



Life Zero  
Energy Mod

Zero Energy Habitable  
Mobile Modules in Europe

3

# Implementation of Renewable Energies and Hydrogen Technologies to Achieve ZEROENERGYMOD

Implementación de energías  
renovables y tecnologías  
del hidrógeno para lograr  
ZEROENERGYMOD

is a demonstrative project designed to meet the energy needs of a habitable module built under the Passivhaus standard(PASSIVMOD) using renewable energy sources and energy storage systems integrated into a specific module(ENERMOD). This solution is designed to operate in remote off-grid environments, combining both modules as an integral solution under the ZEROENERGYMOD concept.

es un proyecto demostrativo diseñado para satisfacer las necesidades energéticas de un módulo habitable construido según el estándar Passivhaus(PASSIVMOD) a partir de fuentes de energía renovable y sistemas de almacenamiento energético integrados en un módulo específico(ENERMOD). Esta solución está diseñada para operar en entornos remotos y aislados de la red eléctrica, combinando ambos módulos como una solución integral bajo el concepto ZEROENERGYMOD.

# ENERMOD

**Enermod has been designed to meet the low energy consumption of PASSIVMOD, considering three key factors.**  
Enermod ha sido diseñado para satisfacer el bajo consumo del PASSIVMOD, considerando tres factores clave:

1

## Location / Localización

Zaragoza (Spain), Riga (Latvia), and Antarctica were evaluated. The design was based on the most critical location: Riga, due to its climatic conditions and limitations of energy resources. Se evaluaron Zaragoza (España), Riga (Letonia) y la Antártida. El diseño se basó en la localización más crítica: Riga, debido a sus condiciones climáticas y limitaciones de recursos energéticos.

2

## Use / Uso

Three possible applications for the PASSIVMOD were considered: a bedroom, an office and an office with a communication center. Se plantearon tres posibles aplicaciones del PASSIVMOD: dormitorio, oficina y oficina con centro de comunicaciones.

3

## Duration / Duración

It is necessary to store enough energy for the months with lower renewable production, typical of cold climates. Es necesario almacenar energía suficiente para los meses con menor producción renovable, típicos de climas fríos.

The preliminary sizing of the ENERMOD was carried out using HOMER software, determining an optimal hybrid solution that combines renewable energy sources (5 kWp of solar and 6 kW of wind) with two energy storage systems: batteries and hydrogen storage. The configuration can be adjusted according to the location and specific needs. El dimensionamiento preliminar del ENERMOD se realizó con el software HOMER, determinando una solución híbrida óptima que combina fuentes de energía renovable (5 kWp de solar y 6 kW de eólica) con dos sistemas de almacenamiento energético: baterías y almacenamiento mediante hidrógeno. La configuración puede ajustarse según la ubicación y necesidades específicas.

# TECHNICAL CHARACTERISTICS

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

The solution could achieve 48 days of autonomy with the installed equipment, ensuring a reliable energy supply even in isolated environments or locations without a solid backup of electrical grid. La solución podría alcanzar 48 días de autonomía con los equipos instalados, asegurando un suministro energético fiable incluso en entornos aislados o ubicaciones sin una red eléctrica sólida de respaldo.

### → Renewable Energy Sources / Fuentes de Energía Renovable

The combination of solar PV and wind energy ensures a reliable energy supply across different climatic conditions while minimizing the risk of interruptions.

La combinación de energía solar FV y eólica asegura la disponibilidad de recursos energéticos en distintas condiciones climáticas y reduce el riesgo de interrupciones en el suministro.

#### Solar PV energy / Energía solar FV

12 panels of 450 Wp (5,4 kWp in total), requiring 50m<sup>2</sup>

12 paneles de 450 Wp (5,4 kWp en total), ocupando 50m<sup>2</sup>

#### Mini wind / Minieólica

3 kW wind turbine, requiring 12,5 m<sup>2</sup>

Aerogenerador de 3 kW, que requiere 12,5 m<sup>2</sup>

### → Energy storage / Almacenamiento energético

#### Lithium Batteries / Baterías de Litio

With a total capacity of 14,4 kWh, they provide short-term storage, ensuring autonomy for up to 2 days. Con una capacidad total de 14,4 kWh, permiten almacenamiento a corto plazo, proporcionando una autonomía de hasta 2 días.

#### Hydrogen System / Sistema de hidrógeno

It allows long-term storage, and it consists of:

Permite almacenamiento a largo plazo. Está compuesto por:

① **Electrolyzer:** 2,4 kW AEM electrolysis technology, which converts surplus renewable energy into hydrogen at 35 bar. **Electrolizador AEM** de 2,4 kW, que convierte el excedente de energía renovable en hidrógeno a 35 bar.

② **Hydrogen storage.** Almacenamiento de hidrógeno.

**Medium pressure tank:** 2,5 kg of hydrogen at 35 bar.

**Tanque de media presión:** 2,5 kg a 35 bar.

**High pressure tank:** 7,2 kg at 350 bar thanks to the compressor.

**Tanque de alta presión:** 7,2 kg a 350 bar gracias al compresor.

③ **Fuel cell:** 2,5 kW PEM, converts hydrogen into electricity.

**Pila de combustible PEM** de 2,5kW, que reconvierte el hidrógeno en electricidad.



# SAFETY IN HYDROGEN OPERATION

## SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN CON HIDRÓGENO.

Since hydrogen is flammable, safety measures have been implemented. With these measures, the integration of the hydrogen system in the module is completely safe, guaranteeing a comfortable and reliable operation for users. Dado que el hidrógeno es inflamable, se han implementado medidas de seguridad. Con estas medidas, la integración del sistema de hidrógeno en el módulo es completamente segura, garantizando una operación cómoda y confiable a los usuarios.

### → ATEX regulations

#### Normativas ATEX

Use of electrical equipment certified for explosive environments.

Equipos eléctricos certificados para entornos explosivos.

### → Separation of ENERMOD systems

#### Separación de Sistemas del ENERMOD

**Installation room (includes batteries, inverters, electrical panel and air conditioning).** Cuarto de instalaciones (incluye baterías, inversores, cuadro eléctrico y climatización).

**Hydrogen room (houses the electrolyzer, compressor and fuel cell).**

Cuarto de hidrógeno (electrolizador, compresor y pila de combustible).

### → Detection and prevention systems in the hydrogen room

#### Sistemas de detección y prevención en el cuarto de hidrógeno

**Hydrogen sensors to detect leaks.** / Sensores de hidrógeno para detectar fugas.

**ATEX certified lighting.** / Iluminación ATEX certificada.

**Forced ventilation to remove gas accumulations.** / Ventilación forzada para evacuar acumulaciones de gas.

### → Safety measures in equipment

#### Medidas de Seguridad en Equipos

The hydrogen system is equipped with safety devices that ensure a controlled and secure environment. Los equipos del sistema de hidrógeno están dotados de dispositivos de seguridad que contribuyen a un entorno controlado y protegido.

# SYSTEM MONITORING

## MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA

Data monitoring is essential to ensure efficient, safe, and sustainable operation. This process allows real-time monitoring of system performance, identification of potential faults, and optimization of operation under different conditions to maximize autonomy and efficient use of resources. In addition, it facilitates predictive maintenance, reducing downtime and costs associated with unforeseen repairs.

La monitorización de datos es fundamental para garantizar un funcionamiento eficiente, seguro y sostenible. Este proceso permite supervisar en tiempo real el rendimiento de los sistemas, identificar posibles fallos y optimizar la operación ante condiciones variables para maximizar la autonomía y el uso eficiente de los recursos. Además, facilita el mantenimiento predictivo, reduciendo tiempos de inactividad y costes asociados a reparaciones imprevistas.

# MONITORING SYSTEMS

## SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN

### → Monitoring platform / Plataforma de monitorización

**Interface with real-time data visualization and alarms for anomalies.**

Interfaz con visualización de datos en tiempo real y alarmas ante anomalías.

### → Data storage / Almacenamiento de datos

**MySQL database with one-minute logging frequency.**

Base de datos MySQL con frecuencia de registro de un minuto.

### → Export and Analysis / Exportación y Análisis

**Compatibility with tools such as Power BI for long-term analysis.**

Compatibilidad con herramientas como Power BI para análisis a largo plazo.

## Benefits / Beneficios

**Optimization of resource use and system autonomy.**

Optimización del uso de recursos y autonomía del sistema.

**Identification of faults and predictive maintenance.**

Identificación de fallos y mantenimiento predictivo.

**Facilitates the replicability and transferability of the developed solution, allowing its successful implementation in extreme environments and off-grid locations.** Facilita la replicabilidad y transferibilidad de la solución desarrollada, permitiendo su implementación exitosa en entornos extremos y desconectados de la red eléctrica.

# Patent: The Result of a Job Well Done

## Patente: el resultado de un proyecto bien hecho

*First Modular Construction in the World that is Dismountable and Transportable, While Maximizing Energy Efficiency Thanks to the Compliance with the 5 PassiveHaus Principles.*  
*Primera construcción modular en el mundo que es desmontable y transportable, a la vez que maximiza la eficiencia energética gracias al cumplimiento de los 5 principios PassiveHaus.*



**ARPA**  
EQUIPOS MÓVILES DE CAMPAÑA



Life Zero  
Energy Mod  
Zero Energy Habitable  
Mobile Modules in Europe



The project ZEROENERGYMOD - LIFE19 CCM/ES/001327 has received funding from the LIFE program of the European Union. The contents of this website reflect only the authors' view and LIFE Program is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

El proyecto ZEROENERGYMOD - LIFE19 CCM/ES/001327 ha recibido financiación del programa LIFE de la Unión Europea. El contenido de este sitio web refleja únicamente la opinión de los autores y el Programa LIFE no es responsable del uso que pueda hacerse de la información que contiene.