

PROMOCIÓN DE INVERSIÓN EMPRESARIAL EN INNOVACIÓN DE PRODUCTOS ENERGÉTICOS PARA EDIFICACIÓN



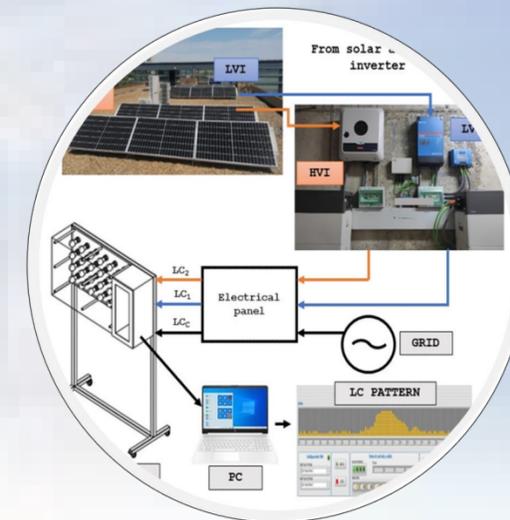
RESULTADOS DE LA COLABORACIÓN EMPRESARIAL EN EUROACE

Banco de pruebas de almacenamiento energético fotovoltaico

Irene Montero Puertas
imontero@unex.es

Área de Máquinas y Motores Térmicos
Universidad de Extremadura

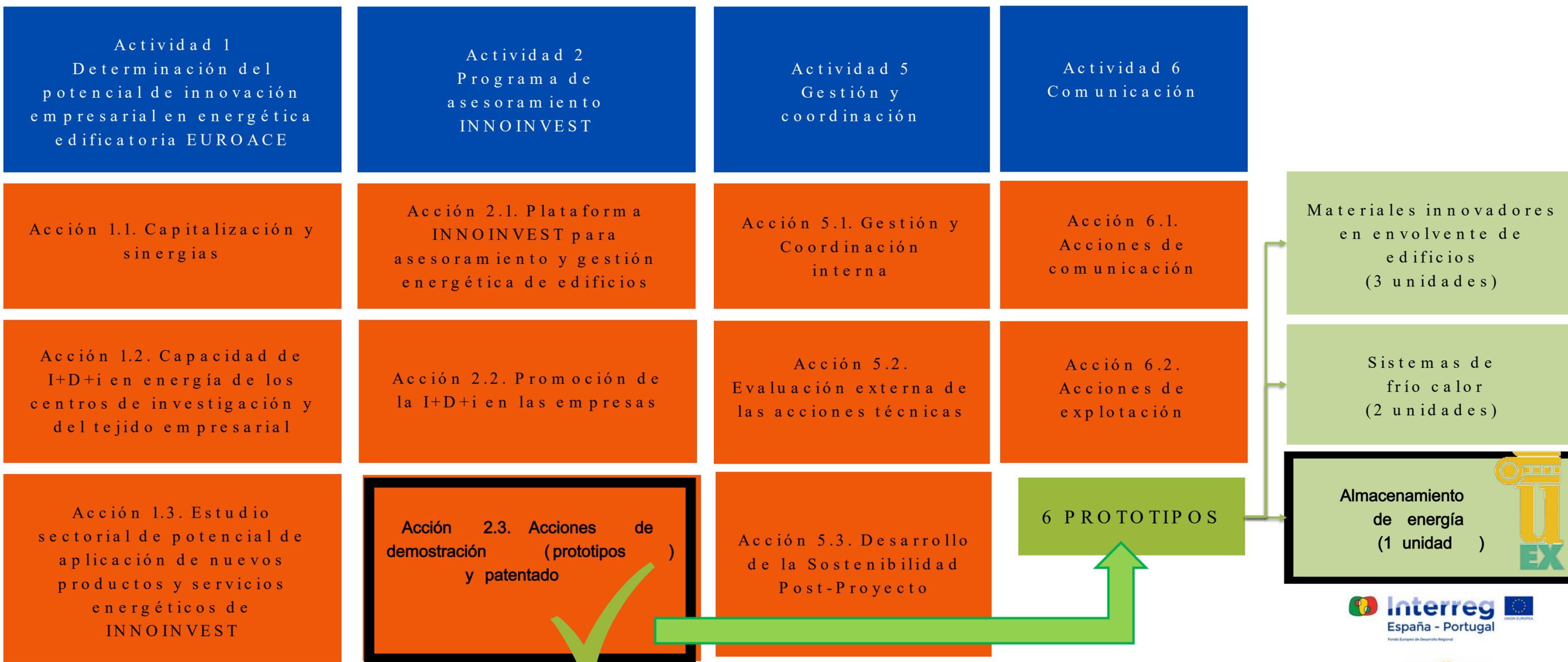
Hospital - Centro Vivo (Badajoz)
30 de Noviembre de 2022



PROMOCIÓN DE INVERSIÓN EMPRESARIAL EN INNOVACIÓN DE PRODUCTOS ENERGÉTICOS PARA EDIFICACIÓN



Promoción de inversión empresarial en innovación de productos energéticos para edificación (INNOINVEST)



ÍNDICE

- ANTECEDENTES
- DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO
- RESULTADOS
- COLABORACIÓN EMPRESARIAL

- ANTECEDENTES
- DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO
- RESULTADOS
- COLABORAÇÃO EMPRESARIAL





ANTECEDENTES



GRUPOS UEX - BADAJOZ

SECTI

 CÁTALOGO DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Sistema Extremeño de Ciencia, Tecnología e Innovación

Grupo de Energía del Área de Máquinas y Motores Térmicos de la UEX - ENERMYT



CARMEN VICTORIA ROJAS MORENO
 IRENE MONTERO PUERTAS
 M^o TERESA MIRANDA GARCÍA-CUEVAS
 JOSÉ IGNACIO ARRANZ BARRIGA
 FRANCISCO JOSÉ SEPÚLVEDA JUSTO
 FERNANDO BARRENA BARRERO
 M^o JOSÉ TRINIDAD LOZANO
 PILAR ROMERO MUÑOZ
 DAVID LARRA REY

Prototipo Uex para Alm. Ener

Diferentes profesores/investigadores de 3 grupos:




 PORTAL DE INVESTIGACIÓN
 

[INICIO](#)
[GRUPOS DE INVESTIGACIÓN](#)
[INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN](#)
[INVESTIGADORES](#)
[PROYECTOS Y CONTRATOS](#)
[PUBLICACIONES](#)
[PROPIEDAD INDUSTRIAL](#)
[SPIN-OFFS](#)
[TESIS DOCTORALES](#)

GRUPO DE INVESTIGACIÓN
 GRUPO DE ENERGÍA DEL ÁREA DE MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS-UXX
 Coordinadora: MARÍA TERESA MIRANDA GARCÍA-CUEVAS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN
 GRUPO DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
 Coordinador: JUAN FRANCISCO DUQUE CARRILLO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN
 GRUPO EXTREMEÑO DE MARKETING Y DIRECCIÓN DE OPERACIONES
 Coordinador: SERGIO RUBIO LACOBIA



LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Aplicaciones de la energía solar.
- Aprovechamiento energético de residuos biomásicos
- Densificación de biomasa
- Eficiencia energética



LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

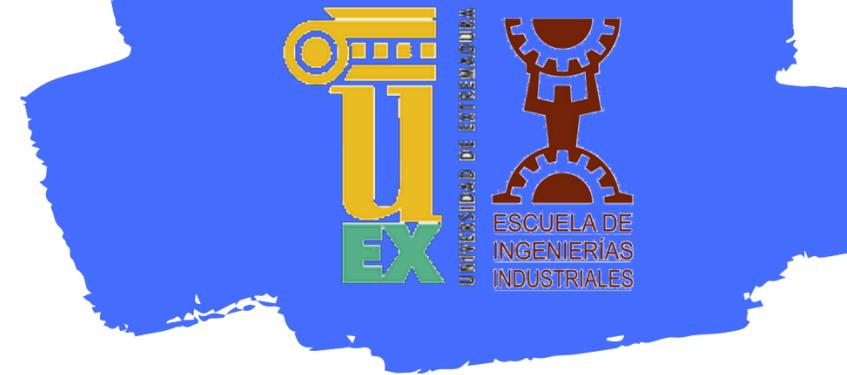
- Automatización y control de procesos
- Diseño y verificación de circuitos integrados de aplicación
- Sistemas empotrados
- Sistemas telemáticos, supervisión y control
- Tarjetas inteligentes
- Visión artificial y procesamiento de imágenes

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LOS SERVICIOS
- GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN: DISEÑO Y DESARROLLO DE BIENES Y SE
- INTERNET Y COMERCIO ELECTRÓNICO: LOS MERCADOS ELECTRÓNICOS B
- LOGÍSTICA INVERSA
- MARKETING DE RELACIONES EN LOS MERCADOS INDUSTRIALES
- MARKETING ECOLÓGICO Y GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

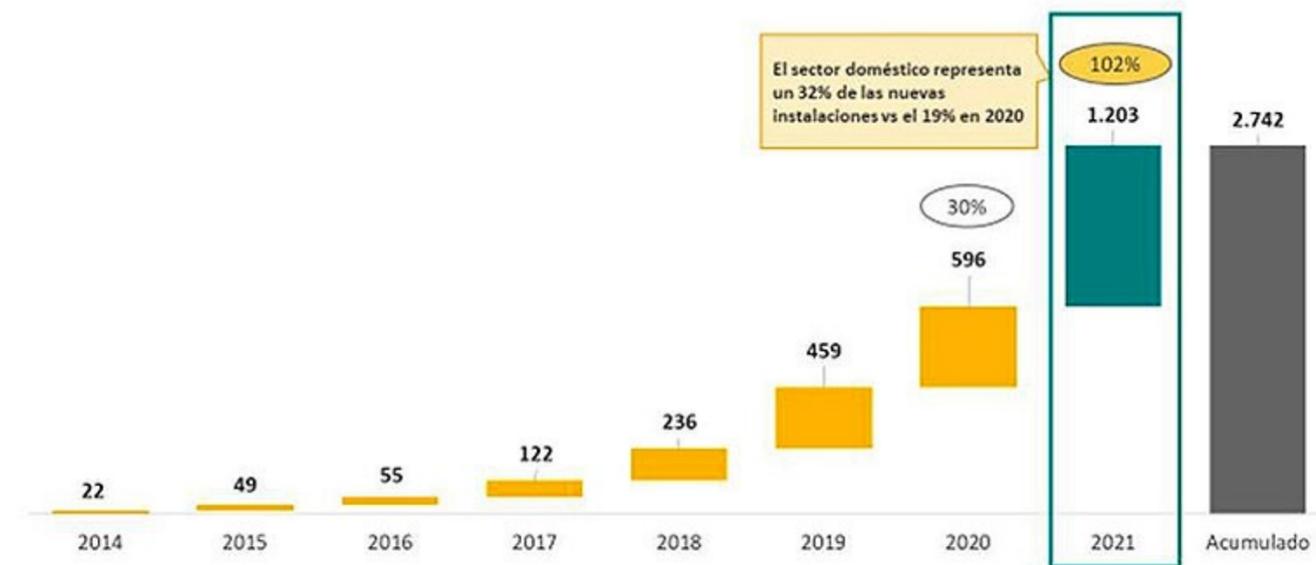


Situación del Autoconsumo fotovoltaico



- SI YA SE TENÍA UNA PREVISIÓN DEL AUMENTO DE LAS EERR EN EDIFICACIÓN, LA SITUACIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL, JUNTO CON LA MEJORA DE LA TECNOLOGÍA Y LOS PRECIOS HA PROVOCADO UN DESARROLLO AÚN MAYOR DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO EN LA EDIFICACIÓN.
- El autoconsumo fotovoltaico creció más de un 100% en 2021 en España, según UNEF, en 2021 en España se instalaron 1.203 MW de nueva potencia fotovoltaica de autoconsumo. **Incremento del 101,84% con respecto a 2020**, cuando se pusieron en marcha 596 MW. La mayoría de la nueva potencia se instaló en el sector industrial (41%) y otro 32% se instaló en el sector residencial.
- CRECIMIENTO EXPONENCIAL DE INSTALACIONES.
- **NECESIDAD DE PODER GESTIONAR DE FORMA ÓPTIMA ESTOS SISTEMAS.**

Potencia instalada de autoconsumo 2021



AUTOCONSUMO EN 2021 (Fuente: UNEF)

**ACTUALMENTE ESTOS SISTEMAS O VIERTEN EXCEDENTES MUY MAL PAGADOS O MAL-GESTIONAN LA ENERGÍA GENERADA.
OPCIÓN DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO (REAL O VIRTUAL)**



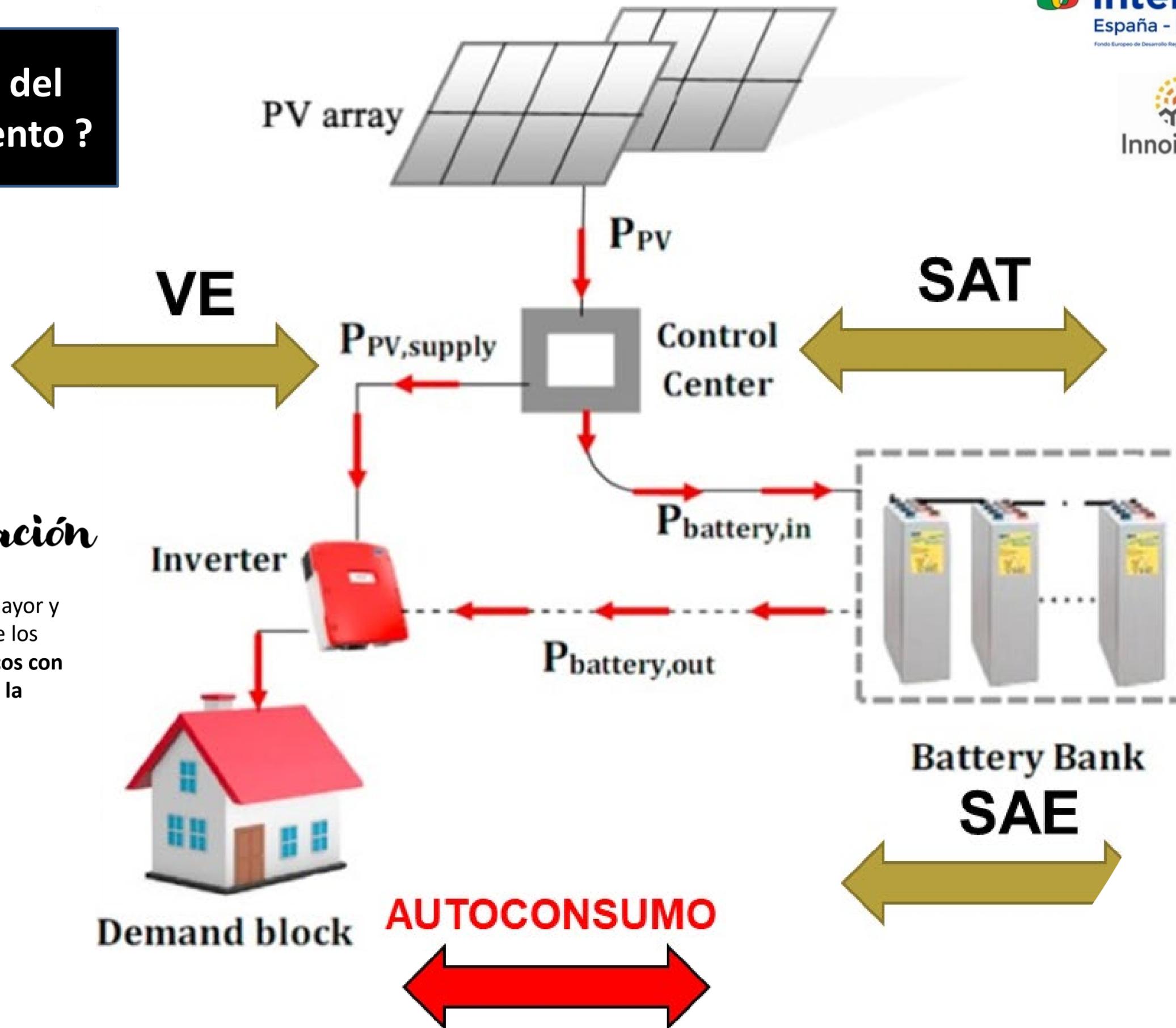
¿ De donde surge la idea del prototipo de almacenamiento ?

1a Idea

Control-Optimización

Necesidad de una mayor y mejor integración de los sistemas fotovoltaicos con almacenamiento en la edificación (SAE+SAT+VE+...)

Integración





 **13.61 kWh**
 Consumo hoy

 **5.01 kWh**
 Autoconsumo

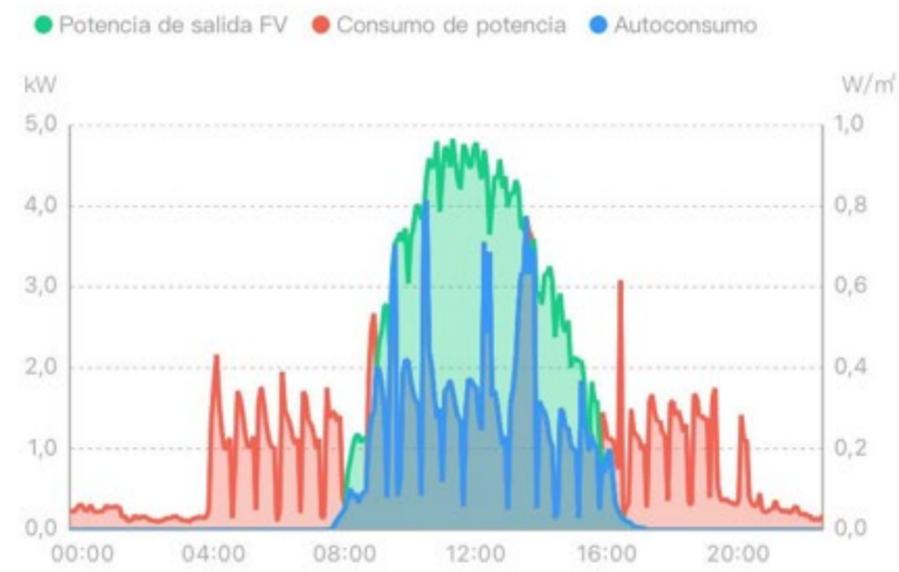
Gestión de energía

Día
 Mes
 Año
 Tiempo de vida

< 27/11/2022 >

Energía 26,51 kWh ?
 Autoconsumo **12,71 kWh** (47,94%) Energía de alimentación **13,80 kWh** (52,06%)

Consumo de electricidad 24,41 kWh
 Autosuficiencia **12,71 kWh** (52,07%) Energía importada **11,70 kWh** (47,93%)

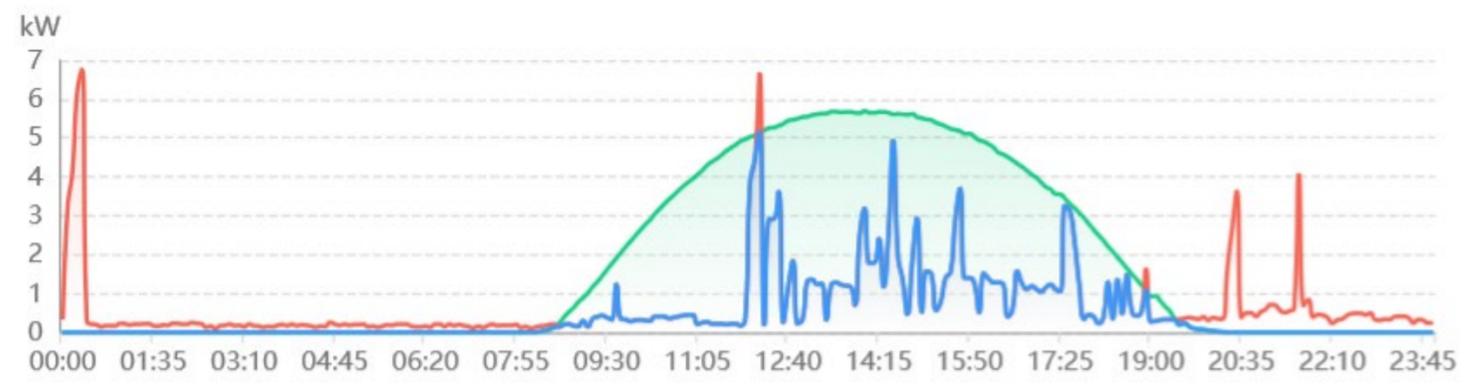


25/09/2022

Energía: 41.73 kWh
 Consumida: **11.93 kWh** Proporcionada a la red eléctric: **71.41%**

Consumo: 18.33 kWh
 Procedente de FV: **11.93 kWh** Suministro red: **6.40 kWh** **34.92%**

● Salida de FV
 ● Consumo total
 ● Consumo fotovoltaico (kW)

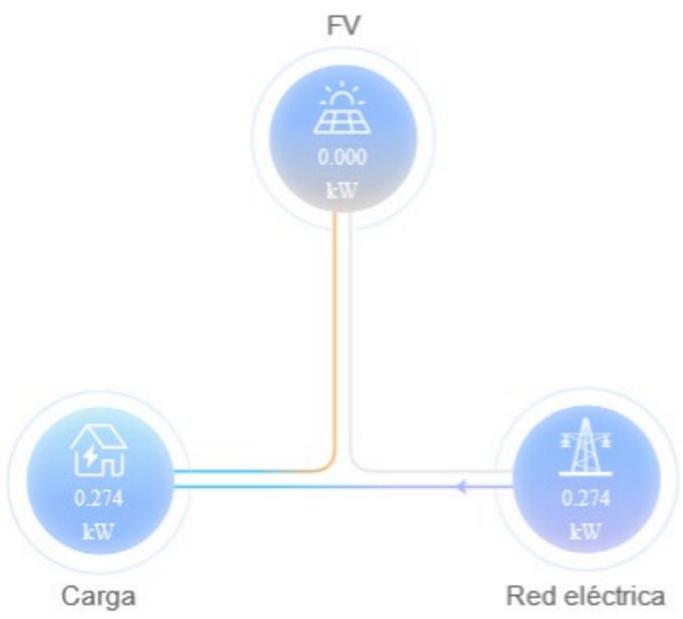
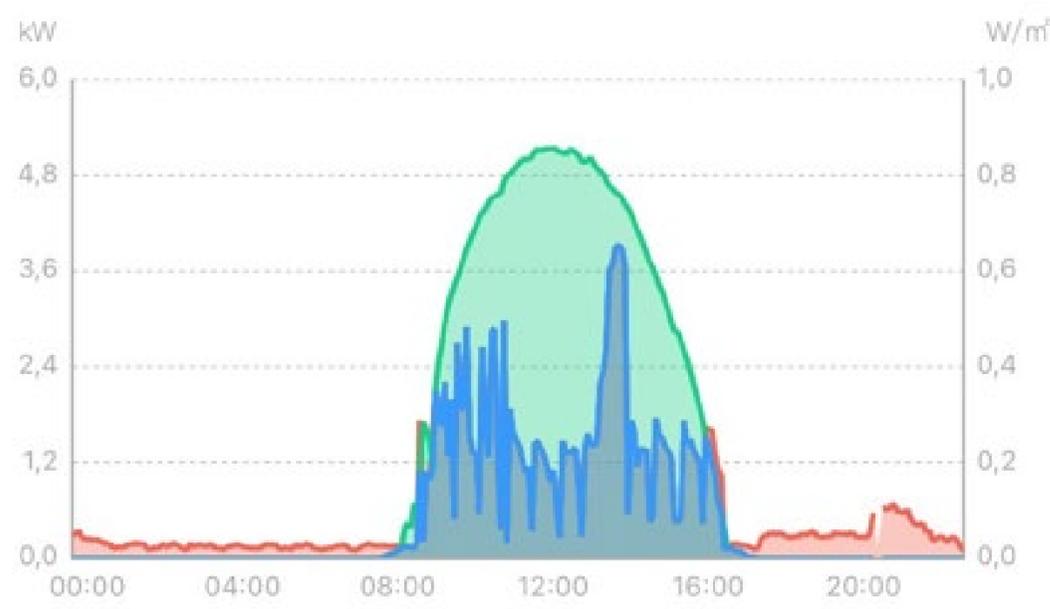


< 25/11/2022 >

Energía 31,44 kWh ?
 Autoconsumo **12,14 kWh** (38,61%) Energía de alimentación **19,30 kWh** (61,39%)

Consumo de electricidad 15,74 kWh
 Autosuficiencia **12,14 kWh** (77,13%) Energía importada **3,60 kWh** (22,87%)

● Potencia de salida FV
 ● Consumo de potencia
 ● Autoconsumo

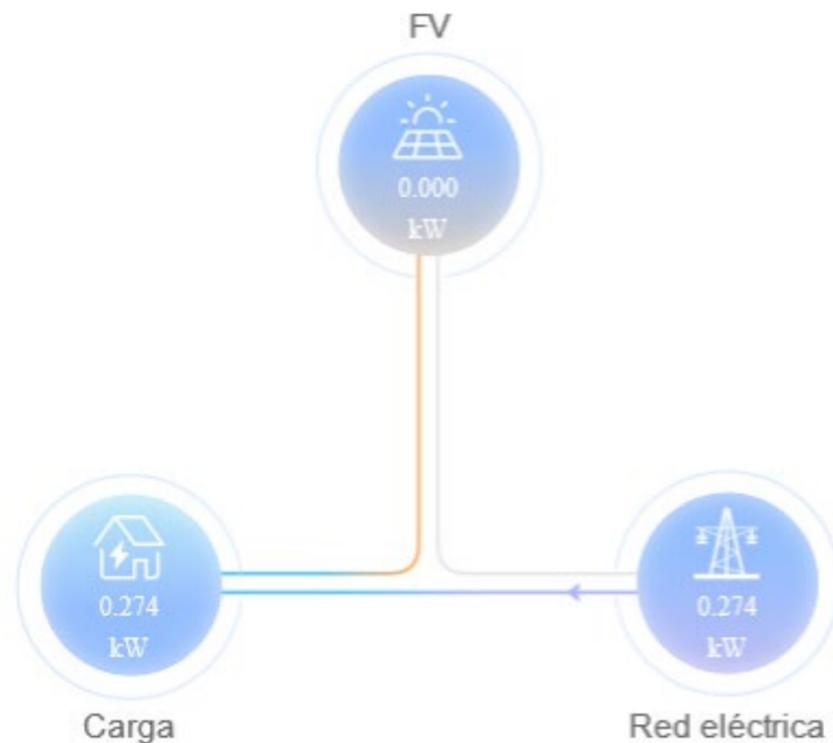


Caso real



Instalación fotovoltaica de autoconsumo sin AT en vivienda unifamiliar aislada

- 12 módulos Hi-Mo+ inversor híbrido Huawei
- 6,5 kWp
- Sin almacenamiento pero con posibilidad de conexión de baterías.



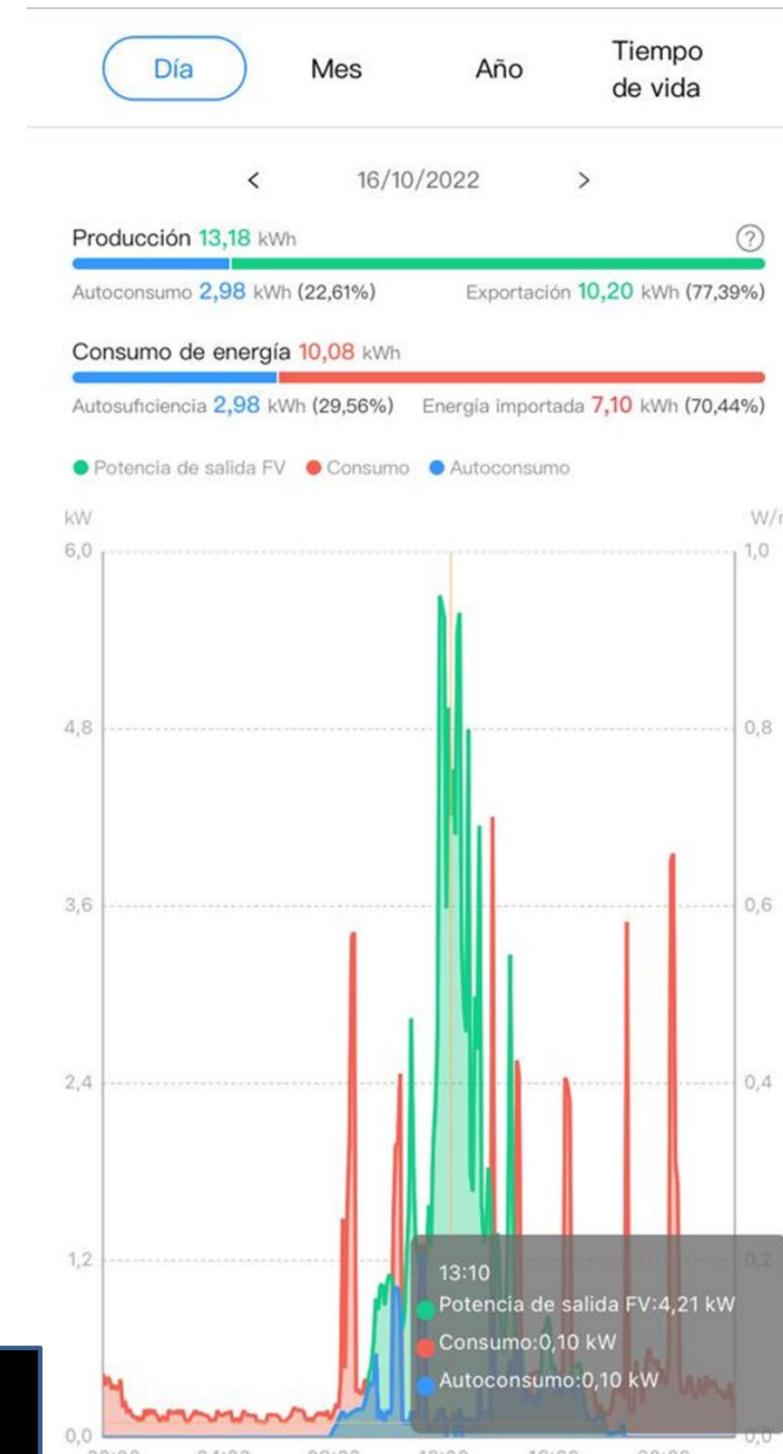
Mayor incertidumbre además en días nublados y con generación muy variable

Aerotermia (BdC aire-agua para suelo radiante/refrescante+ACS)
Consumos eléctricos varios (electrodomésticos, depuradora, etc.) + Vehículo eléctrico+...

Autoconsumo fotovoltaico

Gestionabilidad.
Integración real óptima.
Almacenamiento de energía. Estudio riguroso del comportamiento de las instalaciones.

SE DEBE CONOCER MEJOR LA TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO



Prototipo planteado por la Uex en la EII

REVISIÓN TECNOLÓGICA ESTADO DEL ARTE. NECESIDADES.

Sistemas fotovoltaicos para autoconsumo con almacenamiento en baterías.

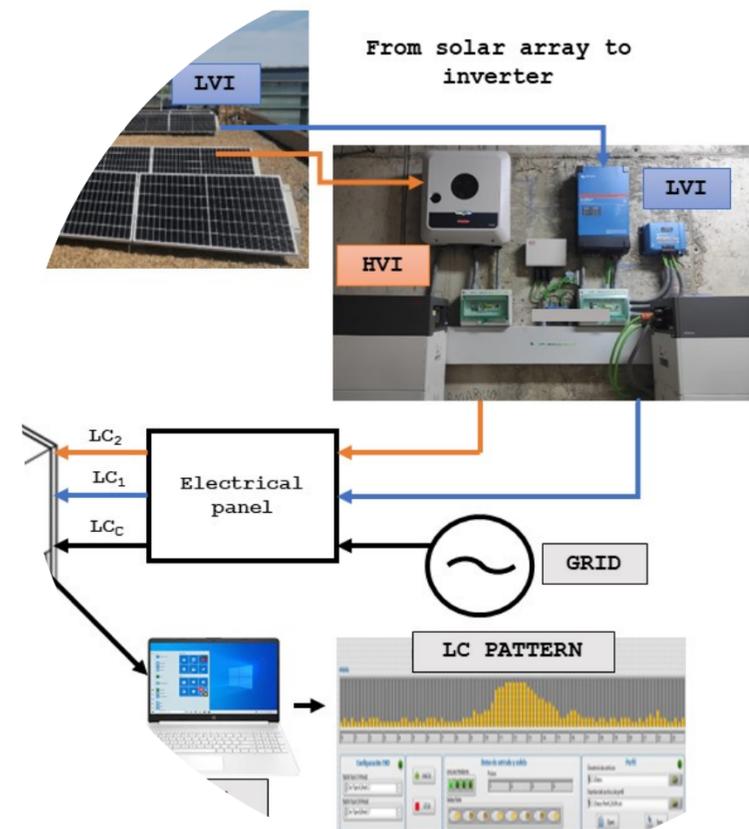
- NECESIDAD DE UNA DESCARBONIZACIÓN ENERGÉTICA → Energías renovables.
- Posibilidades de conseguir una integración más eficiente en la edificación.
- Difícil gestión energías renovables y adaptación a consumos → Alm. con Baterías.
- Ventaja de la tecnología de ferrofosfato de litio a corto plazo.
- Reducción de costes y mejora tecnológica en los próximos años.



PROPUESTA DE PROTOTIPO DE ALMACENAMIENTO INNOINVEST

- Almacenamiento de energía en baterías a diferentes niveles de tensión.
- El almacenamiento en alto voltaje es específico para la tecnología del litio.
- Estudio comparativo de ambos sistemas y análisis para diferentes tipología de cargas.

Implantación de 2 instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo con idéntico campo solar. Una de ellas almacena energía a bajo voltaje (LVI) y otra la almacena en alto voltaje (HVI). Sistema control de cargas+Aeroterminia.



DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO

- Prototipo en la EI.
 - Autoconsumo fotovoltaico + Almacenamiento en baterías.
 - Control de cargas de consumo.
 - Hibridación con aerotermia.
- Esquema general.
- Desarrollo de modelo en TRNSYS.



Banco de pruebas de almacenamiento energético fotovoltaico

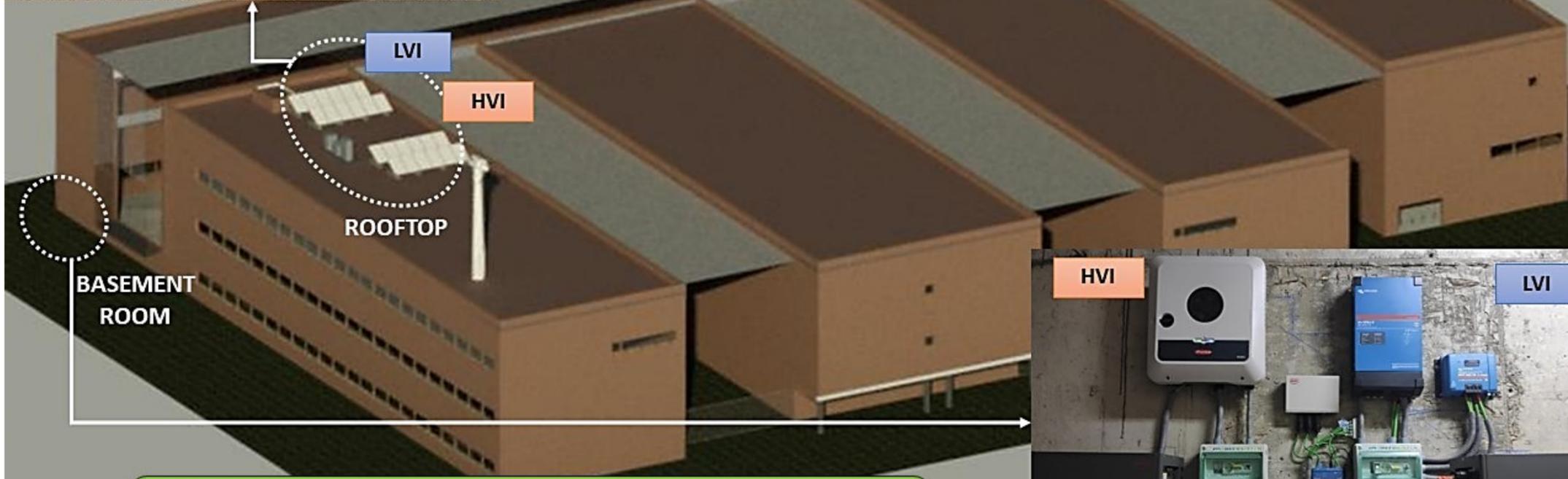
AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO + ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS PARA LA EDIFICACIÓN



EII (BADAJOZ)
Zona EUROACE



Optimising the integration of batteries in photovoltaic self-consumption systems



High Voltage Installation (HVI) vs Low Voltage Installation (LVI)
Energy efficiency?



Extremadura

Extremadura



Centro y Alentejo portugués

boiundrés

AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO + BATERÍAS

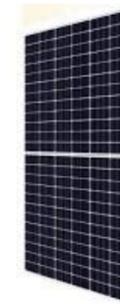
HVI

VS

LVI

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- Canadian Solar, CS3W-450MS
- Potencia pico = 450 W



INVERSOR HÍBRIDO

- Fronius Primo GEN24 3 Plus
- Potencia de salida en CA = 3000 W
- 2 entradas MPPT



INVERSOR/CARGADOR

- Victron MULTIPLUS-II 48/3000/35-32
- Potencia = 3000 VA
- Requiere regulador de carga



REGULADOR DE CARGA

- Regulador MPPT Victron SmartSolar 250/70 con interfaz VE.Can



BATERÍA HV

- BYD B-BOX PREMIUM HVS 7.7
- Tecnología: Litio
- Alto Voltaje
- Capacidad útil: 7.68 kWh

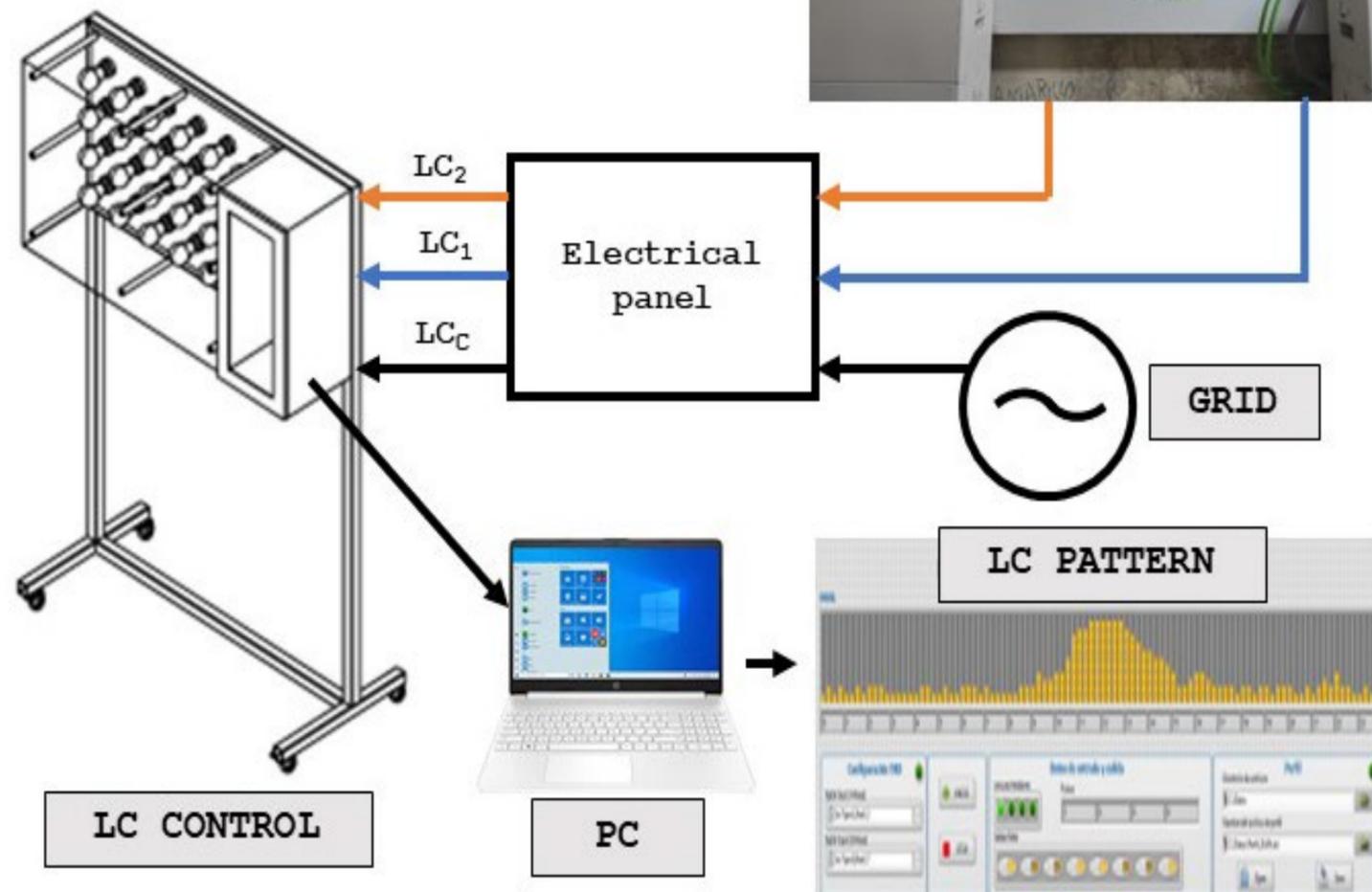
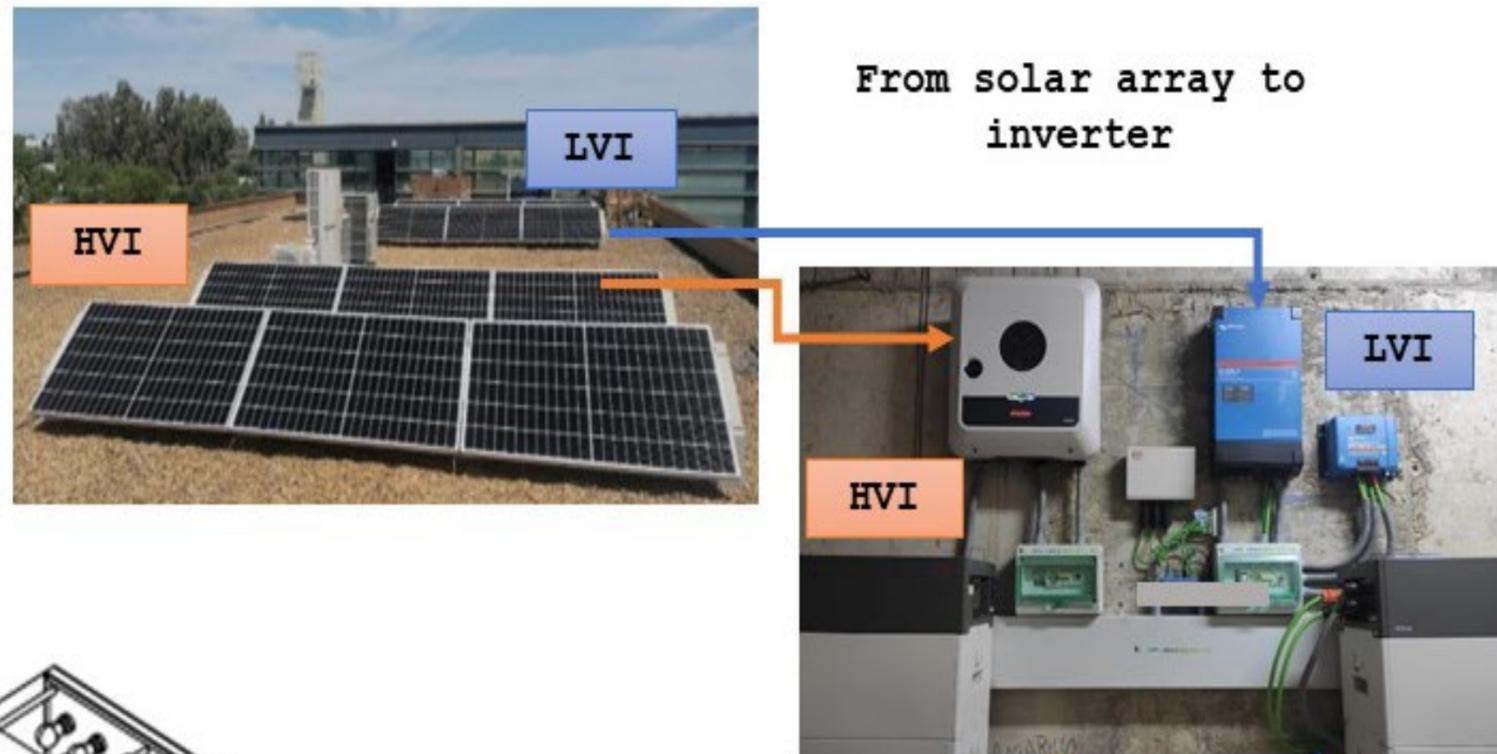


BATERÍA LV

- BYD B-BOX PREMIUM LVS 8
- Tecnología: Litio
- Bajo Voltaje
- Capacidad útil: 7.68 kWh



CONTROL DE CARGAS DE CONSUMO



- 2 circuitos de carga independientes con consumos **entre 0 y 3 kW**.
- Estructura fácilmente transportable.
- Control de cargas mediante software **LABVIEW**.



HIBRIDACIÓN CON AEROTERMIA

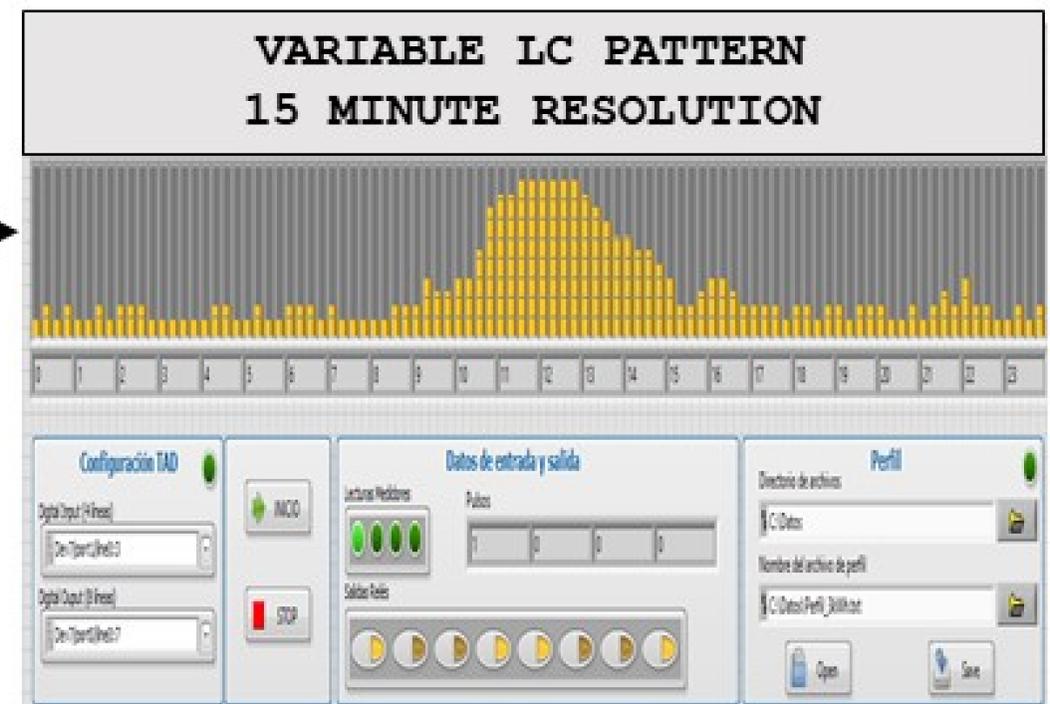
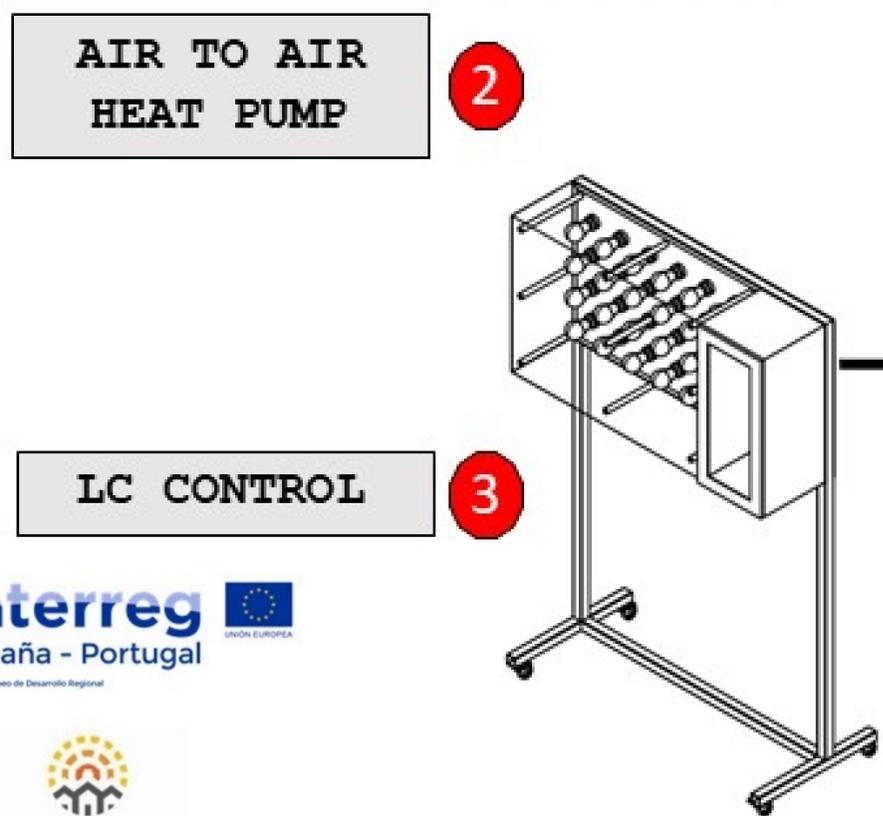
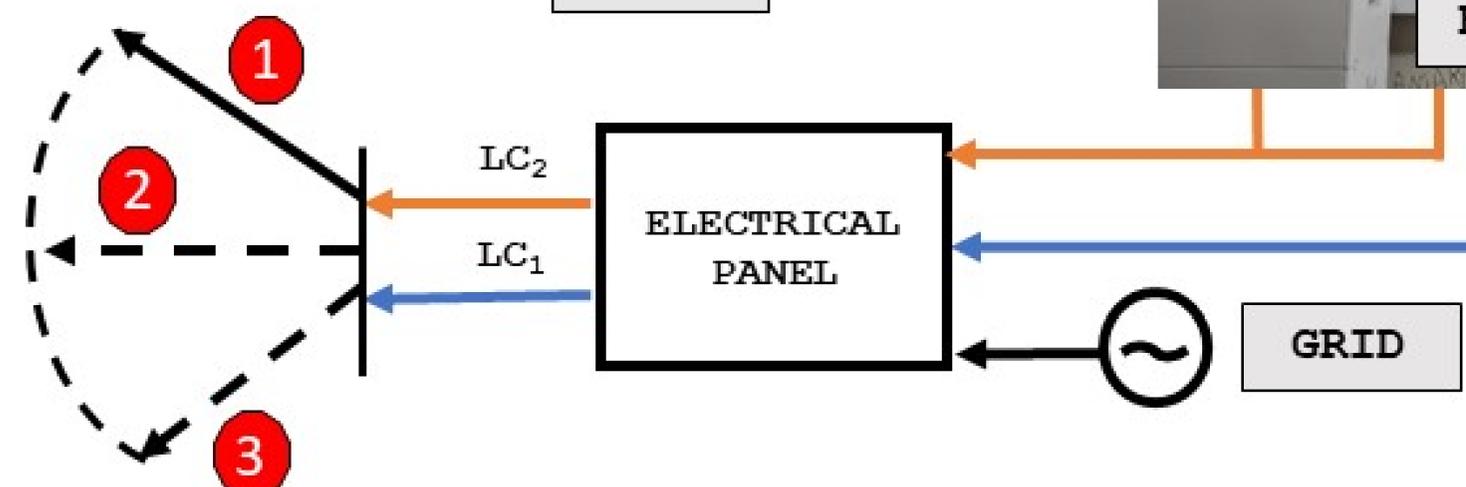
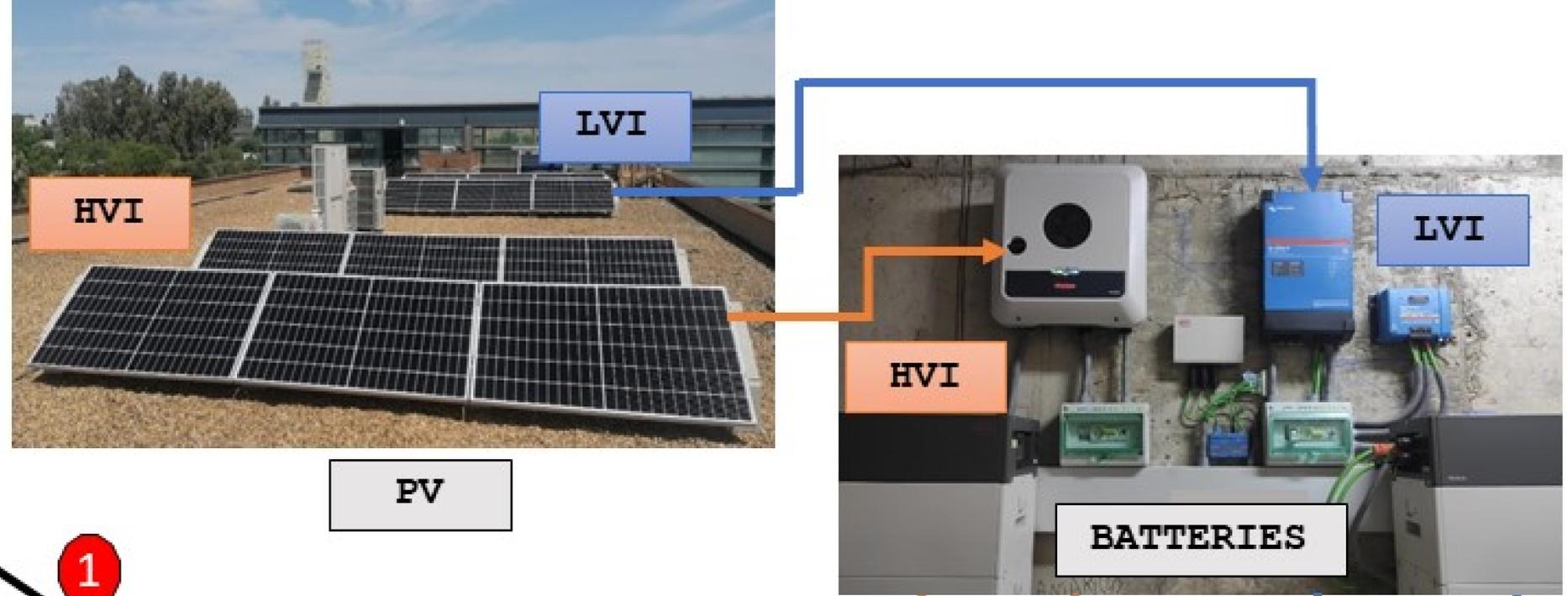
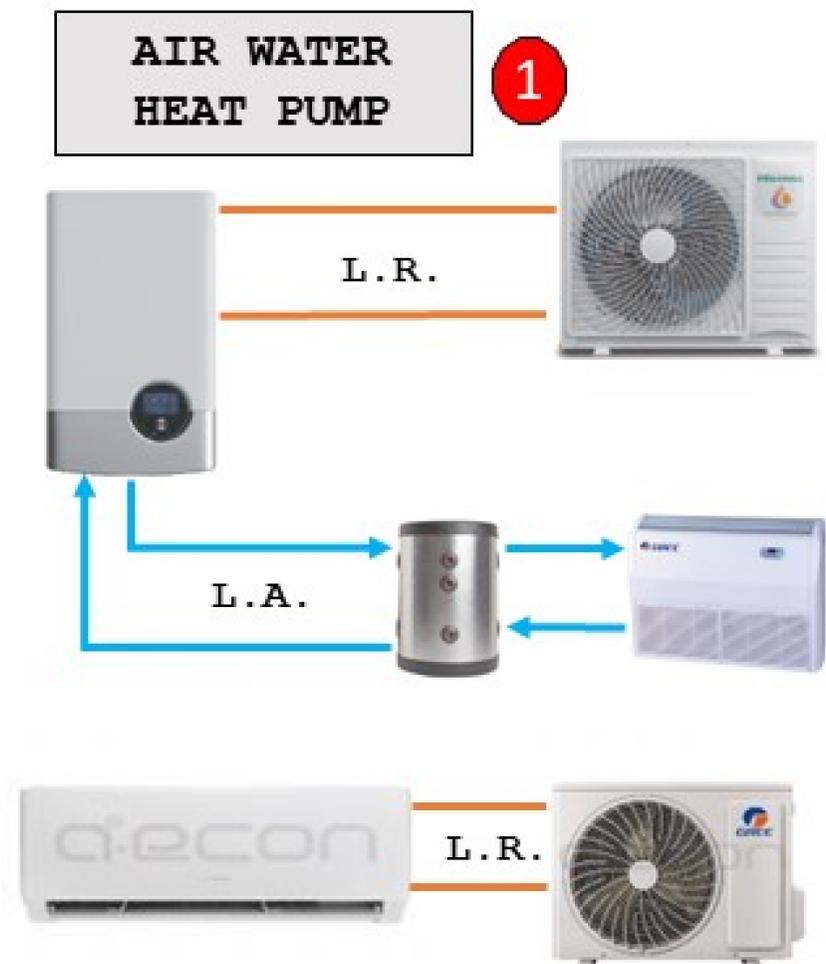
BOMBA DE CALOR AIREAIRE



HIBRIDACIÓN CON AEROTERMIA

BOMBA DE CALOR AIREAGUA CON FANCOIL

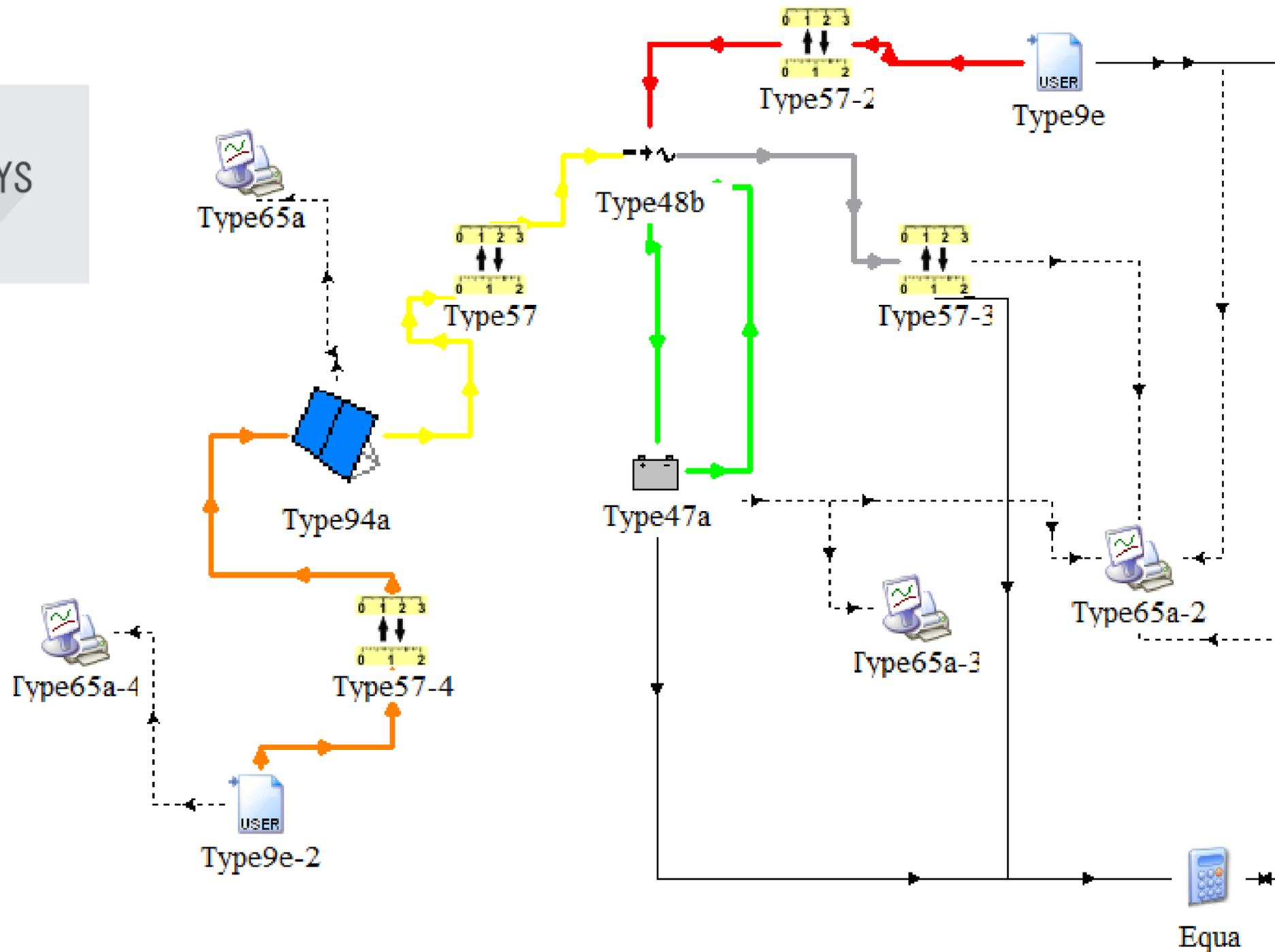




DESARROLLO DE MODELO EN TRNSYS



FOTOVOLTAICA + ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO

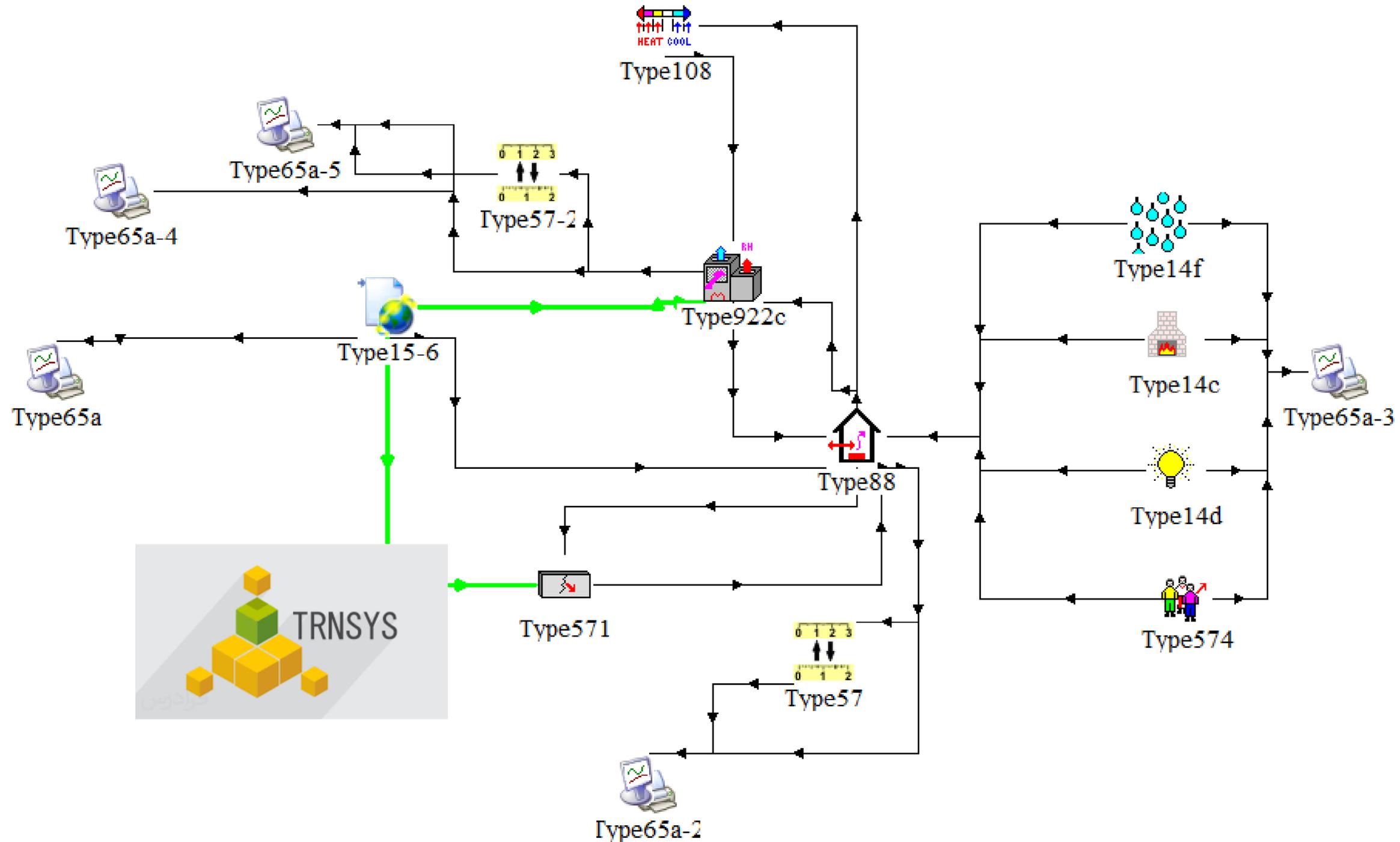
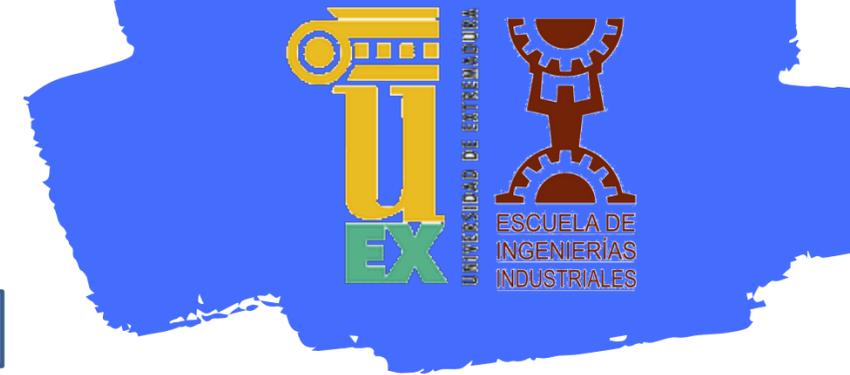


- Programa de simulación potente y preciso.
- Uso no trivial.



DESARROLLO DE MODELO EN TRNSYS

FOTOVOLTAICA + ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO + BOMBA DE CALOR AIRE-AIRE



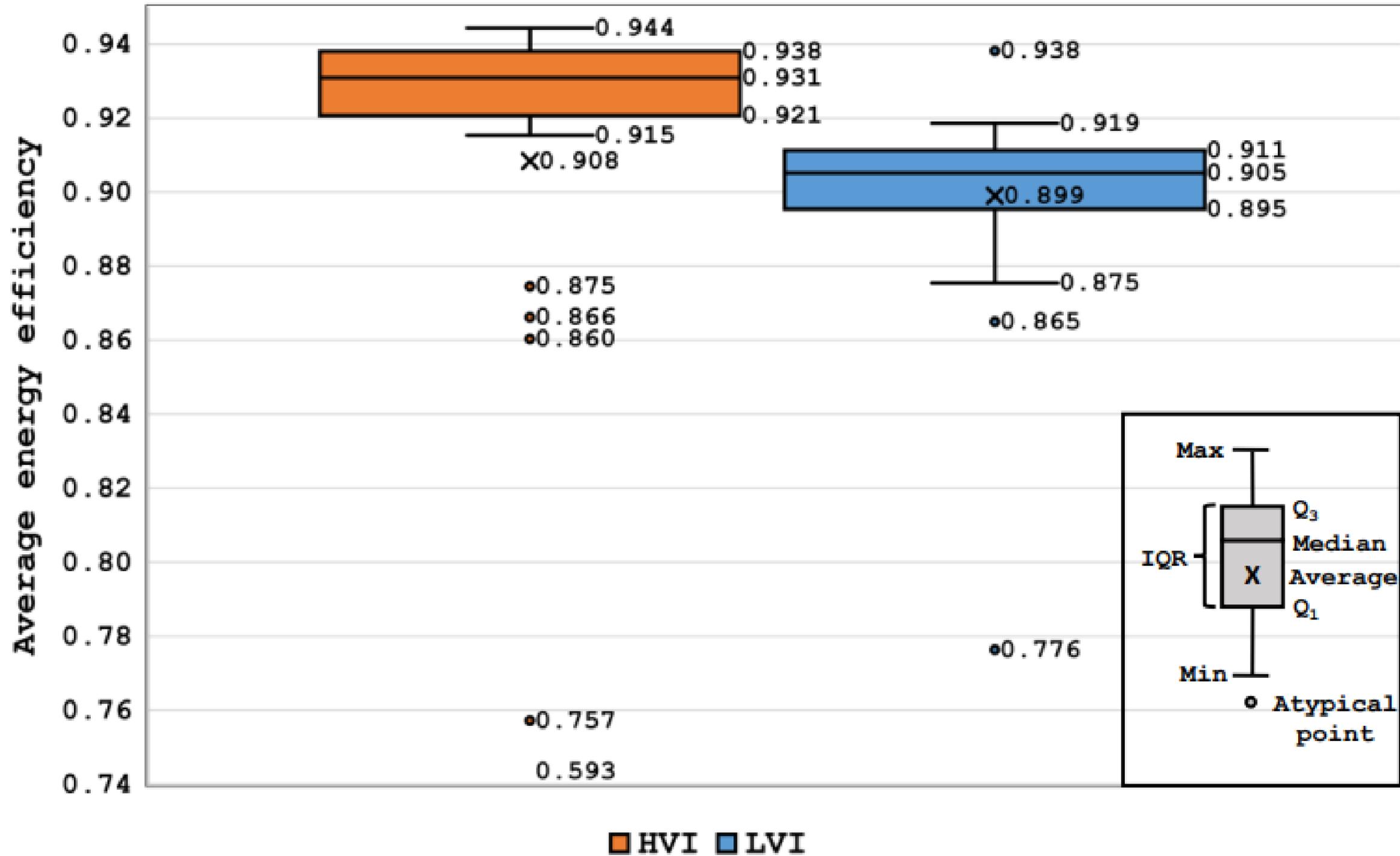
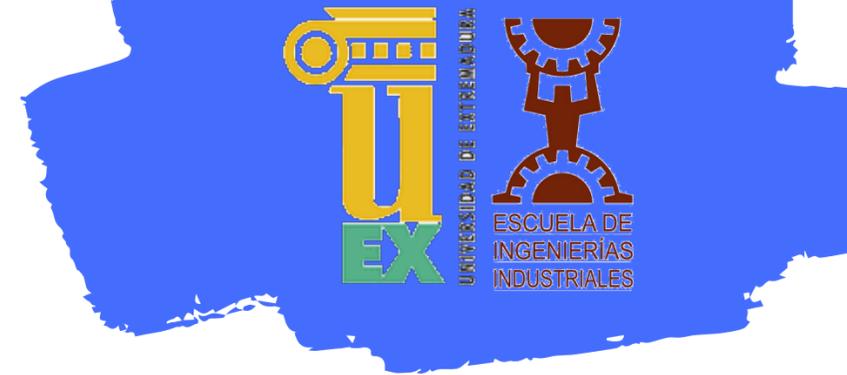
RESULTADOS

- Puesta en marcha.
- Bajo demanda controlada.
- Modelo TRNSYS.



RESULTADOS

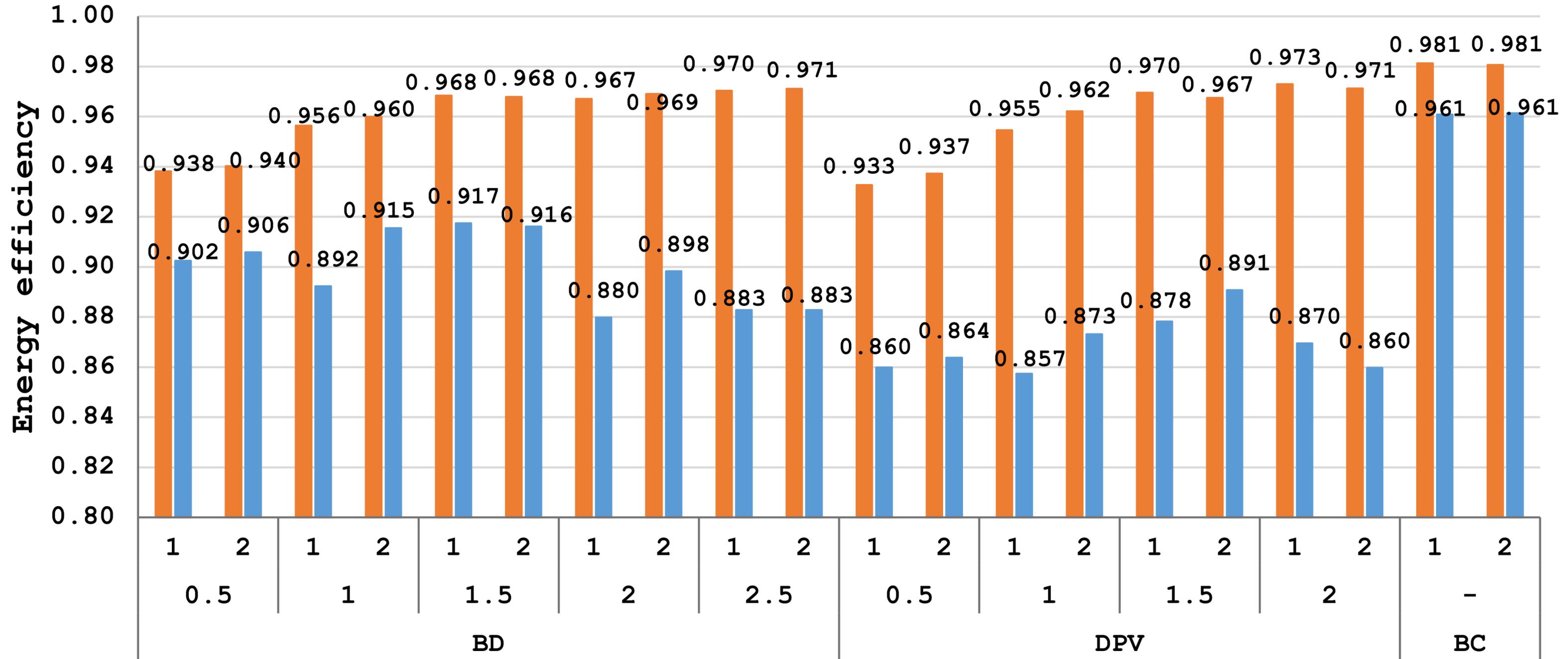
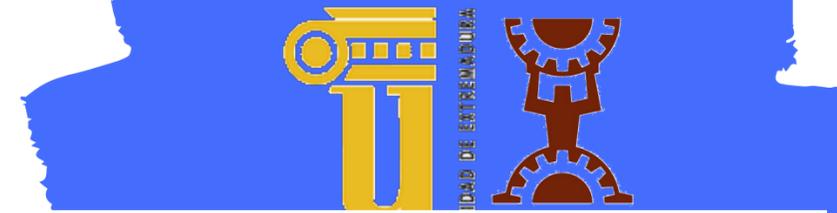
PUESTA EN MARCHA



Rendimiento energético HVI superior alrededor de un 3%.

RESULTADOS

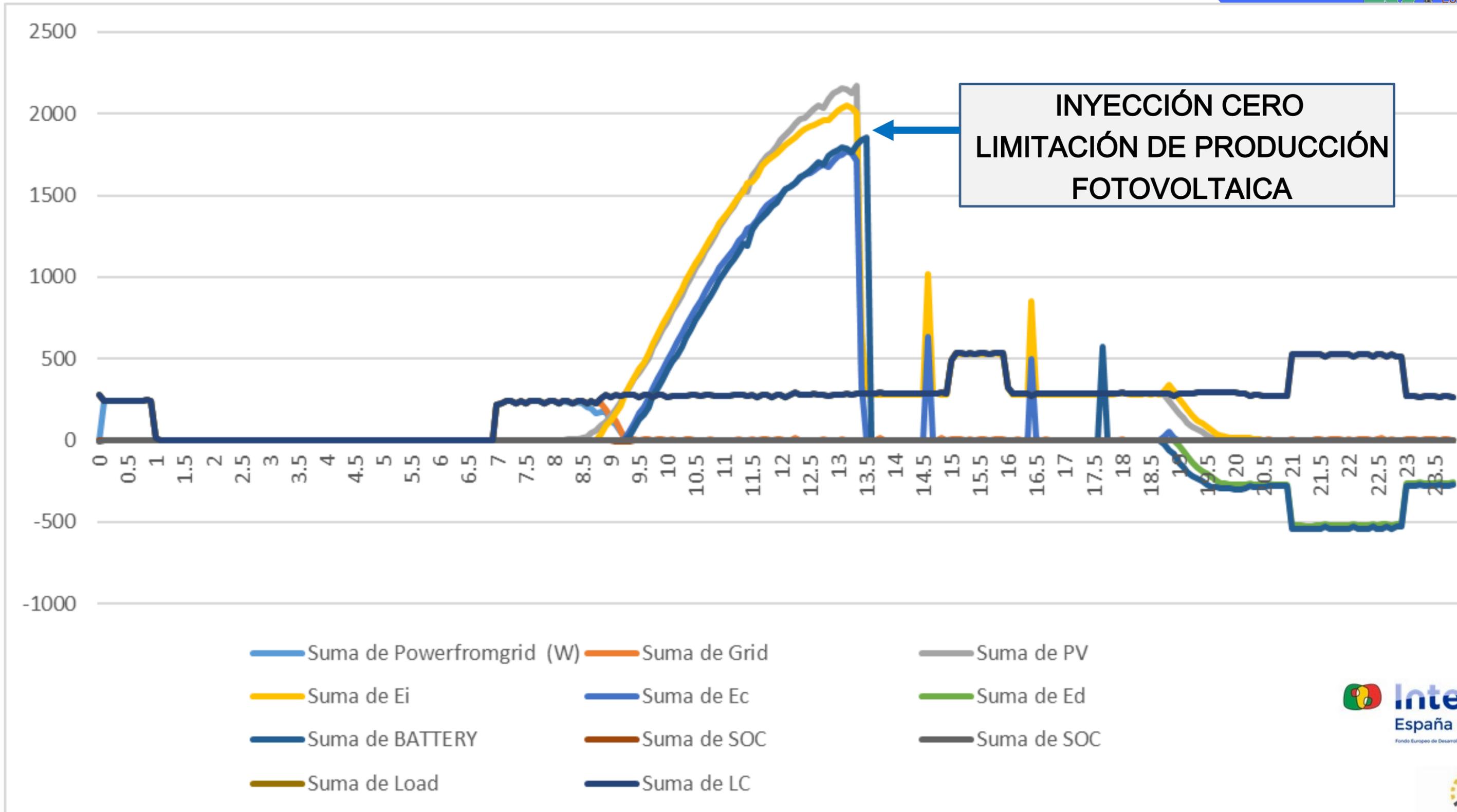
BAJO DEMANDA CONTROLADA



- Eficiencia energética promedio en HVI fue superior entre 3% y 10%.
- El rendimiento energético de HVI se incrementó a medida que la potencia fue superior.
- Maximización del consumo directo de la energía generada sin previo paso por la batería.

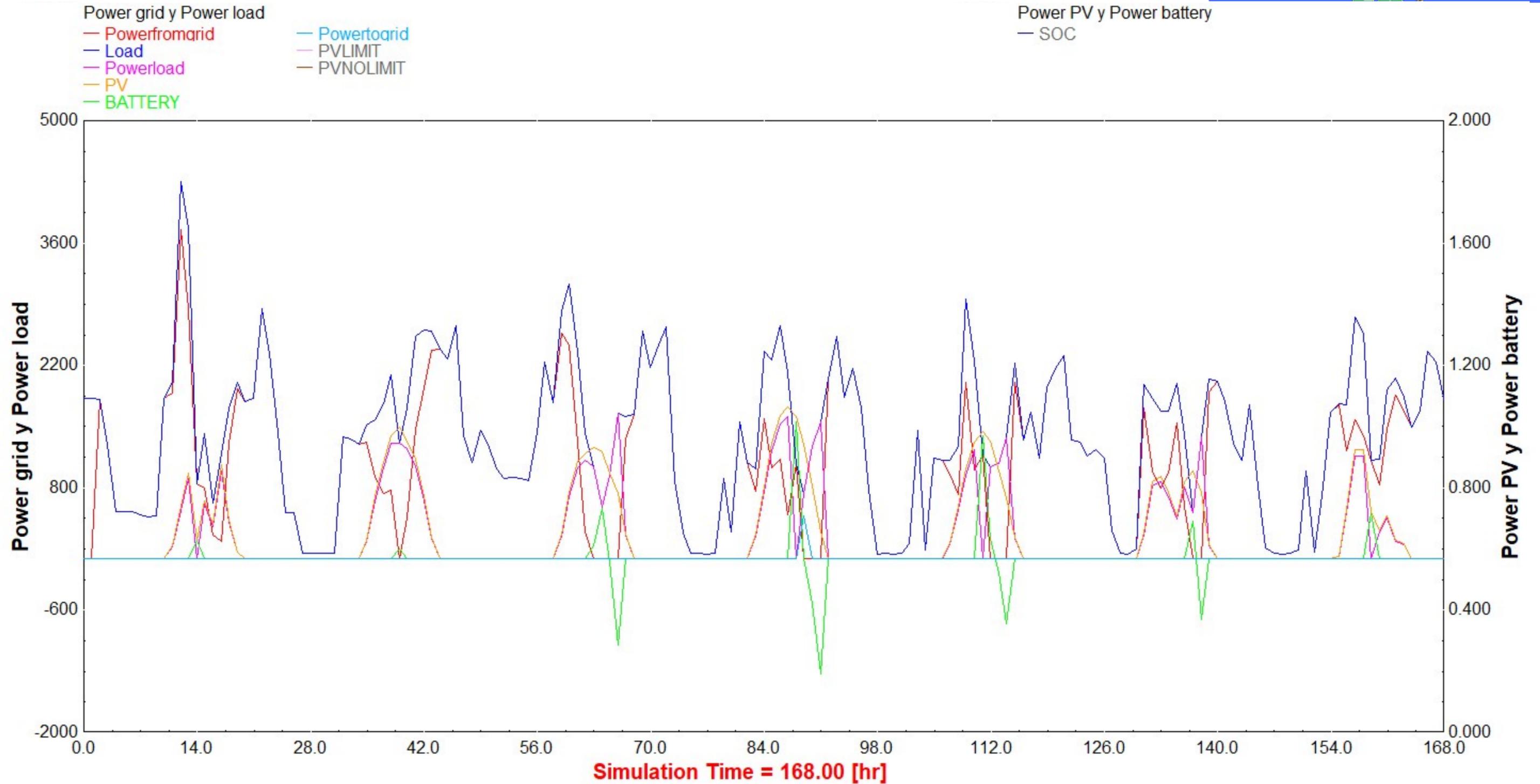
RESULTADOS

VALIDACIÓN MODELO TRNSYS



RESULTADOS

MODELO TRNSYS





COLABORACIÓN EMPRESARIAL

COLABORAÇÃO EMPRESARIAL

- Indicadores / Participación de empresas.

RESULTADOS E INDICADORES



INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

ACTIVIDAD	TIPOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	FIN
A.2	RESULTADO (INDICADOR C029)	Ayudar a que las empresas del sector de energética edificatoria puedan desarrollar nuevos productos o servicios	200	dic-21
A.2	RESULTADO (INDICADOR C026)	Incrementar el número de empresas que cooperan con centros de investigación en el desarrollo, diseño y fabricación de nuevos productos/servicios de energética edificatoria.	60	dic-21

10 EMPRESAS POR PROTOTIPO



ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO
14 EMPRESAS



PARTICIPACIÓN DE EMPRESAS

SOLICITACIÓN DE OFERTAS

2.1 Alcance de la instalación

La instalación debe incorporar los siguientes componentes:

- Módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino sobre estructuras de hormigón prefabricado.
- Inclinación y orientación: 30° y sur.
- Área de captación fotovoltaica aproximada: 13 m2.
- Inversor y/o regulador.
- Batería de litio High Voltage.

Página 2/3



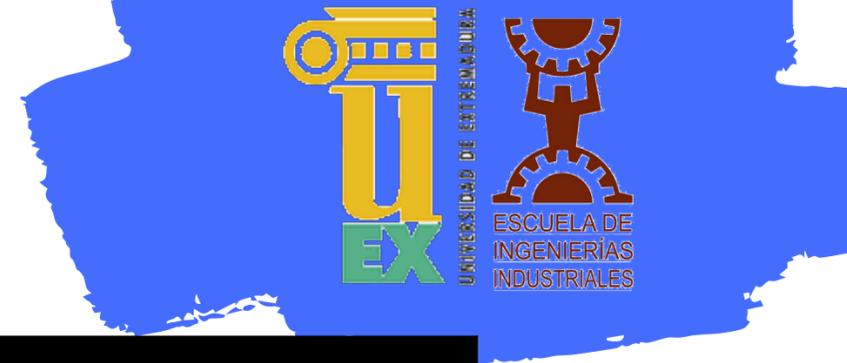
- Canalizaciones, cableado, cuadros eléctricos y protecciones correspondientes para las zona de corriente continua y corriente alterna, incluso dispositivo anti-retorno y vertido en cuadro eléctrico existente del establecimiento.
- Sistema de monitorización y comunicaciones.



+ de 50 EMPRESAS



PARTICIPACIÓN DE EMPRESAS



PARTES DEL PROTOTIPO	EMPRESAS PRINCIPALES	OTRAS EMPRESAS COLABORADORAS
INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CON ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO		
SISTEMA DE CONTROL DE CARGA DE CONSUMO		
SISTEMAS DE AEROTERMIA		

9

3

2

Asesoramiento

Innovación

Impacto económico y social

Oportunidades



MODELO DE UTILIDAD



**OBJETIVO
OBTENER UN TÍTULO DE MODELO DE
UTILIDAD**

SITUACIÓN ACTUAL
**EN TRÁMITE PARA LA SOLICITUD A LA
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y
MARCAS**



 **Vicerrectorado de Investigación y Transferencia**
Servicio de Gestión y Transferencia de Resultados de la Investigación
Edif. Gestión del Conocimiento
Avda. de Elvas, s/n 06006-Badajoz

IMPRESO DE COMUNICACIÓN DE INVENCIÓN/CREACIÓN c11

Ref. Interna: _____

Este impreso de Comunicación de invención/creación es para uso del Personal de la Universidad de Extremadura⁽¹⁾, que haya desarrollado un Resultado de Investigación⁽²⁾, exclusivamente en el seno de esta universidad, o con la colaboración de un tercero⁽³⁾, y para el que se solicita protección registral de los derechos de propiedad industrial e intelectual⁽⁴⁾ derivados de dicho resultado.

Cumplimente en su totalidad este impreso y envíe una copia en formato digital a sgtritr@unex.es. Si tiene cualquier duda puede ponerse en contacto con la Unidad de Valorización en la extensión 89212 o utilizando el correo electrónico anteriormente indicado.

Para dar inicio al procedimiento, una vez cumplimentado, imprima el formulario, incluya las firmas en las tablas 3.1 y/o 3.2, y preséntelo en cualquiera de los Registros de la Universidad de Extremadura.

D./Dña⁽⁵⁾: IRENE MONTERO PUERTAS

Email: imontero@unex.es Teléfono: 637297456

Categoría Profesional o Relación Laboral con la UEX: TITULAR DE UNIV.

Área de Conocimiento: MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS

Departamento: INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE LOS MATERIALES

Centro: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

En cumplimiento del Art. 2 de la Normativa de Protección de Resultados de la Investigación de la Universidad de Extremadura, notifica la siguiente invención/creación y manifiesta su interés en que sea protegida.

TÍTULO DE LA INVENCIÓN/CREACIÓN

BANCO DE PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO FOTOVOLTAICO CON CONTROL DE CARGA

PUBLICACIONES



Analysis of photovoltaic self-consumption systems for hospitals in southwestern Europe

I. Montero, M.T. Miranda*, F. Barrena, F.J. Sepúlveda, J.I. Arranz

University of Extremadura, School of Industrial Engineering, Avenue Elvas s/n, 06006 Badajoz, Spain

ARTICLE INFO

Article history:
Received 14 January 2022
Revised 24 May 2022
Accepted 12 June 2022
Available online 15 June 2022

Keywords:
Hospital
Energy consumption
Photovoltaic Self-consumption
Self-sufficiency
Load profile
Decarbonization

ABSTRACT

A proposal is made for the energy modernization of a group of hospitals in south-western Europe, through the installation of photovoltaic self-consumption systems based on their electricity consumption patterns. For this purpose, the energy demand of these hospitals was examined in detail, self-consumption photovoltaic systems were designed with simulation software and the energy and environmental results were studied. The average annual consumption curve of the hospitals favoured the optimal exploitation of the photovoltaic systems, obtaining very high self-consumption rates. Furthermore, by using 30–50% of the roof surface, an average of 25–30% of the annual electricity demand could be covered and potentially reduce CO₂ emissions. Thus, the incorporation of photovoltaic systems for self-consumption in hospitals located in a Mediterranean climate is a very interesting solution.

© 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The population needs to consume considerable amounts of energy in many different forms to meet its needs. Currently, energy supply is mainly sustained by non-renewable energy sources, but the hegemony of fossil fuels is in decline due to the regulation of the sector and the efforts that have been made in R&D and Innovation in recent years in favour of clean energies. For this reason, the energy sector is going to undergo profound changes with a major shift in the most widely used energy sources, making the transition to an energy model based on renewable energies essential. The challenge is to prevent greenhouse gas (GHG) emissions from growing and to comply with the Paris Agreement, which aims to combat climate change and intensify the actions necessary for a sustainable future with low carbon emissions [1]. This concern about climate change has been reflected in the 2030 Agenda for Sustainable Development, which includes 17 Sustainable Development Goals (SDGs), some of them can be relevant to this work: ensure universal access to clean energy for all (SDG7), build sustainable cities and communities (SDG11) with responsible production and consumption (SDG12) and reduce emissions to the atmosphere (SDG13) [2].

Along these lines, action on the building sector is key to reduce GHG emissions, as energy demand in buildings and building con-

struction exceeds one-third of global final energy consumption and is responsible for around 40% of total global CO₂ emissions [3,4]. The Directive 2018/844/UE [5] states that approximately 75% of existing buildings are energy inefficient, whereas only 1% of these buildings undergo renovation to improve their energy efficiency [6]. Furthermore, Ascione et al. [7] stated that two-thirds of the buildings in the European Union (EU) were built when energy efficiency requirements were not enforced. In addition, 75–90% of the current building stock will still be in use in 2050, making energy renovation of existing buildings necessary to achieve the targets set [8].

Among the different types of buildings, Papadopoulos [9] explained that hospitals - belonging to the tertiary sector - are highly complex buildings that consume a large amount of energy and continuously operate 24 h a day, all year round - they usually have an energy consumption between 3 and 5 times higher than an office building [10,11], also belonging to the tertiary sector. In 2019, the last year with estimated data, the final energy consumption of the tertiary sector - office buildings, health, commerce, hotels and restaurants, education, and other services - reached 10,177 ktoe¹, i.e., 11.8% of total final energy consumption in Spain, being exceeded only by the transport, industry and residential sectors (43.9%, 23.6%, and 16.9%, respectively). Focusing on the energy consumption of the services sector, electricity use is 63.1% of total demand. However, the consumption of energy from renewable resources is low (1.8%). In 2019, annual energy consumption in the Spanish healthcare sector reached 8.1% of the sector's total,

* Corresponding author.

E-mail address: tmiranda@unex.es (M.T. Miranda).

Evaluation of the efficiency of photovoltaic systems with batteries considering different voltage levels.
Design and energy analysis of PV-battery prototype considering different voltage levels.

- 1 ARTÍCULO
- 2 PUBLICACIONES A CONGRESOS
- 2 ARTÍCULOS EN REVISIÓN



PROMOCIÓN DE INVERSIÓN EMPRESARIAL EN INNOVACIÓN DE PRODUCTOS ENERGÉTICOS PARA EDIFICACIÓN



RESULTADOS DE LA COLABORACIÓN EMPRESARIAL EN EUROACE

Banco de pruebas de almacenamiento energético fotovoltaico

Irene Montero Puertas
imontero@unex.es

Área de Máquinas y Motores Térmicos
Universidad de Extremadura

Hospital - Centro Vivo (Badajoz)
30 de Noviembre de 2022

