



Zero energy habitable mobile modules in Europe

LIFE ZEROENERGYMOD





LIFE ZEROENERGYMOD

Coordinador	Fundación Hidrógeno de Aragón (FHA)
Socios	Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza (CUDZ) Equipos Móviles de Campaña ARPA S.A.U. (ARPA) B-Haus Arquitectura Eficiente (B-Haus)
Programa	LIFE19 CCM (Climate Change Mitigation)
Presupuesto	1,178,265 € (55% UE contribution)
Duración	4 años: desde Junio de 2020 hasta mayo de 2024



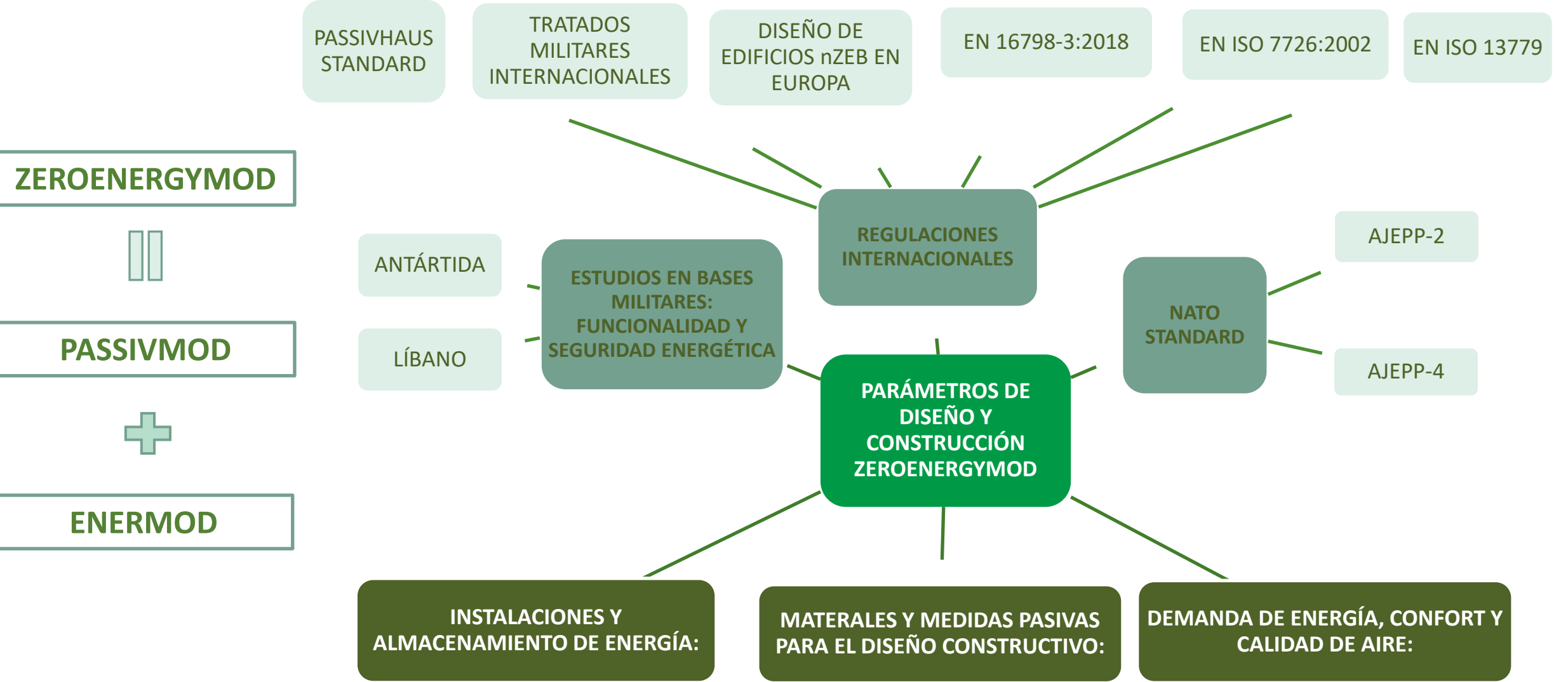
OBJETIVO DEL PROYECTO

CONSTRUIR MÓDULOS HABITABLES, DESMONTABLES Y MODULARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE BASES DE LAS FUERZAS ARMADAS EUROPEAS, ALIMENTADOS CON ENERGÍAS LIMPIAS MEDIANTE EL ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO, CUMPLIENDO LOS REQUERIMIENTOS:

- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS **PLIEGOS DE LICITACIONES DEL ET.**
- ESPECIFICACIONES DE NECESIDADES DE LAS **ENTREVISTAS** REALIZADAS A OFICIALES Y SUBOFICIALES DEL ET
- DIMENSIONES Y PESOS QUE PERMITAN TRASLADARLO CON **MEDIOS DE TRANSPORTE DEL ET**
- SOLUCIONE LOS **PROBLEMAS DETECTADOS** EN LOS ESTUDIOS REALIZADOS DEL **LÍBANO** Y LA **ANTÁRTIDA**

AMPLIACIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

- **ESTÁNDARES MEDIOAMBIENTALES NATO** PARA LA CONSTRUCCIÓN DE BASES
- **DISMINUCIÓN DE LA HUELLA TÉRMICA** DE MÓDULOS CLAVE DE LA BASE PARA AUMENTAR SU SEGURIDAD

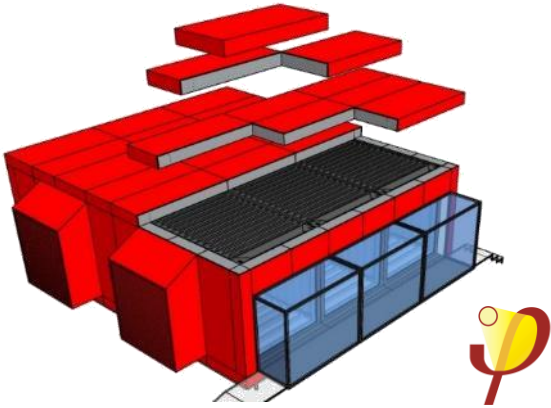


COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO: CRITERIOS PASSIVHAUS

- DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN más REFRIGERACIÓN < 30 kWh/m₂año (**actualmente 254 kWh/m₂año**)
- CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL PRIMARIA RENOVABLE: 60 kWh/m₂año
- ALTO AISLAMIENTO TÉRMICO U_{APROX} 0,13 W/m₂K Y RIGUROSO CONTROL DE PUENTES TÉRMICOS (**actualmente 1,3 W/m₂K**)
- INFILTRACIONES N_{50} < 0,6 Renov/h (**actualmente 21 Renov/h**)
- TEMPERATURA OPERATIVA: ENTRE 20 Y 26°C Y HUMEDAD RELATIVA ENTRE 40 Y 70 % (**actualmente HR 30-80 % y T^a 15-30°C**)
- CO₂ < 1000 PPM (**actualmente 2500ppm**)
- PATRÓN DE USO PARA BASES MILITARES

REQUERIMIENTOS NATO

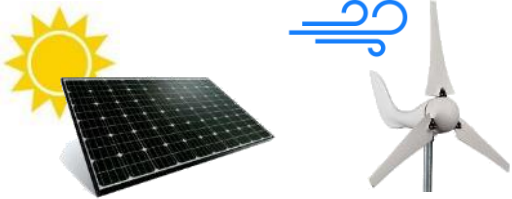
- VENTILACIÓN MECÁNICA CON RECUPERADOR DE ENERGÍA ENTÁLPICO DE ALTA EFICIENCIA Y CONDUCTOS DE CLIMA AISLADOS
- SUMINISTRO CONJUNTO DE ACS Y AIRE ACONDICIONADO CON ALTO RENDIMIENTO DE AEROTÉRMICA
- SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DESCENTRALIZADO
- ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA PARA EXCESO DE FUENTES RENOVABLES
- SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE ENERGÍA
- UTILIZAR DOBLES PUERTAS EN CLIMAS FRÍOS
- SELLADO ACÚSTICO ENTRE CONTENEDORES ADYACENTES



Construcción basada en **contenedores de 20" mejorados** $\Rightarrow$ modular, industrializado, Fácil de desmontar y transportar

Diseño basado en el **estándar Passivhaus** $\Rightarrow$ Demanda de energía casi nula y buenos parámetros de IAQ

PASSIVMOD



100% de energía producida in situ y basada en fuentes renovables $\Rightarrow$ Producción de energía autosuficiente y cero emisiones

El excedente de energía se almacena a través de dos medios diferentes: almacenamiento a corto plazo (baterías de litio) y almacenamiento estacional (producción de H₂ verde)

ENERMOD



Diseño de PASSIVMOD



4 contenedores high cube 20"

3 espacios habitables (dormitorios, oficina, etc.)

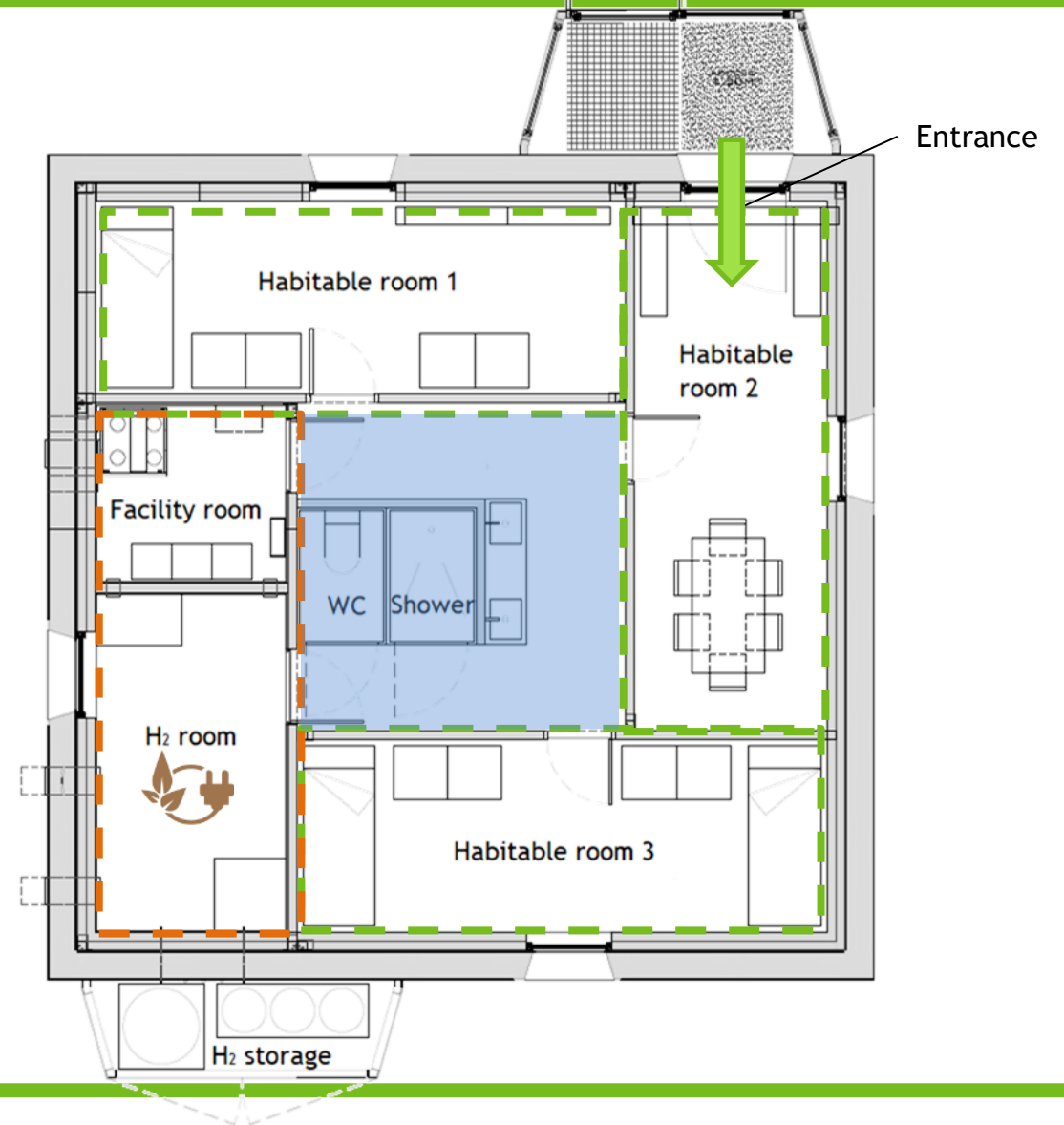
1 sala de instalaciones / producción H₂ y abastecimiento energía

1 área central, utilizada para fines circulantes y sanitarios

La construcción cumple con los estándares de calidad EPB, estándares OTAN (AJEPP-2 y AJEPP-4) y requisitos Passivhaus.

Diseñado para el invierno extremo (Antártida), pero se puede adaptar a otras condiciones climáticas y diferentes necesidades de diseño / operación con la modificación de las pieles

ENERMOD y PASSIVMOD podrían integrarse o podrían estar en módulos separados.



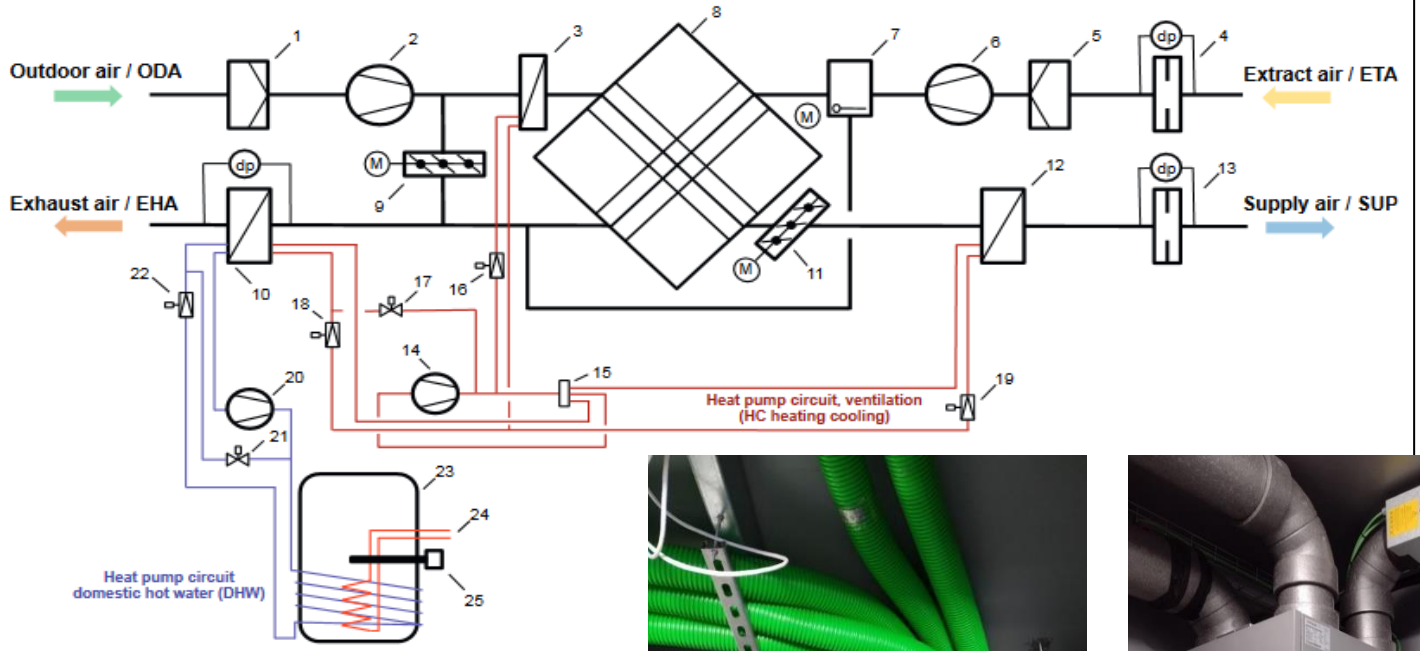
Instalación de HVAC and ACS



Pichler PKOM4.

- Sistema de ventilación con un recuperador entálpico con eficiencia del 85% y by-pass para realizar free-cooling.
- Ventiladores de 4 velocidades. Consumo específico de $0,33 \text{ W}/(\text{m}^3\text{h})$.
- Climatización y el ACS a través de aerotermia con COP 6,8 para calefacción y 4,2 para refrigeración.
- Depósito de ACS de 212 litros de capacidad.

Functional diagram PKOM⁴ classic



VERANO

Potencia pico de 650 W.

Potencia media por hora de: 285 W

Consumo anual de refrigeración:
 $9,93 \text{ kWh}/\text{m}^2$



El prototipo está actualmente en funcionamiento y su rendimiento está bajo monitorización, en la 1ª demo (España).



Brigada "Aragón I"
(Zaragoza, España)



Hasta mayo'23



Será desmontado y transportado a la Isla Decepción durante el verano de 2023.



Gabriel de Castilla Base (Isla Decepción, Antártida)



Campaña antártica 2023-2024

Montaje en abril de 2022.





- ✓ El prototipo está diseñado, construido y ensamblado
- ✓ La primera demo está en curso en el Batallón de Zapadores de la "Brigada I de Aragón" (España)
- ✓ Monitorización y comparación con instalaciones convencionales: Rendimiento térmico y confort
- ✓ Producción de energía renovable
- ✓ Generación de hidrógeno vs. excedente de renovables

Thermal performance monitoring

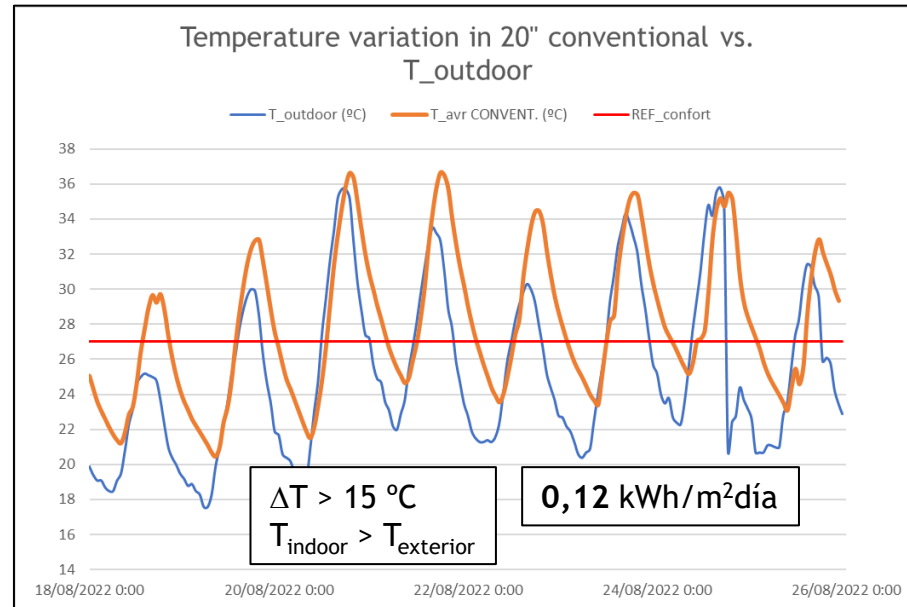


Comparación con contenedores de 20 pies convencionales
(mismo uso y mismo lugar)

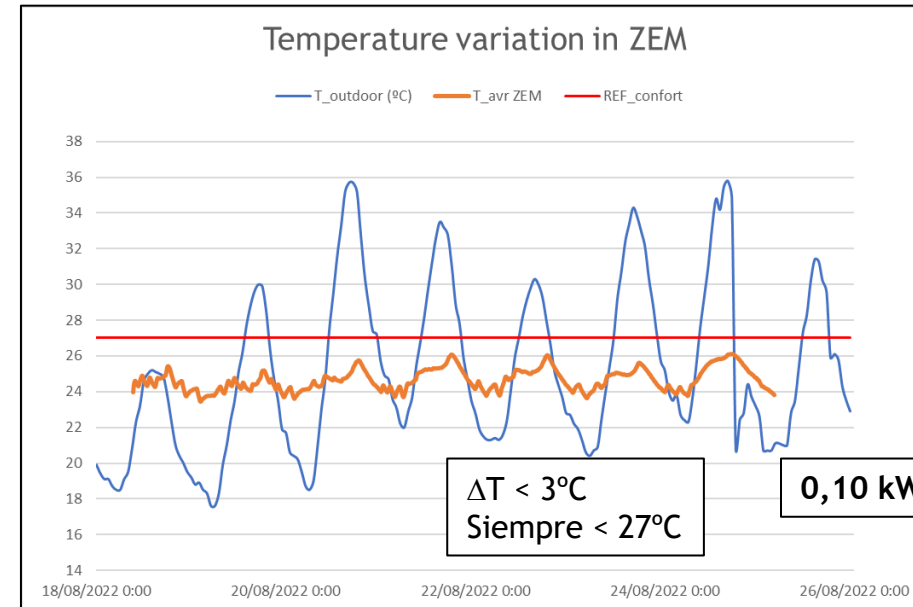
ZEM objective is 30 kWh/m²y



47 m²

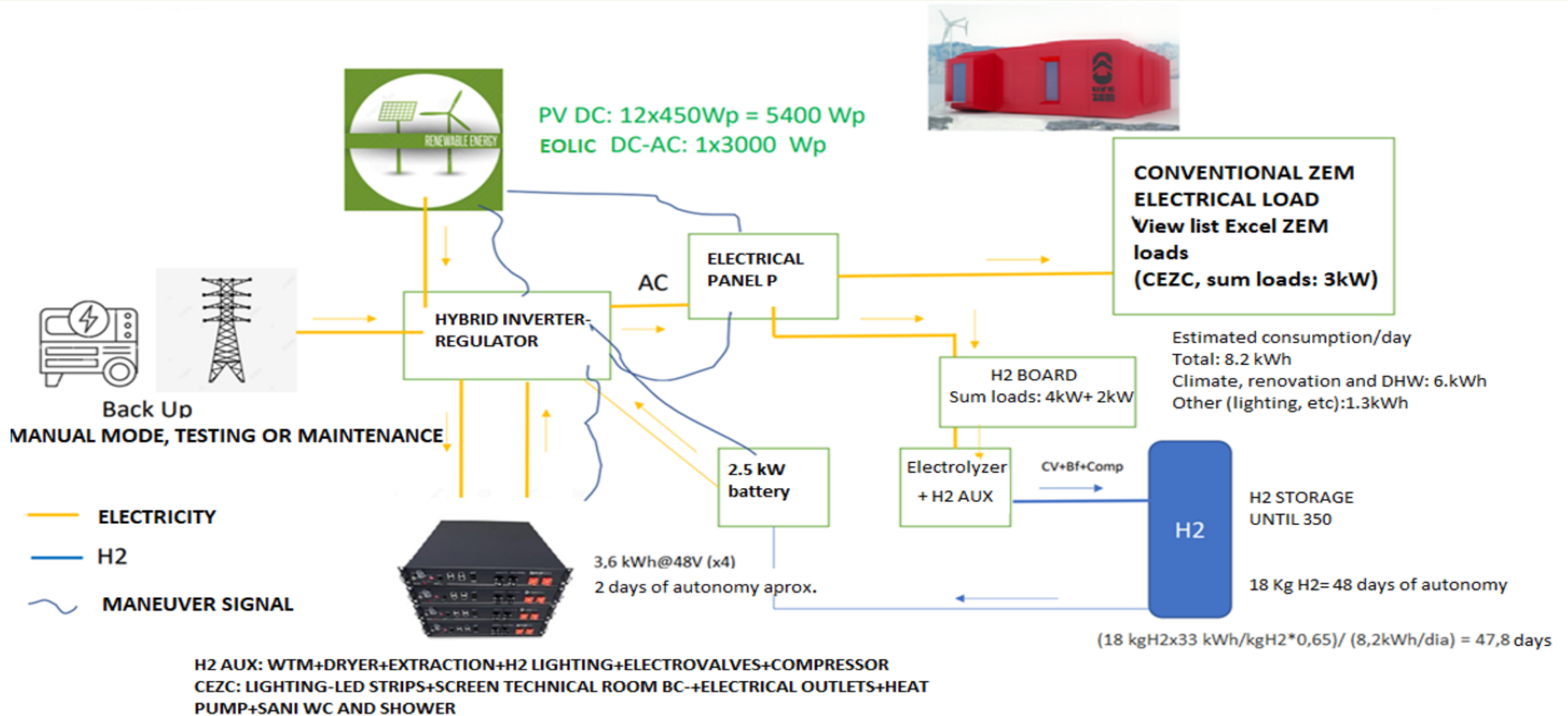


69 m²



En la Base del Líbano, el consumo de HVAC para una Tmedia de 24 °C medido fue de 264 kWh/m²a

Ciclo integrado de hidrógeno con energía renovable



Energías renovables



Ciclo de hidrógeno



H2 electrolyser
Pn: 2,5 kW
Water purity: 20 ms/cm - 8.5 l /kgH2
H2 purity: 5.0
Capacity: 500 l/h
(1.01 KgH2@35/day)
Yield: 67%.
Technology: AEM



Compression @350
Ultra-compact. 80 kg.
Low consumption: 1.5 kWh.
Up to 350 bar.
Oil-free piston technology.
Capacity: 120 l/min (0.65kgH2/



H2 battery
Pn: 2.5 kW@48V
H2 purity: 99,95%
Suction: 32 lpm@0.6
Yield: 65%.
Technology: PEM

