno-economical evaluation of photovoltaic self-consumption  
and net-metering in Spain.

Autor

Víctor Espino Oliván

Director

Rodolfo Dufo López

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2019



**Universidad**  
Zaragoza

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL  
AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO Y BALANCE  
NETO EN ESPAÑA



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza

*A Nacho,  
te recordaré.*



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>2. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN BASE Y EQUIPOS</b>	6
<b>3. SOFTWARE iHOGA</b>	9
<b>4. JUSTIFICACIÓN DATOS UTILIZADOS EN iHOGA</b>	10
• IMPUESTOS	10
• TÉRMINO DE POTENCIA	10
• PRECIO PANELES SOLARES	10
○ PRECIO PANELES FOTOVOLTAICOS	10
○ PRECIO ESTRUCTURA	10
○ MANO DE OBRA EN INSTALACIÓN	10
○ COMPONENTES ADICIONALES:	10
• PRECIO INVERSORES	11
• TASA DE INTERÉS:	11
• INFLACIÓN PRECIO ELECTRICIDAD	11
<b>5. SITUACIÓN DEL AUTOCONSUMO EN ESPAÑA</b>	12
CLASIFICACIÓN DE LAS MODALIDADES DE AUTOCONSUMO	12
MECANISMO DE COMPENSACIÓN SIMPLIFICADA. Artículo 14	13
<b>6. CASOS DE ANÁLISIS</b>	14
COMPARATIVA ENTRE METODOS DE COMPENSACIÓN	17
<b>7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>	21
TASA DE INTERÉS	21
INFLACIÓN PRECIO DE LA ELECTRICIDAD	22
POTENCIA PANELES FOTOVOLTAICOS	22
<b>8. CONCLUSIONES</b>	24
<b>9. REFERENCIAS</b>	25
<b>ANEJO I</b>	26
<b>ANEJO II</b>	30
<b>ANEJO III</b>	31
<b>ANEJO IV</b>	33
<b>ANEJO V</b>	34



**Universidad**  
Zaragoza

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL  
AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO Y BALANCE  
NETO EN ESPAÑA



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en un análisis técnico y económico de una instalación productora de energía eléctrica mediante una instalación fotovoltaica, la cual tiene como fin ser autoconsumida en el lugar donde se instala e inyectar la energía excedentaria a la red de transporte y distribución.

Para el análisis técnico se evaluarán diferentes escenarios, combinando diferentes equipos y tarifas eléctricas actualmente existentes en el mercado, además para analizar la parte económica se considerará que la instalación está acogida a la modalidad de *Suministro con autoconsumo con excedentes*, la cual está regulada según el **Real decreto 244/2019, 5 de abril [1]**.

El objeto del proyecto es el de analizar las posibilidades que se disponen actualmente en España, el denominado *Net Metering*, a la hora de decidir implementar una instalación de autoconsumo y comparar dichas posibilidades con otras (Net billing anual/mensual), analizando las ventajas y desventajas para cada caso.

Con objeto de definir los casos de análisis se definirá una instalación base, con un perfil de consumo basado en los datos de una vivienda real y con los precios de energía eléctrica correspondientes al periodo del año 2018 facilitados por Red Eléctrica Española.

Se analizará la instalación base utilizando el software iHOGA, el cual realizará un análisis basándose en todas las combinaciones posibles de inversor y paneles fotovoltaicos, para ello se introducirán diferentes modelos tanto de inversores como de paneles fotovoltaicos, con el objetivo de encontrar la situación óptima. Para el análisis se tendrán en cuenta las distintas tarifas que las compañías eléctricas ofrecen a los consumidores: 2.0A, 2.0DHS y 2.0DHA.

Para concluir con el estudio, se realizará un análisis de sensibilidad con el objetivo de analizar cuáles son los factores más influyentes y por lo tanto los que tienen la capacidad de variar los resultados obtenidos, se determinará si es rentable, actualmente, la instalación de un sistema de autoconsumo solar en una vivienda.

## 2. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN BASE Y EQUIPOS

Este proyecto va a llevarse a cabo tomando como instalación base la correspondiente a una vivienda de particulares, la cual habitan cuatro miembros de una familia, el consumo de energía eléctrica correspondiente a dicha vivienda es el del año 2018, bajo la tarifa 2.0A y una potencia contratada de 5,45kW.

Los datos de los consumos han sido obtenidos a través de la comercializadora, en este caso Endesa, la cual proporciona los consumos correspondientes a cada día y hora del año 2018.

EL consumo medio diario de la vivienda analizada fue de **7,12 kWh/día**

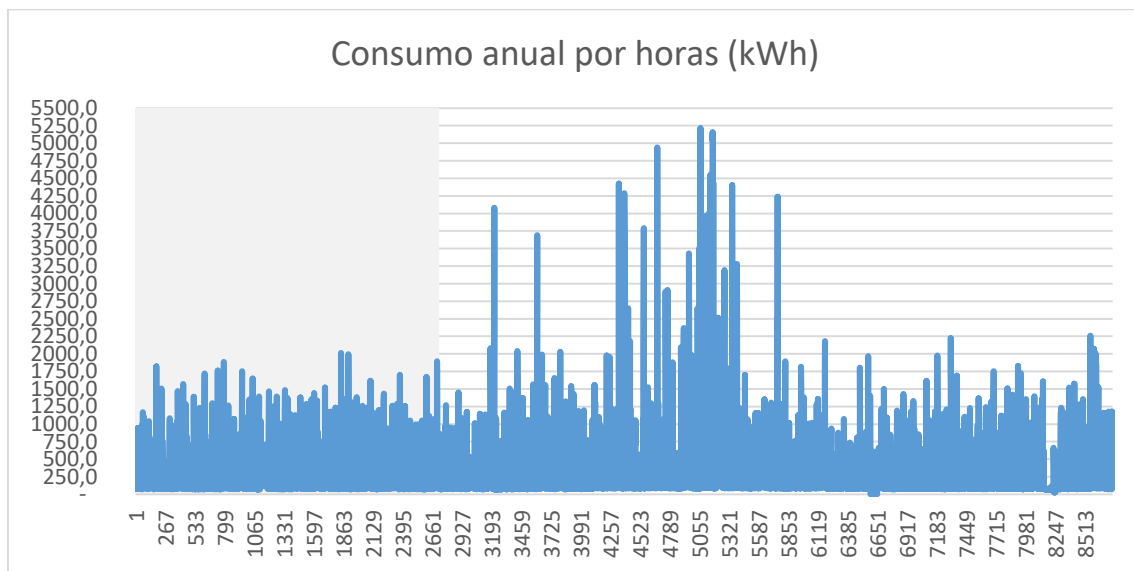


Fig.1 Perfil de carga AC de la vivienda analizada.

Para poder analizar de forma exhaustiva el carácter económico del proyecto y hacerlo de forma más real posible, se han obtenido los precios de la energía eléctrica del año 2018, dichos datos se obtuvieron a través de la página web de Red Eléctrica Española [3], quien proporciona una hoja Excel ) correspondiente a cada día del año, en la cual aparece el precio de **peaje de acceso, de producción y PMH** (precio de compra de la energía suministrada por instalaciones generadoras), para cada hora del día y para las tarifas 2.0A, 2.0DHS y 2.0DHA, por lo que se ha obtenido una hoja Excel con 26.280 filas.

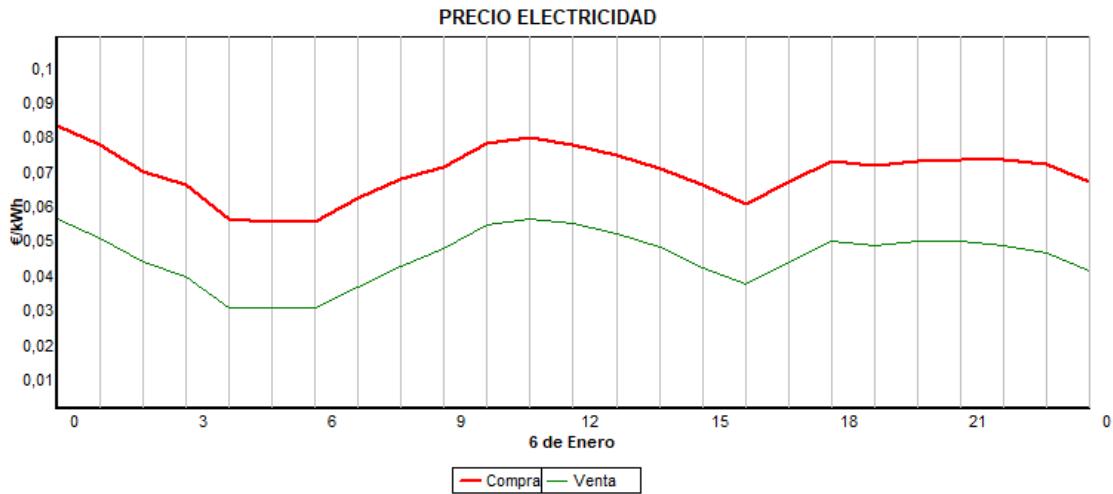


Fig 2: Evolución del precio de compra/venta diario

En cuanto a la instalación eléctrica está compuesta, en el lado de la generación, por paneles solares, inversor y el correspondiente cableado para su conexionado (Fig. 3). La instalación se conecta a la red a través de un contador bidireccional, el cual registrará tanto la energía consumida como la cedida a la red.

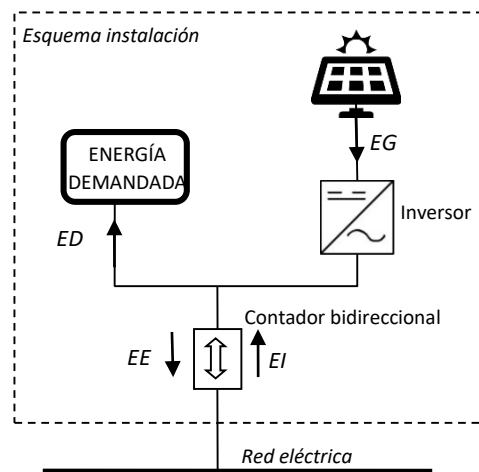


Fig. 3 Esquema instalación [2]

Los paneles solares escogidos para llevar a cabo el análisis son, **TALESUN TP672P** y **BAUER BSP275P**, y en cuanto a los inversores se ha escogido una gama de diferentes inversores de la misma marca con el objetivo de analizar diferentes escenarios en cuanto a potencia, tensión de entrada, rango de utilización del MPPT (*Maximum Power Point Tracker*), a continuación, se muestra una tabla resumen con las principales características de los inversores y paneles fotovoltaicos.



		Vdc (max)	Pdc (max)	MPPT range (V)	Vac	Pac
<b>SOLAX 0.7</b>	<b>X1-</b>	400V	840W	50-380	220/230V	700VA
<b>SOLAX 1.1</b>	<b>X1-</b>	400V	1250W	55-380	220/230V	1100VA
<b>SOLAX 1.5</b>	<b>X1-</b>	400V	1650W	55-380	220/230V	1500VA
<b>SOLAX 2.5</b>	<b>X1-</b>	600V	2700W	100-580	220/230V	2500VA
<b>SOLAX 3.3</b>	<b>X1-</b>	SOLAX X1-2.5	3450W	100-580	220/230V	3300VA
<b>SOLAX 4.2T</b>	<b>X1-</b>	600V	4600W	125-580	220/230V	4200VA

Tabla 1 Resumen características inversores.

	Potencia pico	Vmpp	Isc	$\eta$	Pmax temperatura coefficient
<b>TALESUN672P</b> <i>Según STC: Irradiancia:1000W/m<sup>2</sup> T<sup>a</sup>=25C<sup>o</sup></i>	330Wp	37,70V	9,27A	17,0%	-0,40%*/C <sup>o</sup>

Tabla 2 Resumen características panel fotovoltaico.

	Potencia pico	Vmpp	Isc	$\eta$	Pmax temperatura coefficient
<b>BAUER BS275P</b> <i>Según STC: Irradiancia:1000W/m<sup>2</sup> T<sup>a</sup>=25C<sup>o</sup></i>	275Wp	31,87V	9,20A	16,9%	-0,41%*/C <sup>o</sup>

Tabla 3 Resumen características panel fotovoltaico.





### 3. SOFTWARE iHOGA

En el presente proyecto, se ha utilizado como herramienta de análisis y simulación, el programa iHOGA (improved Hybrid Optimization by Genetic Algorithms).

Es un software desarrollado en C++ por investigadores de la Universidad de Zaragoza (España) para la simulación y optimización de sistemas híbridos de generación de energía eléctrica basados en energías renovables.

Dentro de las posibilidades del software, para este trabajo se ha utilizado para simular instalaciones conectadas a red de generación de energía mediante placas fotovoltaicas, sin acumulación de energía en baterías, es decir, la energía generada se consume o se vierte a la red.

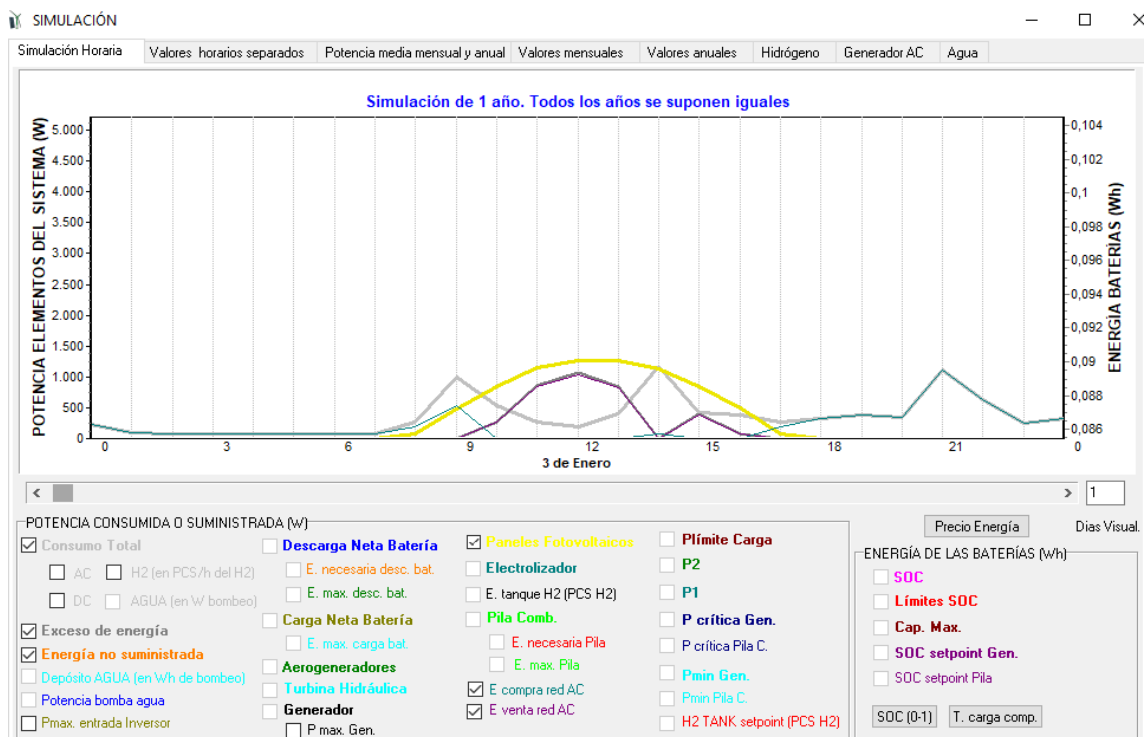


Fig.4 Ejemplo de resultados de simulación en iHOGA

## 4. JUSTIFICACIÓN DATOS UTILIZADOS EN iHOGA

A continuación, se procede a justificar las variables utilizadas en el software iHOGA.

- **IMPUESTOS:** Para el análisis económico que el software realiza, es necesario introducir los tipos de gravámenes al cual está sometido el consumo de energía eléctrica, los datos se han obtenido de una factura real de Endesa.
  - IMPUESTO ELECTRICIDAD 5,1127% esta tasa se aplica sobre el subtotal del coste de energía consumida y término de potencia.
  - IVA 21% se aplica al total de la factura.
  
- **TÉRMINO DE POTENCIA:** Coste fijo que se aplica según la potencia contratada, en el caso de nuestra instalación base, con una potencia contratada de 5,45 kW el coste anual, a partir de una factura de Endesa, es de:
  - $0,130429 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 5,45 \text{kW} * 365 \text{ dias} = \mathbf{259,45 \text{€/año}}$
  
- **PRECIO PANELES SOLARES:** Con objeto de hacer el análisis más exacto teniendo en cuenta todos los costes que requiere la instalación, se va a añadir al coste del panel la parte proporcional a la estructura de soporte, la mano de obra en la instalación y componentes adicionales como cableado y conectores.
  - **PRECIO PANELES FOTOVOLTAICOS [4]**
    - i. TALESUN TP672P= **155,28€**
    - ii. BAUER BS2P275= **131,37€**
  
  - **PRECIO ESTRUCTURA:** Se ha obtenido de un presupuesto real (Anejo III) para una vivienda similar a nuestra instalación base.
    - i. **45€/panel**
  
  - **MANO DE OBRA EN INSTALACIÓN:** Con el objetivo de obtener el dato más preciso, se ha obtenido una ratio €/Wp a partir de un presupuesto de un caso real.
    - i. Precio de instalación para 4860Wp= 1.200€ → **0,2469 €/Wp**
      - 1. TALESUN 330Wp →  $330 * 0,2469 = \mathbf{81,47 \text{ €}}$
      - 2. BAUER 275Wp →  $275 * 0,2469 = \mathbf{67,89 \text{ €}}$
  
  - **COMPONENTES ADICIONALES:** Al igual que en el apartado anterior se ha obtenido un precio por potencia a partir de un presupuesto real.
    - i. Precio de componentes para instalación de 4860€=585€ → **0,1204 €/Wp**
      - 1. TALESUN 330Wp →  $330 * 0,1204 = \mathbf{39,73 \text{ €}}$
      - 2. BAUER 275Wp →  $275 * 0,1204 = \mathbf{33,11 \text{ €}}$

El precio total a introducir en el software iHOGA de los paneles fotovoltaicos asciende a:

TALESUN TP672P= 155,28 + 45 + 81,47 + 39,73= **321,48€**

BAUER BSP275P = 131,37 + 45 + 67,89 + 33,11= **277,37€**

- PRECIO INVERSORES:

INVERSOR	PRECIO
<b>SOLAX X1-0.7</b>	<b>299,99€</b>
<b>SOLAX X1-1.1</b>	<b>328,54€</b>
<b>SOLAX X1-1.5</b>	<b>359,85€</b>
<b>SOLAX X1-2.5</b>	<b>417,98€</b>
<b>SOLAX X1-3.3</b>	<b>622,22€</b>
<b>SOLAX X1-4.2T</b>	<b>699,73€</b>

Tabla 4 precio inversores [5]

- TASA DE INTERÉS: Es necesario conocer la tasa de variabilidad del precio del dinero para poder capitalizar los flujos de caja durante 25 años (periodo que se va a simular).
  - El valor medio de la tasa de interés en España de los últimos 10 años es de 1,21% [6]
- INFLACIÓN PRECIO ELECTRICIDAD: La tasa de variación del precio de la energía eléctrica es un factor muy importante, ya que el periodo de estudio del análisis, es de 25 años. La siguiente tabla recoge el coste de la electricidad, exento de impuesto, de los últimos 5 años.

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Precio</b>	0,1702	0,1815	0,1718	0,1805	0,1873

Tabla 5 Coste electricidad. Fuente Eurostat [7]

Se calcula el valor de la inflación del siguiente modo:

$$P_n = P_0 * (1 + i)^n$$

Siendo  $P_n$  el precio en el periodo n,  $P_0$  precio en el año inicial e  $i$  el valor de la inflación. Operando se obtienen los valores de la inflación para cada periodo, y la inflación media, la cual resulta ser:

$$i = 2,53\%$$

#### TARIFAS ELÉCTRICAS

- 2.0A: Es la tarifa estándar, el precio de compra y de venta fluctúa según el mercado, el peaje de acceso es fijo, en 2018 fue de 0,044027 €/kWh.
- 2.0DHA: Tarifa con discriminación horaria, el precio de 12:00 a 22:00 es más caro, y de 13:00 a 23:00 en verano.
- 2.0DHS: Tarifa con discriminación horaria en tres periodos, periodo punta de 13:00 a 23:00, periodo valle de 07:00 a 13:00 y 23:00 a 01:00; y periodo super valle de 01:00 a 07:00, de más caro a más barato.



## 5. SITUACIÓN DEL AUTOCONSUMO EN ESPAÑA

En España, el autoconsumo está regulado según Real decreto 244/2019, 5 de abril [1].

**Autoconsumo:** De acuerdo con lo previsto en el artículo 9.1 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, se entenderá por autoconsumo, el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos.

### CLASIFICACIÓN DE LAS MODALIDADES DE AUTOCONSUMO

Dentro del autoconsumo, el Real Decreto establece dos modalidades

- 1) **Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes.** Esta modalidad requiere un mecanismo antivertido que impida verter a la red energía excedentaria.
- 2) **Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes.** Corresponde a las instalaciones que estando próximas y asociadas a las de producción, podrán además de autoconsumir la energía producida, inyectar energía excedentaria a la red de transporte y distribución. Esta modalidad se divide en:
  - a) **Modalidad con excedentes acogida a compensación.** Voluntariamente, productor y consumidor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Para acogerse a esta modalidad deben cumplir:
    - i) Fuente de producción de origen renovable.
    - ii) Potencia total de la instalación no superior a 100 kW
    - iii) Si fuera necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares, el consumidor debe suscribir un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del real decreto 244/2019.
    - iv) Consumidor y productor deben suscribir un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del real decreto 244/2019.
    - v) La instalación de producción no debe tener un régimen retributivo adicional o específico.
  - b) **Modalidad con excedentes no acogida a compensación.** Pertenecen a este grupo todas aquellas instalaciones de autoconsumo que no cumplan alguno de los requisitos para acogerse a la compensación o que voluntariamente no quieran pertenecer.

En las modalidades de autoconsumo con excedentes, las instalaciones de producción de potencia igual o inferior a 15 kW que se ubiquen en suelo urbanizado que cuente con las dotaciones y servicios requeridos por la legislación urbanística, estarán exentas de obtener permisos de acceso y conexión.

Para el análisis técnico-económico de este proyecto, se considera que la instalación base, anteriormente definida, se acoge a la modalidad de **suministro con autoconsumo con excedentes y acogida a compensación**, a continuación, se define el mecanismo de compensación recogido en el artículo 14 del Real Decreto 244/2019.



## MECANISMO DE COMPENSACIÓN SIMPLIFICADA. Artículo 14

El mecanismo de compensación simplificada consistirá en un saldo en términos económicos de la energía consumida en el periodo de facturación con las siguientes características:

- i. En el caso de que se disponga de un contrato de suministro con una comercializadora libre:
  - a. La energía horaria consumida de la red será valorada al precio horario acordado entre las partes.
  - b. La energía horaria excedentaria, será valorada al precio horario acordado entre las partes.
- ii. En el caso de que se disponga de un contrato de suministro al precio voluntario para el pequeño consumidor con una comercializadora de referencia:
  - a. La energía horaria consumida de la red será valorada al coste horario de energía del precio voluntario para el pequeño consumidor en cada hora, TCUh, definido en el artículo 7 del Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo.
  - b. La energía horaria excedentaria, será valorada al precio medio horario, Pmh; obtenido a partir de los resultados del mercado diario e intradiario en la hora h, menos el coste de los desvíos CDSVh, definidos en los artículos 10 y 11 respectivamente del Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo.

En este caso, el mecanismo de compensación de la instalación base es el de contrato de suministro con una comercializadora de referencia.

Una de las características más destacables de la modificación de la normativa relativa al autoconsumo, es que, la energía horaria excedentaria de los consumidores acogidos al mecanismo de compensación simplificada, no tendrá consideración de energía incorporada al sistema eléctrico de energía eléctrica y, en consecuencia, estará exenta de satisfacer los peajes de acceso establecidos en el Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre. Lo cual beneficia al consumidor respecto a la anterior normativa. Sin embargo, en ningún caso, el valor económico de la energía horaria excedentaria podrá ser superior al valor económico de la energía horaria consumida de la red en el periodo de facturación, el cual no podrá ser superior a un mes.

## 6. CASOS DE ANÁLISIS

Utilizando el software iHOGA, se han simulado para un periodo de 25 años tres escenarios diferentes, correspondientes a los tres tipos de tarifas que la comercializadora proporciona para consumidores con una potencia contratada inferior a 10 kW, 2.0A, 2.0DHA y 2.0DHS.

Para cada una de las tres tarifas se han introducido los mismos inversores, y se ha variado para cada simulación el panel solar utilizado.

Antes de proceder con las simulaciones, se debe comprobar que la corriente y tensión de entrada al inversor están dentro de los límites del propio inversor. Dado que ambas, tanto la corriente como la tensión, tienen una dependencia con la temperatura, hay que comprobar que, en las situaciones de máxima y mínima temperatura, nuestra configuración está dentro de los límites marcados por el fabricante del inversor.

Las condiciones a cumplir son:

- $V_{mppt}(T^{a,min}) < V_{max\ mppt}$  ;  $V_{mppt}(T^{a,max}) > V_{mppt}$
- $I_{sc}(T^{o,max}) < I_{max\ entrada}$

Siendo  $V_{mppt}$  la tensión de trabajo del sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (*maximum power point tracker*) e  $I_{sc}$  la corriente de cortocircuito que produce el panel. Para el caso de la tensión, hay que comprobar que las tensiones alcanzadas por el sistema están dentro del intervalo de actuación del sistema MPPT del inversor, mientras que, para la corriente, es necesario comprobar que se cumple con el límite establecido por el inversor para la corriente máxima de entrada.

Las características de los dos paneles para realizar los cálculos son:

	Isc	Coefficiente corriente Isc	Vmppt	Coefficiente Vmppt
<b>TALESUN672P</b> <i>Según STC:</i> <b>Irradiancia:1000W/ m<sup>2</sup> T<sup>a</sup>=25C<sup>o</sup></b>	9,27A	+0,06%/°C	37,70V	-0,40%/°C
<b>BAUER BS275P</b> <i>Según STC:</i> <b>Irradiancia:1000W/ m<sup>2</sup> T<sup>a</sup>=25C<sup>o</sup></b>	9,20A	+0,05%/°C	31,87V	-0,41%/°C

Tabla 6 Coeficientes dependencia T<sup>a</sup>

La forma en la que afecta la temperatura con V e I es opuesta, mientras que, para el caso de la tensión a mayor temperatura, menor tensión, con la corriente ocurre lo contrario, a mayor temperatura mayor corriente. La forma de calcular  $V_{mppt}$  e  $I_{sc}$  a cualquier temperatura de trabajo de las células fotovoltaicas es la siguiente:

$$I_{sc}(60^{\circ}C) = I_{sc}(25^{\circ}C) - [I_{sc}(25^{\circ}C) * (60 - 25) * \frac{I_{sc} CT}{100}]$$

$$V_{mppt}(60^{\circ}C) = V_{mppt}(25^{\circ}C) + [V_{mppt}(25^{\circ}C) * (60 - 25) * \frac{V_{mppt} CT}{100}]$$

$$V_{mppt}(-5^{\circ}C) = V_{mppt}(25^{\circ}C) + [V_{mppt}(25^{\circ}C) * (-5 - 25) * \frac{V_{mppt} CT}{100}]$$

Para nuestros paneles tenemos lo siguiente, y para una temperatura de trabajo máxima de 60°C se tiene:

	Isc(25°C)	Isc(60°C)	Vmppt(-5°C)	Vmppt(60°C)
<b>TALESUN672P</b>	9,27A	<b>9,46A</b>	<b>42,22V</b>	<b>32,42V</b>
<b>BAUER BS275P</b>	9,20A	<b>9,36A</b>	<b>35,79V</b>	<b>27,29V</b>

Tabla 7 Cálculos V e I con temperatura

Para la gama de inversores escogida, la corriente máxima por entrada es de 10A, por lo que ambos paneles cumplen con esta restricción, como en nuestras simulaciones vamos a variar el nivel de tensión establecido para el lado de corriente continua, con el objetivo de simular diferentes escenarios en cuanto al número de paneles en serie, es el propio programa quien deshecha los casos en los que no se cumple con la restricción.

A continuación, se muestra una tabla resumen con las situaciones óptimas para cada simulación, se han simulado los siguientes casos:

- **PANELES TALESUN 330Wp:**
  - Tensión DC: 151V, 120V, 100V Y 75V
  - Tarifas: 2.0A, 2.0DHA y 2.0 DHS
- **PANELES BAUER 275Wp:**
  - Tensión DC: 150V, 126V, 95V Y 63V
  - Tarifas: 2.0A, 2.0DHA y 2.0 DHS

Para cada uno de los paneles y para cada tarifa, se ha simulado con diferentes métodos de compensación por energía vertida a la red

- **Balance neto coste mensual (BNCM):** Cada mes, se descuenta a la factura el coste de la energía excedentaria vendida al precio PMH, sin nunca superar ese descuento al de la factura total.
- **Balance neto energía mensual (BNEM):** Descuento mensual en la factura de la energía vertida a la red.



- **Balance neto coste anual (BNCA):** Cada año, se descuenta a la factura el coste de la energía excedentaria vendida al precio PMH, sin nunca superar ese descuento al de la factura total.
- **Balance neto energía anual (BNEA):** Descuento anual en factura de la energía inyectada a la red.

También se ha calculado el coste para cada tarifa sin instalación fotovoltaica de autoconsumo, es decir, solo conectado a la red eléctrica.

Los cálculos de todas las simulaciones, pueden verse en el anejo 1.

PANEL	INVERSOR		€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA	COMPENSACIÓN
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,20	13.141,2	75V/120V	2X4X330 (4X2)	2.0A	BNCM
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,20	12.966,3	75V	2X4X330	2.0A	BNEM
BAUER 275Wp	SOLAX 2.5	X	0,20	12.719,2	95V	3X3X275	2.0A	BNCA
BAUER 275Wp	SOLAX 3.3	X	0,19	12.430,4	150V	5X2X275	2.0A	BNEA
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,19	12.543,1	120V/75V	4X2X330 (2X4)	2.0DHS	BNCM
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,19	12.331,3	120V/75V	4X2X330 (2X4)	2.0DHS	BNEM
BAUER 275Wp	SOLAX 2.5	X	0,18	12.153,4	63V/126V	2X4X275 (4X2)	2.0DHS	BNCA
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,18	11.892,5	75V/100V	3X2X330 (2X3)	2.0DHS	BNEA
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,18	12.403	75V	2X4X330	2.0DHA	BNCM
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,19	12.188,2	120V/75V	4X2X330 (2X4)	2.0DHA	BNEM
BAUER 275Wp	SOLAX 2.5	X	0,18	11.838,3	63V/126V	2X4X275 (4X2)	2.0DHA	BNCA
TALESUN 330Wp	SOLAX 2.5	X	0,18	11.754,5	100V/75V	3X2X330 (2X3)	2.0DHA	BNEA

Tabla 8 Tabla resumen casos óptimos

Como puede verse en la tabla, el VAN (Valor Actual Neto), es inferior al de los casos sin instalación de autoconsumo, por lo que puede determinarse que una instalación de este tipo es rentable, el VAN es el valor en la actualidad de todos los flujos de caja, en nuestro caso de los 25 años analizados, es decir, es una medida del importe que vamos a pagar en 25 años por el consumo eléctrico, en el caso de tener una instalación de autoconsumo, el precio de la instalación también está incluido en los flujos de caja.





En la figura 10, aparecen en algunos casos dos niveles de tensión del lado DC distintos, esto es debido a que se da la misma situación con 2 paneles en serie y 4 en paralelo que con 4 paneles en serie y 2 en paralelo, a igual número de paneles y mismo inversor, la potencia del bus DC es la misma y la energía generada también.

En la actualidad en España, la única modalidad de compensación permitida es el Balance Neto Coste Mensual (BNCM), aunque no es la más favorable para el consumidor.

A continuación, se procede a analizar la rentabilidad de las situaciones óptimas, para ello se toma como referencia el valor del VAN para la situación sin instalación de autoconsumo, solo red, para cada tarifa.

CASO	VAN €	€/kWh	CONSUMO MEDIO	TARIFA
Solo conectado a red	19.906,7	0,31	7,12kWh/Día	2.0A
Solo conectado a red	19.174,1	0,29	7,12kWh/Día	2.0DHS
Solo conectado a red	19.046,6	0,29	7,12kWh/Día	2.0DHA

Tabla 9 Coste electricidad 25 años sin instalación autoconsumo

La diferencia del VAN para cada tarifa, refleja que, tan solo con cambiar de la tarifa 2.0A a 2.0DHA, el ahorro en 25 años si todas las condiciones se mantienen, sería de **860,10€, lo que supone un ahorro anual de 4,32%**.

En el anejo 2, se muestran 4 tablas, una para cada método de compensación, donde se refleja para cada tarifa el ahorro en los costes de la electricidad. Estos ahorros, son del orden del 30% para cualquiera de las tarifas y métodos de compensación, lo que supone un ahorro de más de 0,10€ por cada kWh consumido.

## COMPARATIVA ENTRE METODOS DE COMPENSACIÓN

En este apartado se han comparado los distintos métodos de compensación para cada una de las 3 tarifas, con los datos de las tablas del anejo 1 fruto de las simulaciones llevadas a cabo en este proyecto, se ha comparado el VAN de cada nivel de tensión.

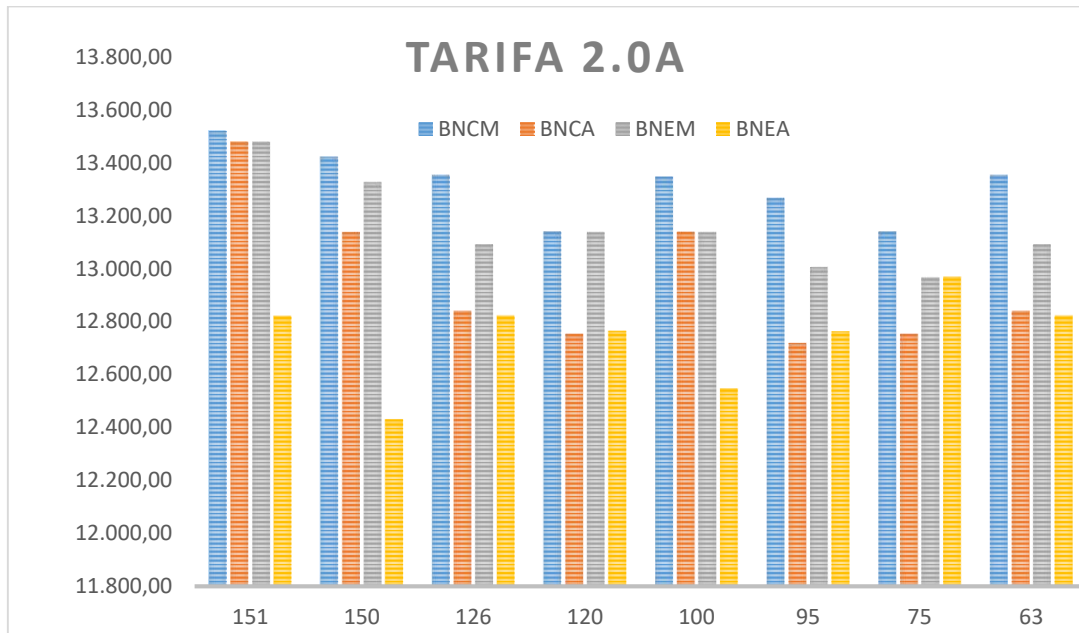


Fig.5

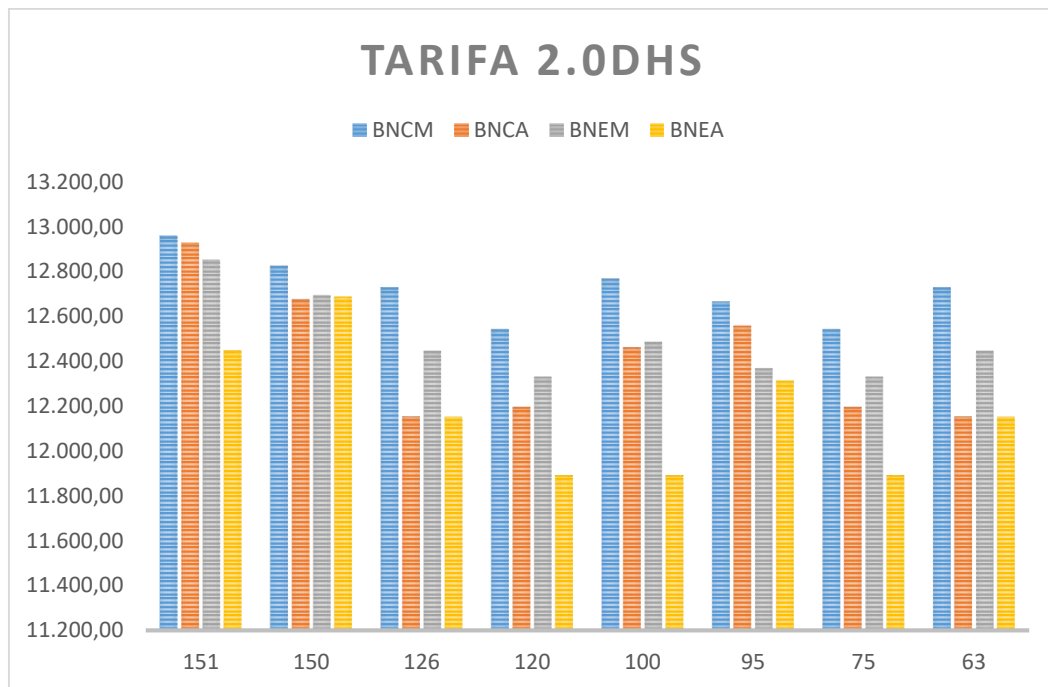


Fig.6

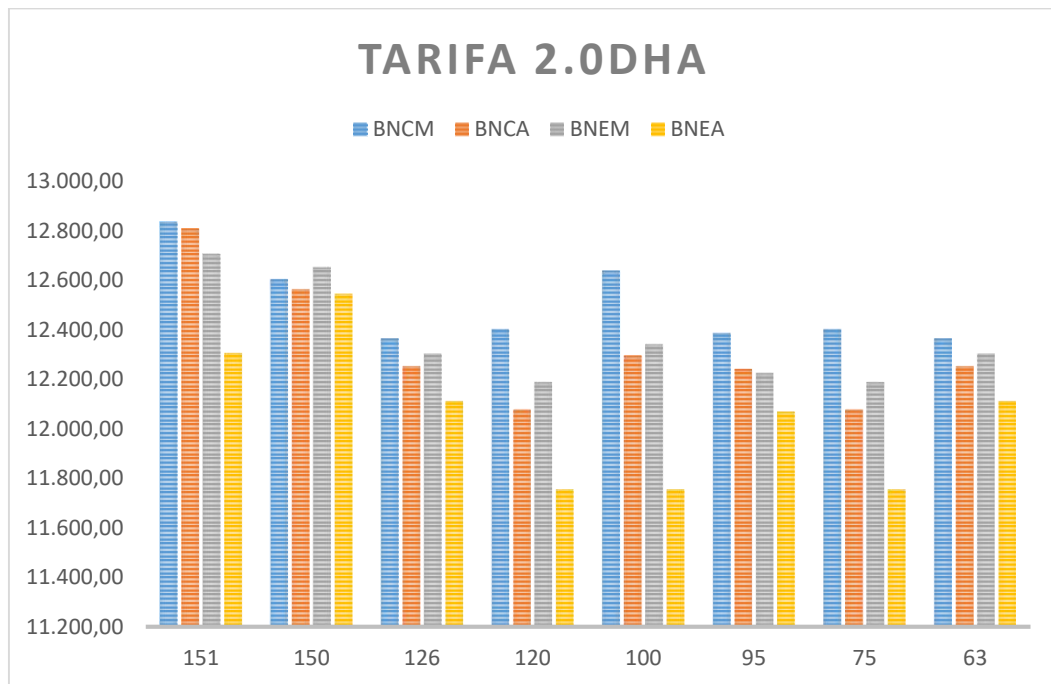


Fig. 7

Como puede observarse en las anteriores figuras, hay una tendencia que se repite para las tres tarifas, en la figura 8 se representa el VAN promedio de cada método de compensación y para cada tarifa. Se puede concluir que, para todos los casos, **un balance mensual es menos favorable que un balance anual.**

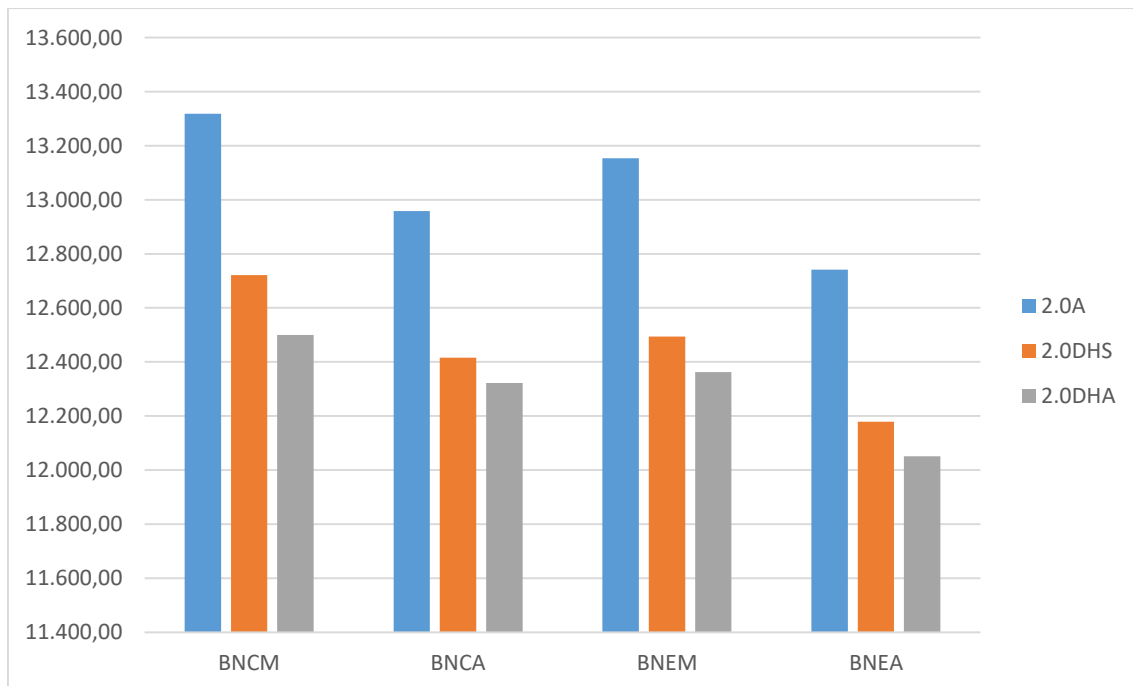


Fig. 8

Para finalizar con la comparación entre métodos de compensación, se ha realizado el siguiente gráfico, donde se muestra el VAN promedio para cada uno de los métodos y para todas las tarifas.

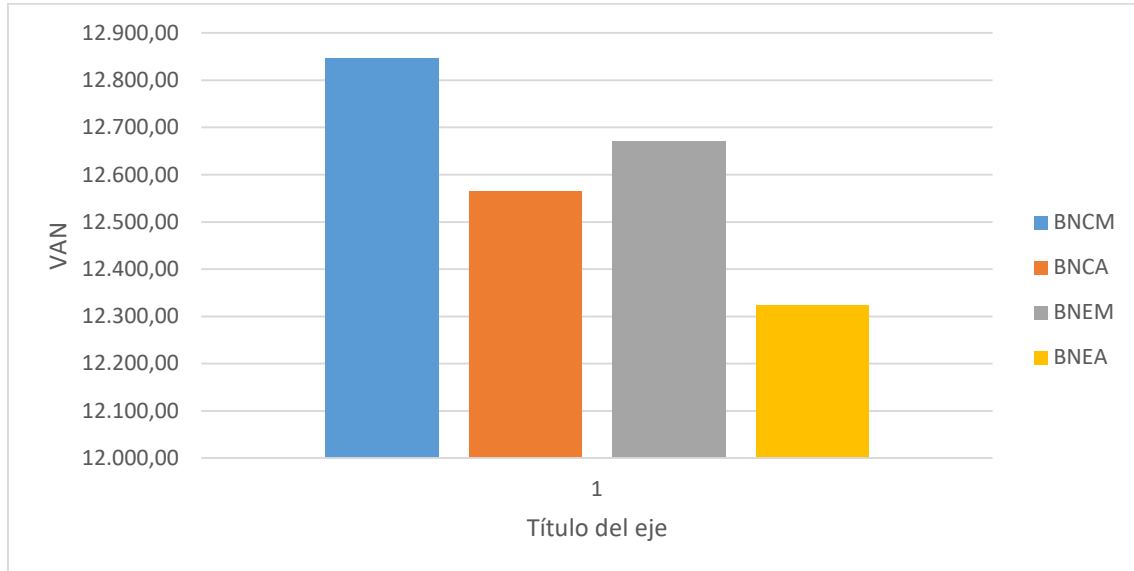


Fig.9

Tal y como se aprecia en la figura 9, **el balance energético anual es más rentable que el de coste anual y lo mismo para el mensual.**

## 7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En este apartado, se va a tratar de analizar qué factores son más susceptibles de influir de manera notable en los resultados obtenidos. Dado que la situación actual en España, solo recoge como método de compensación por la energía excedentaria vertida a red, el Balance Neto Coste Mensual, se va a analizar la influencia de la variación de los factores:

- Tasa de interés
- Inflación precio electricidad
- Potencia paneles fotovoltaicos

Se ha estudiado la variación de la tasa de interés, de la inflación y de la potencia de los paneles para una instalación acogida a la tarifa 2.0A y con Balance Neto Coste Mensual, con el objetivo de realizar el análisis en una situación acorde a lo establecido en la normativa española actual.

### TASA DE INTERÉS

El modo de proceder ha sido el de ir variando un 0,1% la tasa de interés, aumentándola y disminuyéndola, para así obtener una visión del comportamiento del VAN frente a esta variable.

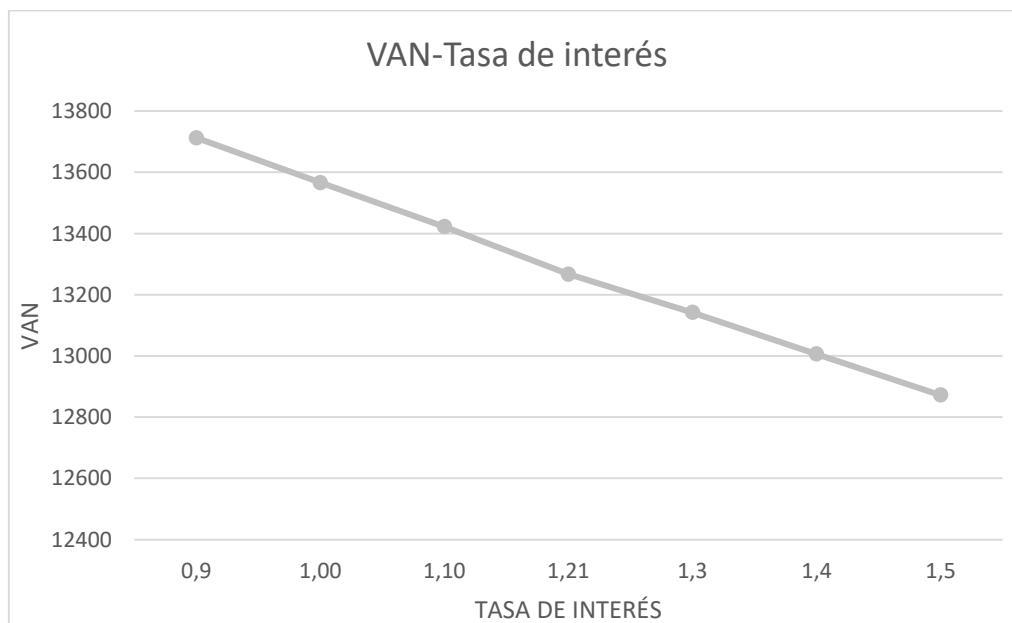


Fig. 10

## INFLACIÓN PRECIO DE LA ELECTRICIDAD

Al igual que para la tasa de interés, la inflación también se ha ido variando 0,1% en cada simulación.

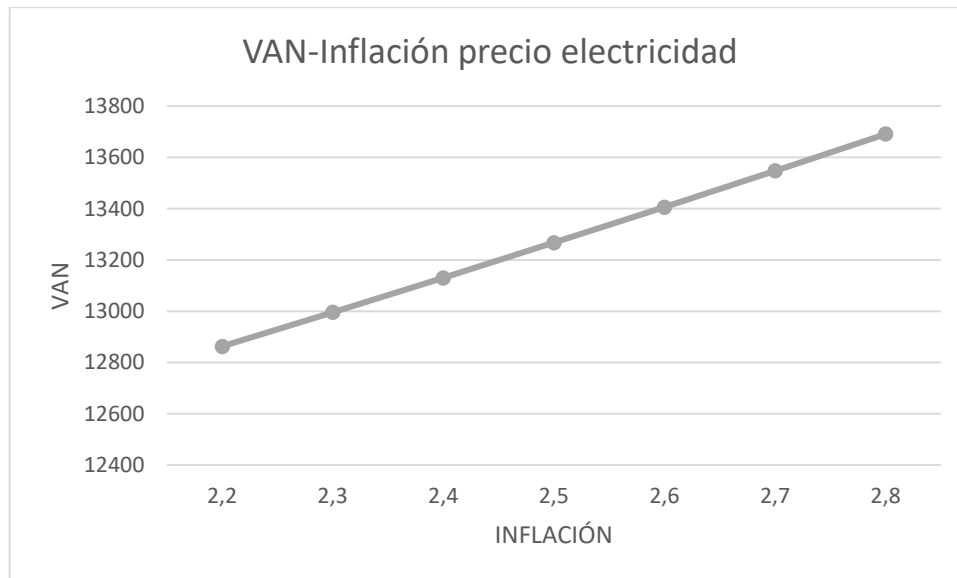


Fig. 11

## POTENCIA PANELES FOTOVOLTAICOS

Para este caso del análisis de sensibilidad, se va a variar la potencia de los paneles utilizados en la simulación, para ello, se calcula a partir de los dos paneles utilizados durante el proyecto (tablas 2 y 3) un ratio €/Wp con el objetivo de variar la potencia y coste de los paneles y ver de qué manera afectan a nuestro proyecto.

El panel TALESUN672P de 330Wp, teniendo en cuenta el coste del panel, estructura, conexionado e instalación, tiene un coste de 322€ por lo que el Wp sale por  $\frac{330}{322} = 1,025 \text{ €/Wp}$

Mientras que el modelo BAUER BS275P de 275Wp, tiene un ratio de  $\frac{275}{277} = 0,993 \text{ €/Wp}$

Por lo tanto, se toma como valor para el precio del panel en función de su potencia **1€/Wp**

Otra característica de los paneles fotovoltaicos es su tensión  $V_{mppt}$ , al igual que para el coste, se ha obtenido un ratio  $V_{mpp}/Wp \rightarrow$

- $\frac{31,87}{275} = 0,1159 \text{ } V_{mppt}/Wp$
- $\frac{37,7}{330} = 0,1145 \text{ } V_{mppt}/Wp$

Se toma como valor 0,115 $V_{mppt}/Wp$

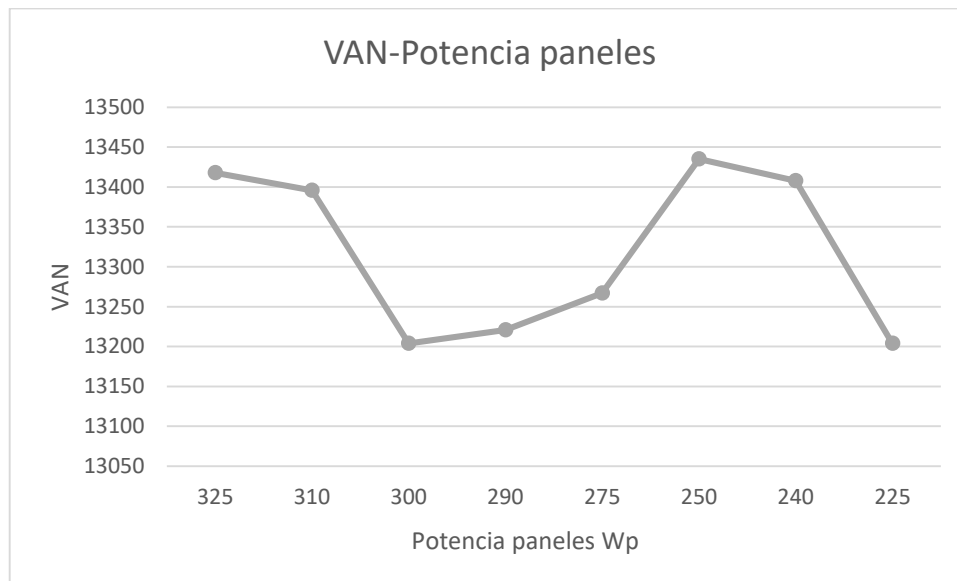


Fig. 12

Como se puede observar, la dependencia del VAN respecto a la tasa de interés y la inflación es inversa, mientras que una subida de la tasa de interés nos beneficiaría disminuyendo el VAN lo cual representa un descenso en los costes, una subida de la inflación conllevaría un aumento en el VAN, lo cual es intuitivo ya que un aumento del precio de la electricidad conlleva un aumento en los costes, a pesar de que la energía excedentaria vendida también nos reportaría más beneficios.

En cuanto a la variación de la potencia de los paneles y a su vez el coste y su tensión  $V_{mppt}$ , no se puede establecer una relación lineal como en los anteriores casos, en la figura 10 puede observarse un gráfico con el valor del VAN de la simulación y las diferentes potencias de los paneles.



## 8. CONCLUSIONES

En el presente proyecto, se ha analizado las posibilidades existentes, actualmente, en cuanto a la instalación de un sistema generador de energía eléctrica para autoconsumo, en concreto un sistema de generación fotovoltaico.

A la vista de los resultados obtenidos, se ha llegado a unas conclusiones con el objetivo de sentar las bases de las posibles instalaciones y sus respectivos cálculos a la hora de decidirse a instalar estos sistemas, además el análisis de sensibilidad nos ofrece una visión sobre qué factores deberemos vigilar y tener presentes a la hora de estudiar económicamente estos sistemas.

Podemos afirmar:

- **Es rentable:** Como se ha podido comprobar a partir de las simulaciones realizadas, la implantación de un sistema de generación fotovoltaica es rentable, independientemente de la tarifa eléctrica contratada, ya que como puede verse en la tabla 8 con cualquier tarifa y método de compensación, el VAN a 25 años está muy por debajo de la situación sin instalación de autoconsumo.
- **Es mejor el balance anual que mensual:** El apartado de comparación entre métodos de compensación, refleja que, en todos los casos, es más rentable para el consumidor un balance anual que mensual, tanto para los balances energéticos como de coste. Huelga decir que, actualmente, en España, solo existe la modalidad de Balance Neto Coste Mensual.
- **Es mejor un balance energético que de coste:** Como puede observarse en la figura 9, es más económico desde el punto de vista del consumidor el balance energético, algo que resulta intuitivo debido a que el precio de compra siempre es mayor que el de venta, por lo tanto, es más rentable restar a tu consumo la energía vertida a red.
- **Sensibilidad y margen:** El análisis de sensibilidad nos ha dado una visión sobre qué factores influyen en el análisis económico de los sistemas de autoconsumo, a pesar de la influencia directa de las variaciones en la tasa de interés y la inflación del precio de la electricidad, se puede observar en las figuras 8 y 9, que incluso en la peor de las situaciones, seguiría siendo rentable, es decir, hay margen suficiente que garantice la viabilidad económica de la instalación.





## 9. REFERENCIAS

1 REAL DECRETO 244/2019 [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089)

2 *A comparative assesment of net metering and net billing policies. Study cases for Spain*  
Rodolfo Dufo López y Jose L. Bernal-Agustín.

3 [https://www.esios.ree.es/es/descargas?date\\_type=datos&start\\_date=01-01-2018&end\\_date=31-01-2019](https://www.esios.ree.es/es/descargas?date_type=datos&start_date=01-01-2018&end_date=31-01-2019)

4 <https://autosolar.es/paneles-de-conexion-a-red>

5 [https://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es\\_ES/?ObjectID=62721119&ViewAction=ViewFaceted&FacetValue\\_CategoryID=62721119&CurrencyID=EUR&CurrencyID=EUR&FacetRange\\_ListPrice=&FacetRange\\_ListPrice=](https://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es_ES/?ObjectID=62721119&ViewAction=ViewFaceted&FacetValue_CategoryID=62721119&CurrencyID=EUR&CurrencyID=EUR&FacetRange_ListPrice=&FacetRange_ListPrice=)

6 <https://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/espana/inflacion-historica/ipc-inflacion-espana.aspx>

7 [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_pc\\_204&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_pc_204&lang=en)



## ANEJO I

### SIMULACIONES CON iHOGA

#### TARIFA 2.0A

##### 1. SOLO CONECTADO A RED

CASO	VAN €	€/kWh	CONSUMO MEDIO	TARIFA
<b>Solo conectado a red</b>	19.906,7	0,31	7,12kWh/Día	2.0A

##### 2. BALANCE NETO COSTE MENSUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,21	13.347,7	100V	3X3X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	13.141,2	120V	4X2X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	13.141,2	75V	2X4X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,21	13.520,4	151V	5X2X330	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,21	13.353,3	63V	2X4X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,21	13.353,3	126V	4X2X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,20	13,422,7	150V	5X2X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,20	13,267	95V	3X3X275	2.0A

##### 3. BALANCE NETO ENERGIA MENSUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	13.136,8	100V	3X2X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	13.136,8	120V	4X2X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	12.966,3	75V	2X4X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 1.5	0,21	13.510,1	151V	5X1X330	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,23	13.091,7	63V	2X4X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,22	13.091,7	126V	4X2X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,22	13.325,5	150V	5X2X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,22	13005,5	95V	3X3X275	2.0A

##### 4. BALANCE NETO COSTE ANUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	13.139,4	100V	3X2X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	12.754,7	120V	4X2X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	12.754,7	75V	2X4X330	2.0A
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,21	13.479,5	151V	5X2X330	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.640,4	63V	2X4X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.640,4	126V	4X2X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,20	13.137,8	150V	5X2X275	2.0A
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,20	12.719,2	95V	3X3X275	2.0A



## 5. BALANCE NETO ENERGÍA ANUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.546,7	100V	3X2X330	2.0A
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,20	13.309,4	120V	4X2X330	2.0A
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.546,7	75V	2X3X330	2.0A
TALESUN 330Wp	SOLAX X 1.5	0,20	13.105,7	151V	5X1X330	2.0A
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,20	12.898,9	63V	2X4X275	2.0A
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,20	12.898,9	126V	4X2X275	2.0A
BAUER 275Wp	SOLAX X 3.3	0,21	13.718,6	150V	5X2X275	2.0A
BAUER 275Wp	SOLAX X 1.5	0,20	13.170,1	95V	3X2X275	2.0A

### TARIFA 2.0DHS

#### 1. SOLO CONECTADO A RED

CASO	VAN €	€/kWh	CONSUMO MEDIO	TARIFA
Solo conectado a red	19.174,1	0,29	7,12kWh/Día	2.0DHS

#### 2. BALANCE NETO COSTE MENSUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 3.3	0,20	12.769,5	100V	3X3X330	2.0DHS
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.543,1	120V	4X2X330	2.0DHS
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.543,1	75V	2X4X330	2.0DHS
TALESUN 330Wp	SOLAX X 3.3	0,20	12.960,5	151V	5X2X330	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,20	12.730	63V	2X4X275	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,20	12.730	126V	4X2X275	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 3.3	0,20	12.826,4	150V	5X2X275	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.666,3	95V	3X3X275	2.0DHS

#### 3. BALANCE NETO ENERGÍA MENSUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.486,8	100V	3X2X330	2.0DHS
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.331,3	120V	4X2X330	2.0DHS
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.331,3	75V	2X4X330	2.0DHS
TALESUN 330Wp	SOLAX X 1.5	0,20	12.852,6	151V	5X1X330	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.446,7	63V	2X4X275	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.446,7	126V	4X2X275	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 3.3	0,20	12.693	150V	5X2X275	2.0DHS
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.367,6	95V	3X3X275	2.0DHS



#### 4. BALANCE NETO COSTE ANUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.461,9	100V	3X2X330	2.0DHS
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.196,3	120V	4X2X330	2.0DHS
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.196,3	75V	2X4X330	2.0DHS
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,20	12.928	151V	5X2X330	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,18	11.968,5	63V	2X4X275	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,18	11.968,5	126V	4X2X275	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,19	12.581	150V	5X2X275	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.158	95V	3X3X275	2.0DHS

#### 5. BALANCE NETO ENERGÍA ANUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,18	11.892,5	100V	3X2X330	2.0DHS
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.673,9	120V	4X2X330	2.0DHS
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,18	11.892,5	75V	2X3X330	2.0DHS
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 1.5	0,19	12.449,4	151V	5X1X330	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.252	63V	2X3X275	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.252	126V	4X2X275	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,20	13.087,2	150V	5X2X275	2.0DHS
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 1.5	0,19	12.514,1	95V	3X2X275	2.0DHS

#### TARIFA 2.0DHA

##### 1. SOLO CONECTADO A RED

CASO	VAN €	€/kWh	CONSUMO MEDIO	TARIFA
<b>Solo conectado a red</b>	19.046,6	0,29	7,12kWh/Día	2.0DHA

##### 2. BALANCE NETO COSTE MENSUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 3.3	0,19	12.638,9	100V	3X3X330	2.0DHA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.403	120V	4X2X330	2.0DHA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.403	75V	2X4X330	2.0DHA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 3.3	0,20	12.836,7	151V	5X2X330	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,18	12.265,4	63V	2X4X275	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,18	12.265,4	126V	4X2X275	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,18	12.187,2	95V	3X3X275	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 3.3	0,18	12.503,9	150V	5X2X275	2.0DHA



### 3. BALANCE NETO ENERGÍA MENSUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.340,8	100V	3X2X330	2.0DHA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.188,2	120V	4X2X330	2.0DHA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.188,2	75V	2X4X330	2.0DHA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 1.5	0,20	12.704,7	151V	5X1X330	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.301,6	63V	2X4X275	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.301,6	126V	4X2X275	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.223,9	95V	3X3X275	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,19	12.550,5	150V	5X2X275	2.0DHA

### 4. BALANCE NETO COSTE ANUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.296	100V	3X2X330	2.0DHA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.079,2	120V	4X2X330	2.0DHA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.079,2	75V	2X4X330	2.0DHA
TALESUN 330Wp	SOLAX X 3.3	0,20	12.810,7	151V	5X2X330	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,18	11.838,3	63V	2X4X275	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,18	11.838,3	126V	4X2X275	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 2.5	0,19	12.041,8	95V	3X3X275	2.0DHA
BAUER 275Wp	SOLAX X 3.3	0,19	12.463,8	150V	5X2X275	2.0DHA

### 5. BALANCE NETO ENERGÍA ANUAL

PANEL	INVERSOR	€/kWh	VAN €	Vdc	COMBINACIÓN	TARIFA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,18	11.754,5	100V	3X2X330	2.0DHA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.531	120V	4X2X330	2.0DHA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,18	11.754,5	75V	2X3X330	2.0DHA
<b>TALESUN 330Wp</b>	SOLAX X 1.5	0,19	12.304,3	151V	5X1X330	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.111,3	63V	2X4X275	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 2.5	0,19	12.111,3	126V	4X2X275	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 1.5	0,19	12.369	95V	3X2X275	2.0DHA
<b>BAUER 275Wp</b>	SOLAX X 3.3	0,20	12.944,1	150V	5X2X275	2.0DHA



## ANEJO II

### CÁLCULOS DEL AHORRO

Balance Neto Coste Mensual					
TARIFA	VAN solo red	VAN autoconsumo	Ahorro bruto total	% ahorro anual	Ahorro bruto anual
<b>2.0A</b>	19.906,7€	13.141,2	6.765,50€	33,99%	270,62€
<b>2.0DHS</b>	19.174,1€	12.543,1€	6.631,00€	34,58%	265,24€
<b>2.0DHA</b>	19.046,6€	12.403	6.643,60€	34,88%	265,74€

Balance Neto Energía Mensual					
TARIFA	VAN solo red	VAN autoconsumo	Ahorro bruto total	% ahorro anual	Ahorro bruto anual
<b>2.0A</b>	19.906,7€	12.966,3€	6.940,40€	34,86%	277,61€
<b>2.0DHS</b>	19.174,1€	12.331,3€	6.842,80€	35,69%	273,71€
<b>2.0DHA</b>	19.046,6€	12.188,2€	6.858,40€	36,01%	274,33€

Balance Neto Coste Anual					
TARIFA	VAN solo red	VAN autoconsumo	Ahorro bruto total	% ahorro anual	Ahorro bruto anual
<b>2.0A</b>	19.906,7€	12.719,2	7.187,5€	36,11%	287,50€
<b>2.0DHS</b>	19.174,1€	12.153€	7.011,10€	36,57	280,15€
<b>2.0DHA</b>	19.046,6€	11.838,3€	7.208,30€	37,85%	288,33€


Balance Neto Energía Anual					
TARIFA	VAN solo red	VAN autoconsumo	Ahorro bruto total	% ahorro anual	Ahorro bruto anual
<b>2.0A</b>	19.906,7€	12.430,4€	7.476,3€	37,56%	299,05€
<b>2.0DHS</b>	19.174,1€	11.892,5€	7.281,60€	37,98%	291,26€
<b>2.0DHA</b>	19.046,6€	11.754,5€	7.292,10€	38,29%	291,68€

## ANEJO III

### PRESUPUESTO INSTALACIÓN REAL

Descripción	Cantidad	Precio unitario	IVA	Total
<b>EQUIPAMIENTO FOTOVOLTAICO</b>				
LS270P: PANEL FV LIVESUN LS270P 2 Strings 	18	€ 124,20	21%	€ 2.235,60
ST COPLANAR: ESTRUCTURA COPLANAR 	18	€ 45,00	21%	€ 810,00
IN GROWATT5000MTLS: INVERSOR GROWATT 5000 MTL-S 	1	€ 934,00	21%	€ 934,00
IN GROWATT SHINEWIFI-S: LLAVE DE COMUNICACIÓN WIFI DE INVERSORES GROWATT  Nos permite ver en tiempo real el estado y la producción de la instalación, desde cualquier dispositivo conectado a internet (movil, tablet, p.c.).	1	€ 17,50	21%	€ 17,50
<b>MATERIAL ELÉCTRICO</b>				
BOX-CC<5kW<20PV: CUADRO PROTECCION CC<5kW 2-20PV  Cuadro de protección CC para filas de 2 a 20 paneles. Este cuadro brinda una protección adicional con descargador de sobretensiones (protege frente a los rayos) y fusibles seccionadores para desconectar los paneles fotovoltaicos en caso de ser necesario. Uno por string.	2	€ 163,47	21%	€ 326,94
BOX-AC<5kW MONO: CUADRO PROTECCIONES AC <5kW  Cuadro de protección AC monofásico < 5kW Este cuadro brinda una protección adicional con descargador de sobretensiones, magneto térmico para la salida AC del inversor.	1	€ 89,64	21%	€ 89,64
CABLEADO 1ST: CABLEADO 1 STRING CC+AC 50 DESCRIPCIÓN: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cableado CC para conexión entre paneles FV y cuadro de protecciones CC con cable solar libre de halógenos.</li> <li>Cable AC para conexión entre inversor, cuadro de protecciones AC y cuadro principal de la vivienda, con cable libre de halógenos y con la sección correspondiente.</li> </ul>	2	€ 252,17	21%	€ 504,34



Descripción	Cantidad	Precio unitario	IVA	Total
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tubería de PVC para paso de cable en el exterior y en el interior de la vivienda, siempre y cuando no sea posible canalizarlos por los conductos ya existentes.</li> <li>Conectores, terminales y elementos necesarios para realizar su conexión.</li> </ul> 				
PEQ MAT.-<5KW: PEQUEÑO MATERIAL <5 KWp Pequeño material para cableado, fijaciones, expansiones, tornillería y otros	2	€ 91,30	21%	€ 182,60
<b>INSTALACIÓN</b>				
HT: HORA TRABAJO EN SALIDA Incluidas dietas y costes de desplazamiento	48	€ 25,00	21%	€ 1.200,00
<b>TRÁMITES Y BOLETINES</b>				
TRÁMITES INDUSTRIA	1	€ 100,00	21%	€ 100,00
Total sin IVA				€ 6.400,62
IVA 21%				€ 1.344,14
Total IVA incl.				€ 7.744,76
<b>Cantidad total</b>				<b>€ 7.744,76</b>



## ANEJO IV

### FICHA TÉCNICA PANELES FOTOVOLTAICOS

#### ELECTRICAL PARAMETERS

##### Performance at STC (Power Tolerance 0 – +3%)

Maximum Power ( P <sub>max</sub> /W )	320	325	330
Operating Voltage ( V <sub>mpp</sub> /V )	37.1	37.4	37.7
Operating Current ( I <sub>mp</sub> /A )	8.63	8.70	8.76
Open-Circuit Voltage ( V <sub>oc</sub> /V )	45.5	45.7	45.9
Short-Circuit Current ( I <sub>sc</sub> /A )	9.16	9.22	9.27
Module Efficiency $\eta_m$ ( % )	19.5	19.7	17.0

##### Performance at NOCT

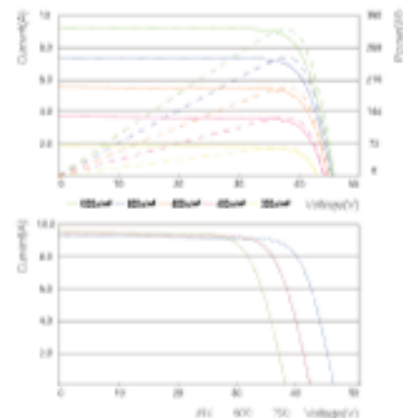
Maximum Power ( P <sub>max</sub> /W )	239	240	243
Operating Voltage ( V <sub>mpp</sub> /V )	34.1	34.4	34.6
Operating Current ( I <sub>mp</sub> /A )	6.92	6.98	7.04
Open-Circuit Voltage ( V <sub>oc</sub> /V )	42.0	42.2	42.3
Short-Circuit Current ( I <sub>sc</sub> /A )	7.42	7.46	7.51

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25° C, Air Mass AM1.5 NOCT: Irradiance of 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20° C, Wind Speed 1m/s

#### MECHANICAL SPECIFICATION

Cell Type	Poly
Cell Dimensions	156.75*156.75mm(6inch)
Cell Arrangement	72(6*12)
Weight	22kg(48.5lbs)
Module Dimensions	1950*992*40mm(77.17*39.06*1.38inch)
Cable Length	1200mm(47.24inch)
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (0.006sq. in.)
Front Glass	3.2mm High Transmission, Tempered Glass
No. of Bypass Diodes	3/6
Packing Configuration (1)	30pcs/Pallet, 720pcs/40hq
Packing Configuration (2)	30pcs+5pcs/Pallet, 750pcs/40hq
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68

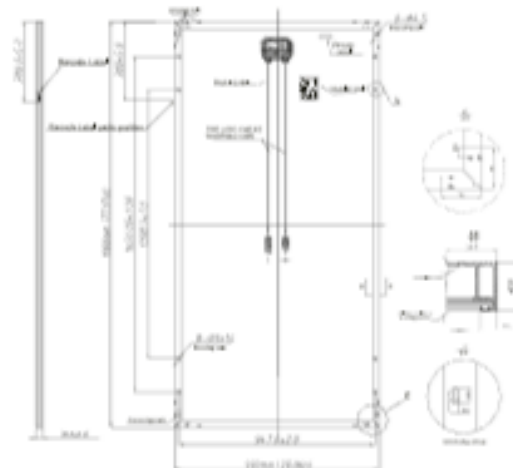
#### I-V CURVE



#### OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1000VDC(IEC)/1500VDC(IEC)
Operating Temp.	-40°C – +85°C
Maximum Series Fuse	15A
Static Loading	5400Pa
Conductivity of Ground	≤ 0.1 Ω
Safety Class	II
Resistance	≥ 100MΩ
Connector	MC4 Compatible

#### TECHNICAL DRAWINGS





## ANEJO V

### FICHA TÉCNICA INVERSORES

	XI MINI				XI AIR			XI BOOST				
	XI-0.7	XI-1.1	XI-1.5	XI-2.0	XI-2.5	XI-3.0	XI-3.3	XI-3.0T	XI-3.3T	XI-3.6T	XI-4.2T	XI-5.0T
<b>INPUT (DC)</b>												
Max recommended DC power [W]	840	1218	1620	2160	2700	3240	3420	3750	3900	4680	4680	5160
Max input DC voltage [V]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Max input current [A]	18	30	36	36	30	30	30	12.5T	12.5T	12.5T	12.5T	12.5T
MPP1 voltage range [V]	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380	50-380
Start output voltage [V]	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Number of MPP trackers/strings per MPP tracker	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
<b>OUTPUT (AC)</b>												
AC rated power [kW]	700	1100	1400	2000	2500	3000	3300	3600	3900	4680	4680	5160
Max AC power [kW]	700	1100	1400	2000	2500	3000	3300	3600	3900	4680	4680	5160
Max AC voltage range [V]	230V/380V/400, 500-580			230V/380V/400, 500-580			230V/380V/400, 500-580			230V/380V/400, 500-580		
AC grid frequency range [Hz]	50/60, ±5			50/60, ±5			50/60, ±5			50/60, ±5		
Max AC current [A]	3.5	5.5	25	8.5	12	14	15	14	15	30	30	21
Power factor (full load)	0.9 leading - 0.9 lagging			0.9 leading - 0.9 lagging			0.9 leading - 0.9 lagging			0.9 leading - 0.9 lagging		
Total harmonic distortion THD (%)	< 3			< 3			< 3			< 3		
<b>POWER CONSUMPTION</b>												
Standby consumption power [W]	≤ 4			≤ 10			≤ 10			≤ 10		
<b>EFFICIENCY</b>												
MPP1 efficiency (%)	99.9			99.9			99.9			99.9		
Euro efficiency (%)	95	95.5	96	96.5	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8
Max efficiency (%)	97.1			97.6			97.6			97.6		
<b>SAFETY &amp; PROTECTION</b>												
Over voltage protection	YES			YES			YES			YES		
Over current protection	YES			YES			YES			YES		
DC isolation/impedance monitoring	YES			YES			YES			YES		
Ground fault current monitoring	YES			YES			YES			YES		
DC injection monitoring	YES			YES			YES			YES		
RED protection	YES			YES			YES			YES		
Safety	EN62109-1/-2			EN62109-1/-2			EN62109-1/-2			EN62109-1/-2		
EMC	EN60904-4-2/EN60904-6-3/EN60904-3-3			EN60904-4-2/EN60904-6-3/EN60904-3-3			EN60904-4-2/EN60904-6-3/EN60904-3-3			EN60904-4-2/EN60904-6-3/EN60904-3-3		
Certification	CE/UL/IEC60904			CE/UL/IEC60904			CE/UL/IEC60904			CE/UL/IEC60904		
<b>ENVIRONMENTAL LIMITS</b>												
Protection class	IP65			IP65			IP65			IP65		
Operating temperature [°C]	-25 - +60 (derating at 40)			-25 - +60 (derating at 40)			-25 - +60 (derating at 40)			-25 - +60 (derating at 40)		
Humidity [%]	0-95 (no condensation)			0-95 (no condensation)			0-95 (no condensation)			0-95 (no condensation)		
Air dust [m]	IP65			IP65			IP65			IP65		
Storage temperature [°C]	-25 - +60			-25 - +60			-25 - +60			-25 - +60		
Winds certified [m/s]	≤ 25			≤ 25			≤ 25			≤ 25		
<b>DIMENSIONS &amp; WEIGHT</b>												
Dimensions (W x H x D) [mm]	248 x 150 x 124			307 x 162 x 119			345 x 165 x 145			330 x 165 x 145		
Weight [kg]	7			9.5			14.5			16.7		
<b>GENERAL DATA</b>												
Topology	Transformerless			Transformerless			Transformerless			Transformerless		
Communication interface	RS485 / WiFi (optional) / CAN / USB			RS485 / WiFi (optional) / CAN / USB			RS485 / WiFi (optional) / CAN / USB / 4G/LTE (optional) / Modbus (optional)			RS485 / WiFi (optional) / CAN / USB / 4G/LTE (optional) / Modbus (optional)		
Staple	E-110			E-110			E-110			E-110		
Standard warranty [years]	5-10			5-10			5-10			5-10		
Cooling type	Natural			Natural			Natural			Natural		

\*Can be modified without notice (V2)