

# Zero Energy Mod Prototipo para bases militares eficientes



With the contribution of the  
LIFE financial instrument of  
the European Community

## Project partners



# DISEÑO DEL ZERO ENERGY MOD

## Módulo de acceso

Zona de acceso del ZEM y espacio como uso de oficina.

## Módulo habitacional

Zona como uso de dormitorio para los usuarios del espacio.

## Instalaciones

Ubicaciones separadas para las unidades de climatización y de gestión energética; y el espacio ATEX - Hidrógeno.

## Servicios

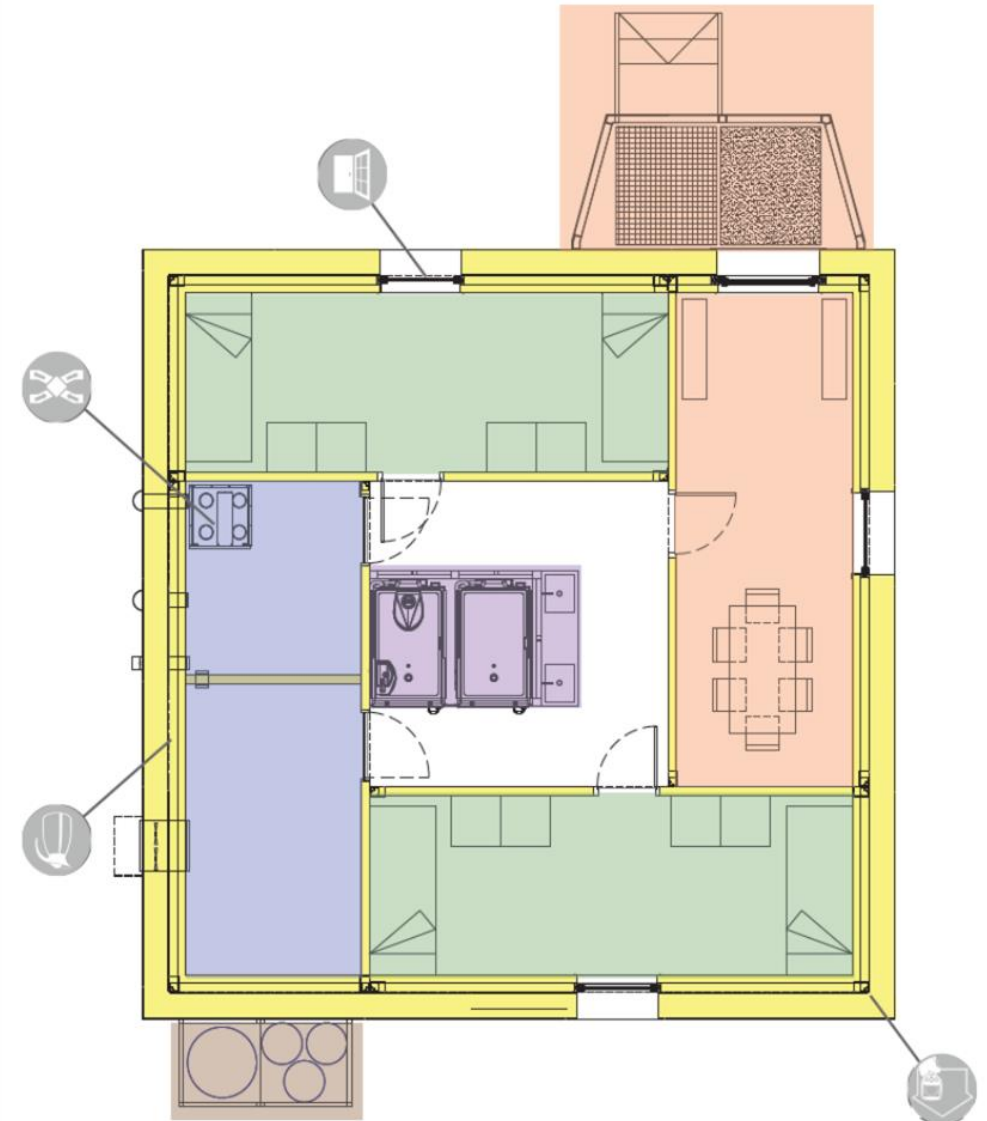
Zona ducha y aseo.

## Armario exterior

Almacenamiento de hidrógeno.

**SUPERFICIE UTIL** – 66.90 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE CONSTRUIDA** – 88.40 m<sup>2</sup>



# DISEÑO DEL ZERO ENERGY MOD



Avion Hughes H-1 1935.  
Fuente AAFO.COM Wayne Sagar 2002

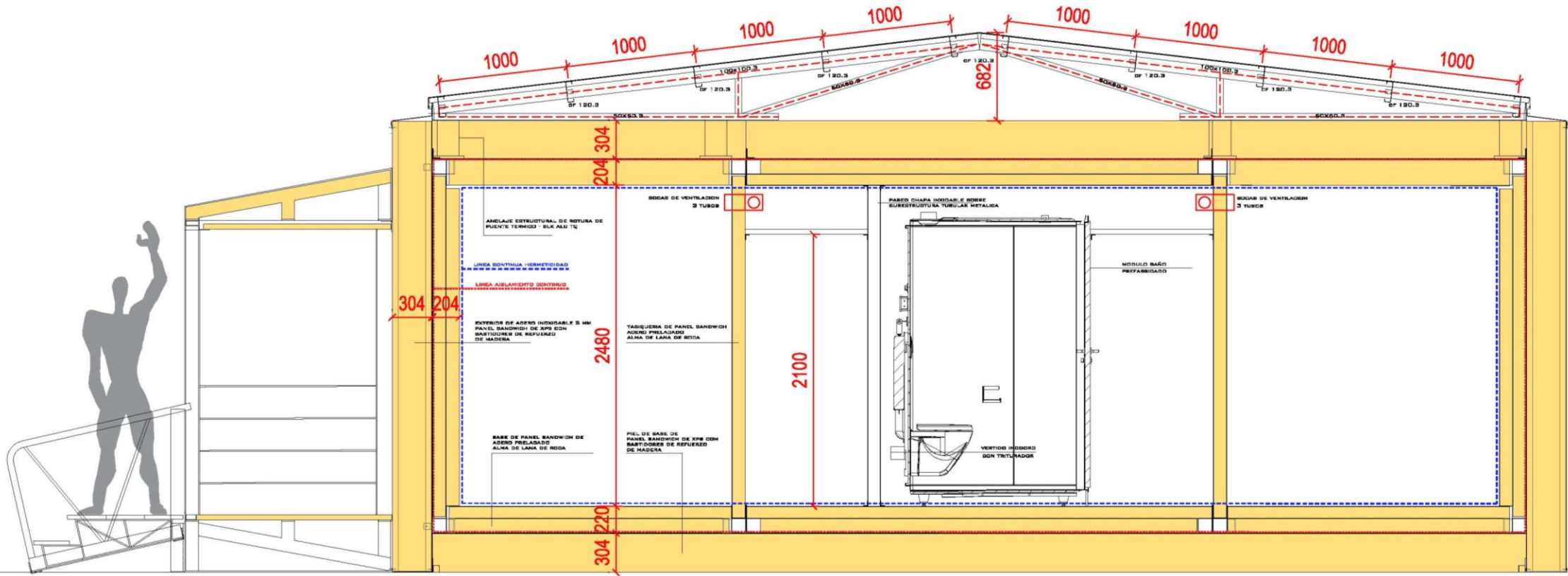


# DISEÑO DEL ZERO ENERGY MOD



# DISEÑO DEL ZERO ENERGY MOD

## Consideraciones generales



# DISEÑO DEL ZERO ENERGY MOD

## Consideraciones generales

### Casa Pasiva-Comprobación

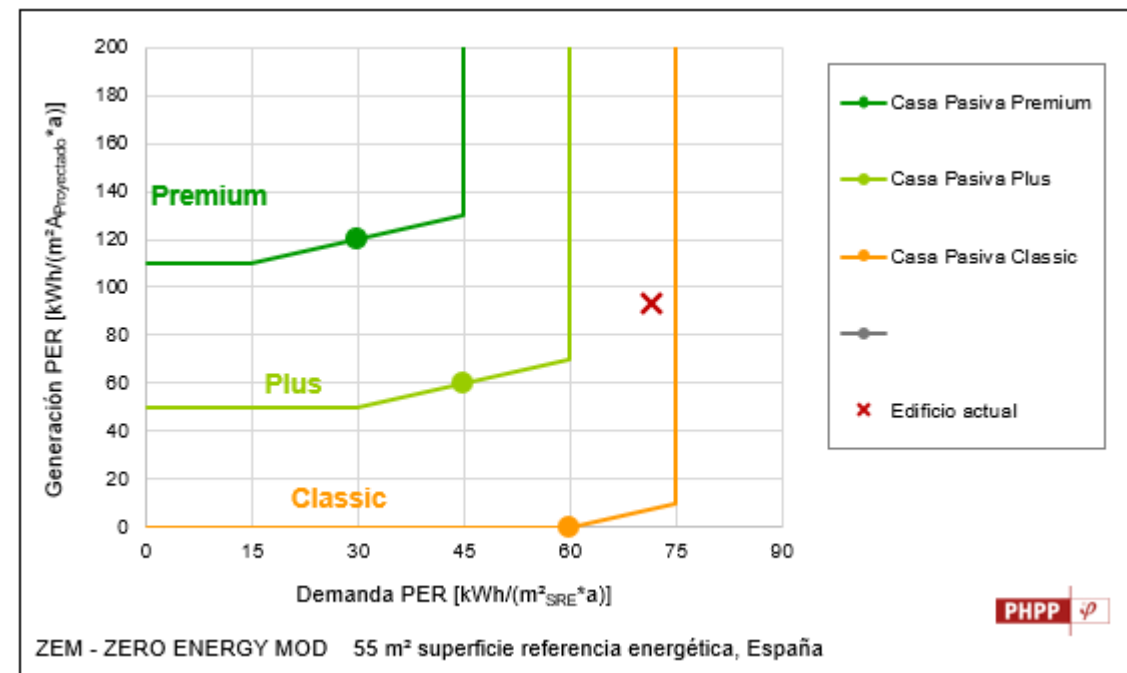


<b>Arquitectura:</b>	BHAUS ARQUITECTURA EFICIENTE S.L.
Calle:	ARMAS 70 LOCAL 4
CP / Ciudad:	50003 ZARAGOZA
Provincia/País:	ZARAGOZA ESPAÑA
<b>Consult. energética:</b>	B+HAUS ARQUITECTURA EFICIENTE S.L.
Calle:	C/ LAS ARMAS, 70 LOCAL 4
CP / Ciudad:	50003 ZARAGOZA
Provincia/País:	ZARAGOZA ES-España
Año de construcción:	2022
Nr. de viviendas:	1
Nr. de personas:	4,0

<b>Edificio:</b>	ZEM - ZERO ENERGY MOD
Calle:	DIVERSAS UBICACIONES
CP / Ciudad:	
Provincia/País:	Zaragoza ES-España
Tipo de edificio:	24-Construcción especial   Otros
Datos climáticos:	ES0030b-Zaragoza, Altitud corregida
Zona climática:	4: Cálida-templada Altitud de la localización: 260 m
<b>Propietario / cliente:</b>	
Calle:	
CP / Ciudad:	ZARAGOZA
Provincia/País:	ZARAGOZA ESPAÑA
<b>Ingeniería:</b>	B+HAUS ARQUITECTURA EFICIENTE S.L.
Calle:	C/ LAS ARMAS, 70 LOCAL 4
CP / Ciudad:	50003 ZARAGOZA
Provincia/País:	ZARAGOZA ES-España
<b>Certificación:</b>	CARLOS NAVARRO GUTIERREZ
Calle:	ARMAS 70 LOCAL 4
CP / Ciudad:	50003 ZARAGOZA
Provincia/País:	ZARAGOZA ESPAÑA
Temp. interior invierno [°C]:	20,0
Temp. interior verano [°C]:	25,0
Ganancias internas de calor (GIC) en invierno [W/m <sup>2</sup> ]:	4,5
GIC verano [W/m <sup>2</sup> ]:	3,9
Capacidad calorífica específica [Wh/K por m <sup>2</sup> de SRE]:	60
Refrigeración mecánica:	x

#### Valores específicos del edificio con referencia a la superficie de referencia energética

		Superficie de referencia energética	m <sup>2</sup>			Criterio	Criterio alternativo	¿Cumplido?¹
<b>Calefacción</b>	Demanda de calefacción	kWh/(m <sup>2</sup> a)	13,7	≤	15	-		Sí
	Carga de calefacción	W/m <sup>2</sup>	12,2	≤	-	10		
	<b>Refrigeración</b>	Demanda refrigeración & deshum.	kWh/(m <sup>2</sup> a)	15,2	≤	15		
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	-	≤	-			-
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	10			Sí
<b>Hermeticidad</b>	Resultado ensayo de presión n50	1/h	1	≤	0,6			No
<b>Energía Primaria no renovable (EP)</b>	Demanda EP	kWh/(m <sup>2</sup> a)	122	≤	-			-
<b>Energía Primaria Renovable (EPRI)</b>	Demanda PER	kWh/(m <sup>2</sup> a)	72	≤	60	72		Sí
	Generación ER (en relación al área huella proyectada)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	94	≥	-	8		





# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 01 - Envoltente térmica

SUELO TERRENO	Nr. elemento constructivo ML3
---------------	----------------------------------

Orientación del elemento constructivo (o R <sub>s</sub> )										3-Suelo	¿Aislamiento interior?							
Adyacente a (o R <sub>s</sub> )										2-Terreno	Suplemento al valor-U [W/(m²K)]							
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 4	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 5	λ [W/(mK)]	Esesor [mm]								
ACERO INOXIDABLE	16,300									1								
XPS	0,035	MADERA	0,150							50								
XPS	0,035									200								
XPS	0,035	MADERA	0,150							50								
ACERO INOXIDABLE	16,300									1								
CAMARA DE AIRE	0,030									5								
ACERO LACADO	80,000									1								
LANA MINERAL	0,037									100								
ACERO LACADO	80,000									2								
LANA MINERAL	0,037									100								
ACERO LACADO	80,000									1								
TABLERO DE PARTICULAS	0,240									12								
Porcentaje superficie parcial 1:										88%	Porcenta. sup. parcial 2:	12,4%	Porcenta. sup. parcial 3:		Porcenta. sup. parcial 4:		Porcenta. sup. parcial 5:	

Coefficientes de resistencia térmica superficial

Interior R <sub>s</sub> :	0,13	m²K/W
Exterior R <sub>s</sub> :	0,00	m²K/W

Esesor total [cm]: **52,3**

Valor-U [W/(m²K)]: **0,073**

FACHADA										Nr. elemento constructivo ML1								
Orientación del elemento constructivo (o R <sub>s</sub> )										2-Muro	¿Aislamiento interior?							
Adyacente a (o R <sub>s</sub> )										1-Aire exterior	Suplemento al valor-U [W/(m²K)]							
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 4	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 5	λ [W/(mK)]	Esesor [mm]								
ACERO INOXIDABLE	17,000									1								
XPS	0,035	MADERA	0,150							50								
XPS	0,035									200								
XPS	0,035	MADERA	0,150							50								
ACERO INOXIDABLE	17,000									1								
CAMARA DE AIRE	0,040									5								
ACERO LACADO	80,000									1								
LANA MINERAL	0,037									100								
ACERO LACADO	80,000									2								
LANA MINERAL	0,037									100								
ACERO LACADO	80,000									1								
Porcentaje superficie parcial 1:										93%	Porcenta. sup. parcial 2:	7,4%	Porcenta. sup. parcial 3:		Porcenta. sup. parcial 4:		Porcenta. sup. parcial 5:	

Coefficientes de resistencia térmica superficial

Interior R <sub>s</sub> :	0,13	m²K/W
Exterior R <sub>s</sub> :	0,04	m²K/W

Esesor total [cm]: **51,1**

Valor-U [W/(m²K)]: **0,072**

CUBIERTA										Nr. elemento constructivo ML2
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------------------

Orientación del elemento constructivo (o R <sub>s</sub> )										1-Techo	¿Aislamiento interior?							
Adyacente a (o R <sub>s</sub> )										1-Aire exterior	Suplemento al valor-U [W/(m²K)]							
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 4	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 5	λ [W/(mK)]	Esesor [mm]								
ACERO INOXIDABLE	16,300									1								
XPS	0,035	MADERA	0,150							50								
XPS	0,035									200								
XPS	0,035	MADERA	0,150							50								
ACERO INOXIDABLE	16,300									1								
CAMARA DE AIRE	0,030									5								
ACERO LACADO	80,000									1								
LANA MINERAL	0,037									100								
ACERO LACADO	80,000									2								
LANA MINERAL	0,037									100								
ACERO LACADO	80,000									1								
Porcentaje superficie parcial 1:										88%	Porcenta. sup. parcial 2:	12,4%	Porcenta. sup. parcial 3:		Porcenta. sup. parcial 4:		Porcenta. sup. parcial 5:	

Coefficientes de resistencia térmica superficial

Interior R <sub>s</sub> :	0,13	m²K/W
Exterior R <sub>s</sub> :	0,04	m²K/W

Esesor total [cm]: **51,1**

Valor-U [W/(m²K)]: **0,073**



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 01 - Envolverte térmica



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 01 - Envoltante térmica



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 01 - Envolverte térmica



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

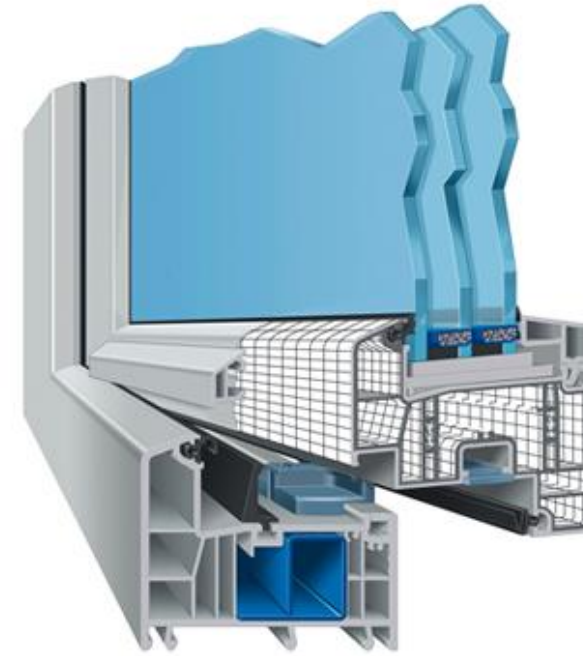
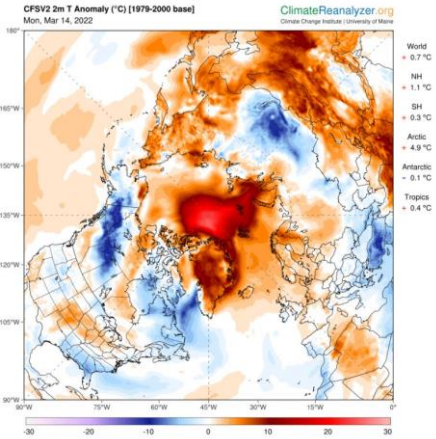
## 02 - Ventanas

### WERU AFINO TEC

$U_w = 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_g = 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$

$g = 0.50$



**weru**  
Ventanas y puertas para toda la vida

**CERTIFICADO**

Passive House Institute  
Dr. Wolfgang Feist  
54293 Darmstadt  
Alemania

Componente certificado Passive House  
ID del componente: 1092w04 válido hasta el 31 de diciembre de 2017

Categoría: Marco de ventana  
Fabricante: WERU Group Spain, Cabanas de Ebro (Zaragoza), Spain  
Nombre del producto: WERU AFINO TEC MD

Este certificado fue concedido basándose en los siguientes criterios para la zona climática cálida-templada:

Confort:  $U_{f,0} = 1,00 \leq 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{f,ventil} \leq 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$   
con  $U_{f,0} = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$

Higiene:  $f_{w,0.25} \geq 0,65$

www.passivehouse.com

Passive House clase eficiencia: p1E, p1D, p1C, p1B, p1A

www.temperateclimate.com  
p1B  
CERTIFIED COMPONENT  
Passive House Institute

A LA ANTARTIDA VAMOS EN VERANO

# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 02 - Ventanas



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 03 – Diseño libre de puentes térmicos



EJOT® SLK-Set C



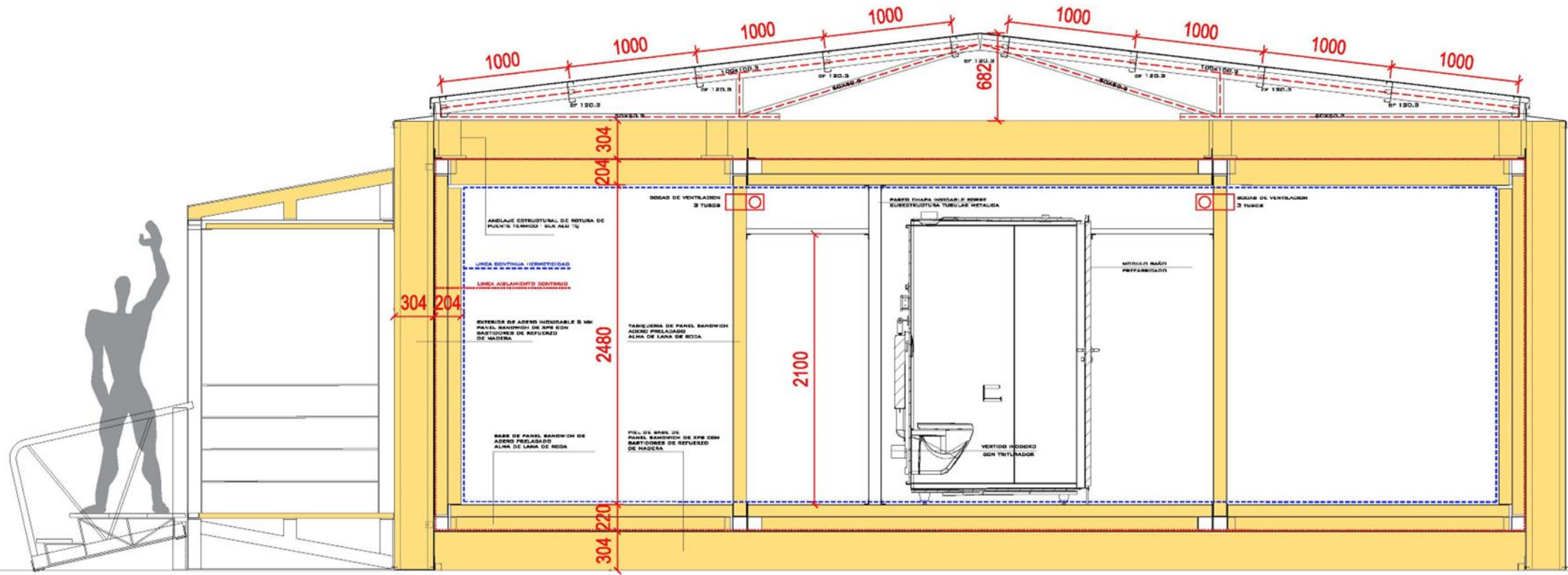
# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 03 – Diseño libre de puentes térmicos



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

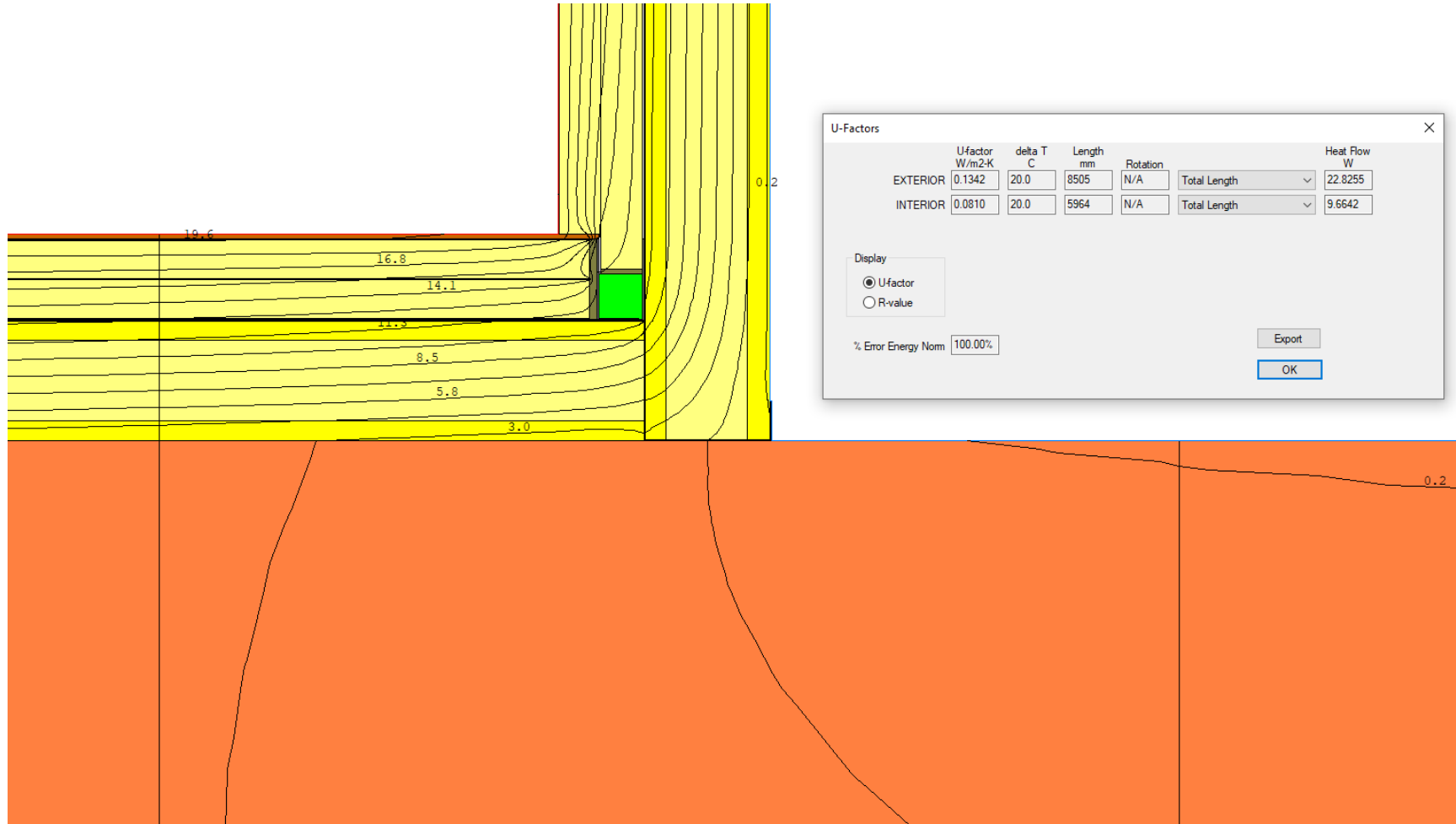
## 03 – Diseño libre de puentes térmicos





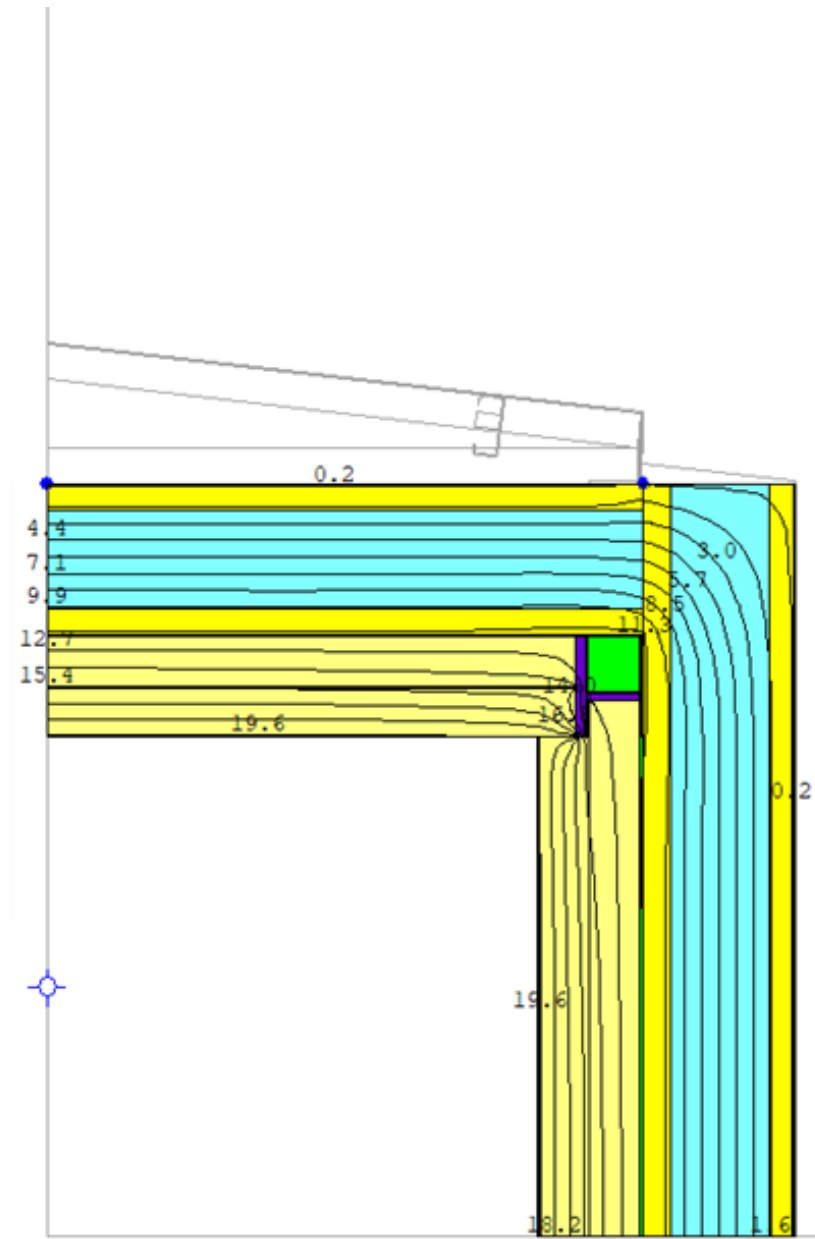
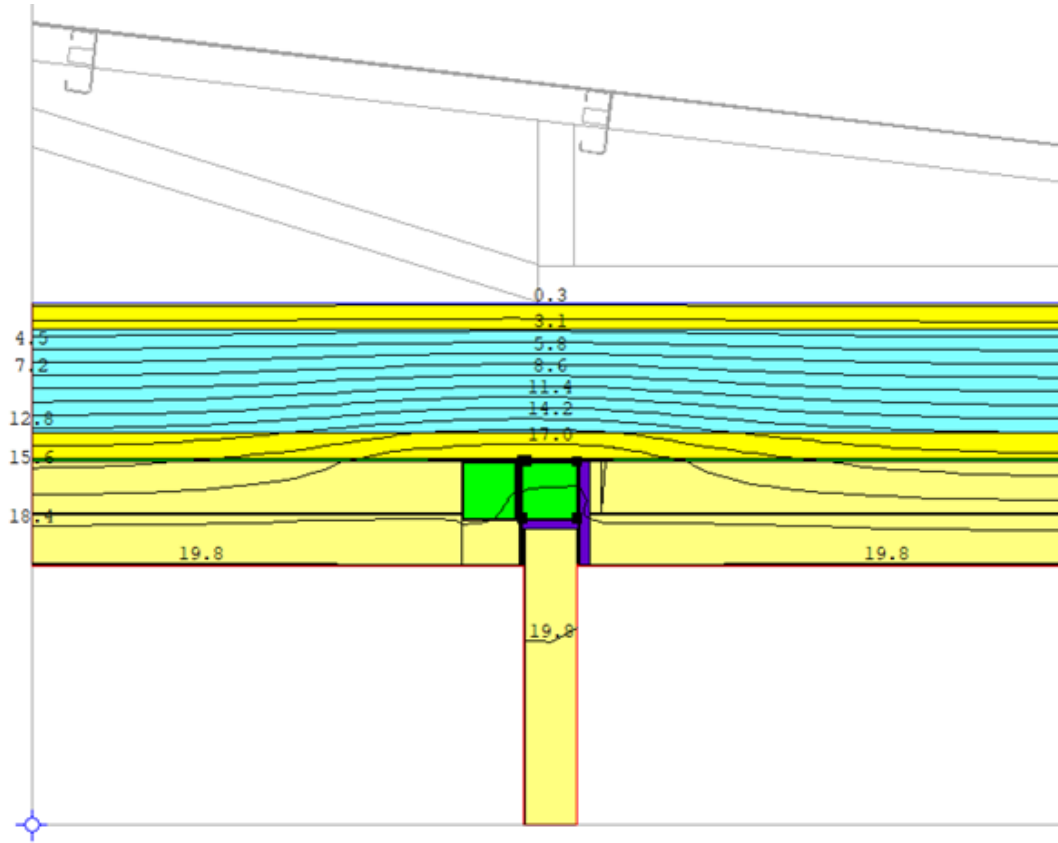
# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 03 – Diseño libre de puentes térmicos



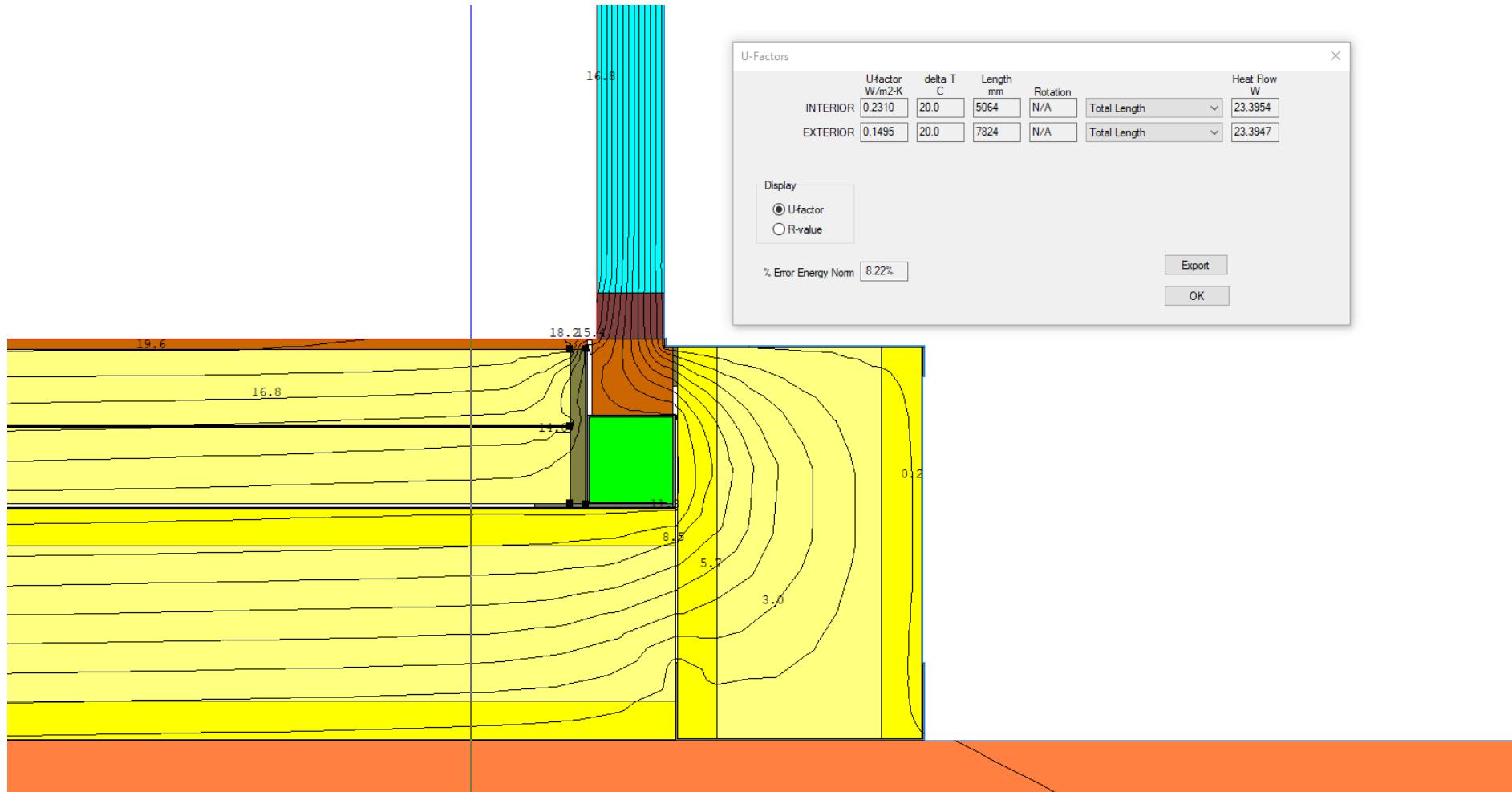
# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 03 – Diseño libre de puentes térmicos



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 03 – Diseño libre de puentes térmicos



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 04 – Ventilación mecánica con recuperación de calor

### Certificate

**Passive House Suitable Component**  
For cool temperate climates, valid until 31. December 2022

Category: **Compact Heat Pump System**  
Manufacturer: **Pichler G.m.b.H.**  
**9021 Klagenfurt, AUSTRIA**  
Product name: **PKOM 4**

This certificate was awarded based on the following criteria (limit values\*):  
Thermal Comfort:  $\theta_{\text{supply air}} \geq 16.5^\circ\text{C}$   
Heat Recovery of ventilation system:  $\eta_{\text{WRG,eff}} \geq 75\%$   
Electric efficiency ventilation system:  $P_{\text{el}} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$   
Air tightness (internal/external):  $V_{\text{leakage}} \leq 3\%$   
Total Primary Energy Demand (\*\*):  $PE_{\text{total}} \leq 55 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$   
Control and calibration (\*)  
Air pollution filters (\*)  
Anti freezing strategy (\*)  
Noise emission and reduction (\*)

Measured values to be used in PHPP  
useful air flow rates 121 to 192 m<sup>3</sup>/h

#### Heating

	Test point 1	Test point 3	Test point 3	Test point 4		
Outside Air Temperature	$T_{\text{amb}}$	-15	-7	2	7	°C
Thermal Output Heating Heat Pump	$P_{\text{WP,heat}}$	0.612	0.933	0.771	0.776	kW
COP number Heating Heat Pump	$\text{COP}_{\text{heat}}$	1.53	2.61	3.15	3.86	-
Maximum available supply air temperature with Heat Pump only(*)	33				°C	

#### Hot water

	Test point 1	Test point 3	Test point 3	Test point 4		
Outside Air Temperature	$T_{\text{amb}}$	-7	2	7	20	°C
Thermal Output Heat Pump for heating up storage tank	$P_{\text{WP,heat up}}$	0.84	1.15	1.38	1.67	kW
Thermal Output Heat Pump for reheating storage tank	$P_{\text{WP,heat reheat}}$	0.80	1.19	1.35	1.66	kW
COP Heat Pump for heating up storage tank	$\text{COP}_{\text{heat up}}$	2.28	2.97	3.34	3.94	-
COP Heat Pump for reheating storage tank	$\text{COP}_{\text{heat reheat}}$	2.02	2.88	3.10	3.76	-
Average storage tank temperature	45				°C	
Specific storage heat losses	1.51				W/K	
Exhaust air addition (if applicable)	200				m <sup>3</sup> /h	

(\*) detailed description of criteria and key values see attachment.  
(\*\*) for heating, domestic hot water (DHW), ventilation, auxiliary electricity in the reference building, explanation see attachment.  
(\*\*\*) All key values of heat pump were measured with enthalpy (humid) heat exchanger. The dry heat recovery was measured, too and is shown here alternatively.  
All other key values are valid respectively for dry heat recovery, too.

0875ch03

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

Passivhaus Institut  
Dr. Wolfgang Feist  
64283 Darmstadt  
GERMANY



Heat Recovery by enthalpy heat exchanger(\*\*\*)  
 $\eta_{\text{WRG,eff}} = 85\%$

alternative:  
Dry Heat Recovery by heat exchanger(\*\*\*)  
 $\eta_{\text{WRG,eff}} = 88\%$

Electric efficiency  
0.33 Wh/m<sup>3</sup>

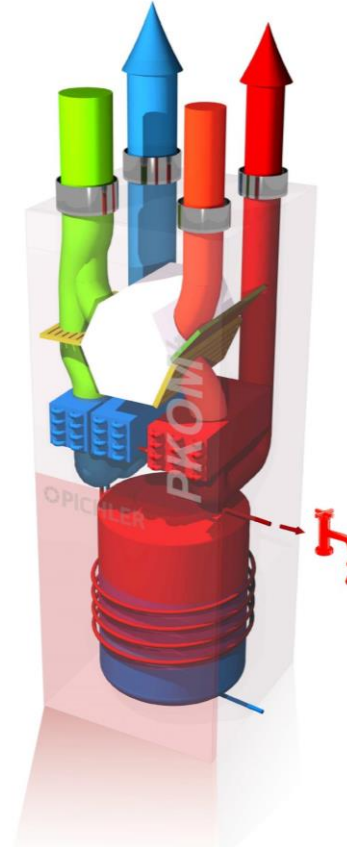
Air tightness  
 $V_{\text{leak, internal}} = 0.8\%$   
 $V_{\text{leak, external}} = 1.4\%$

Frost protection  
down to  $-15^\circ\text{C}$

Total Primary Energy Demand (\*\*\*)  
**45 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

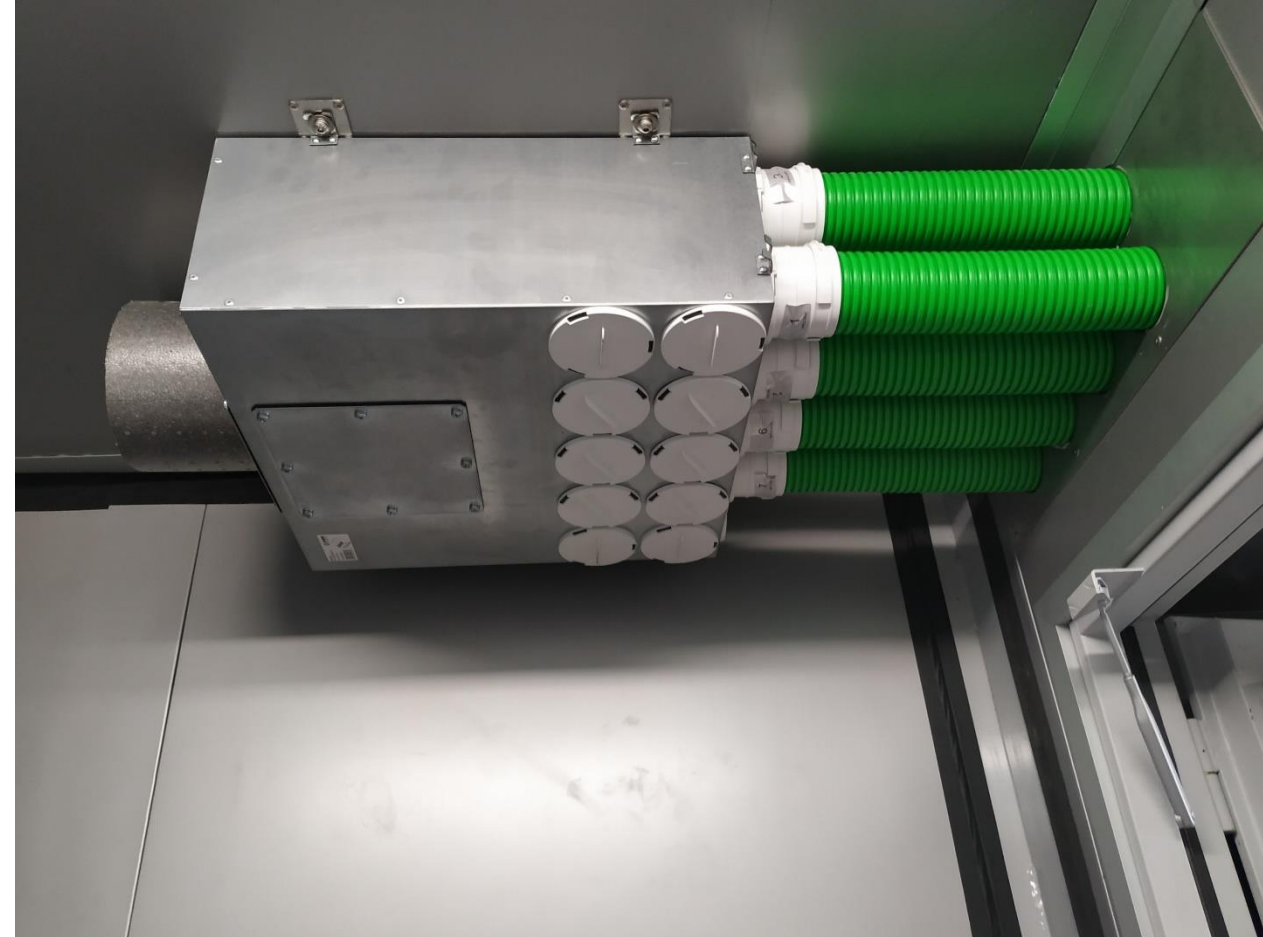
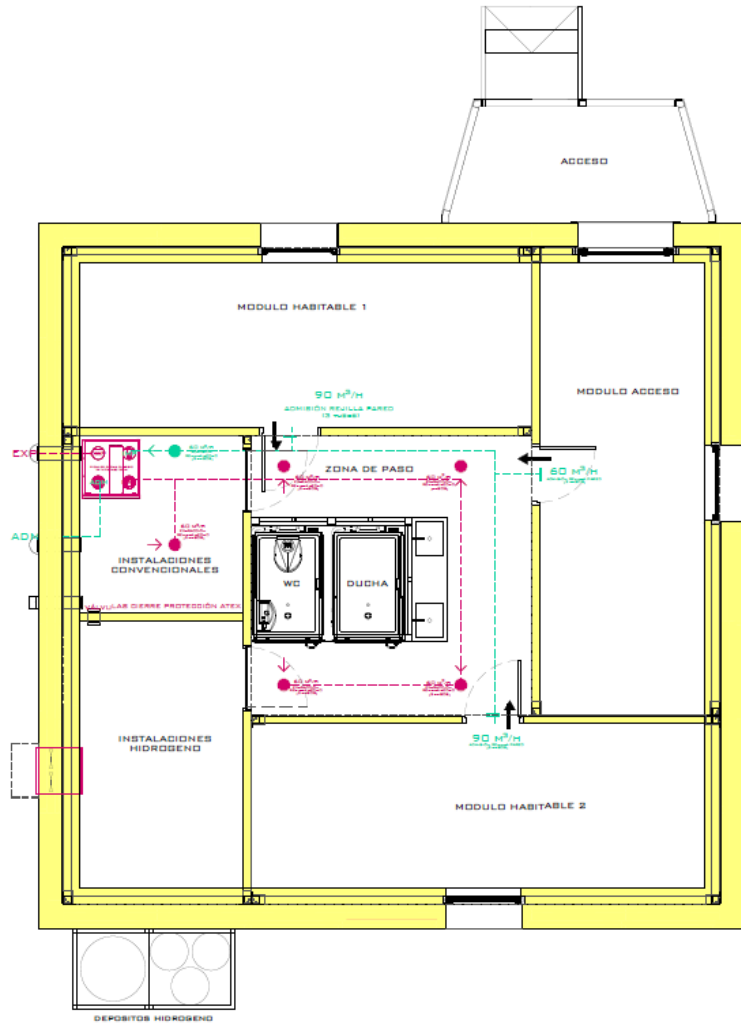


**CERTIFIED COMPONENT**  
Passive House Institute



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 04 – Ventilación mecánica con recuperación de calor



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 05 – Hermeticidad al aire



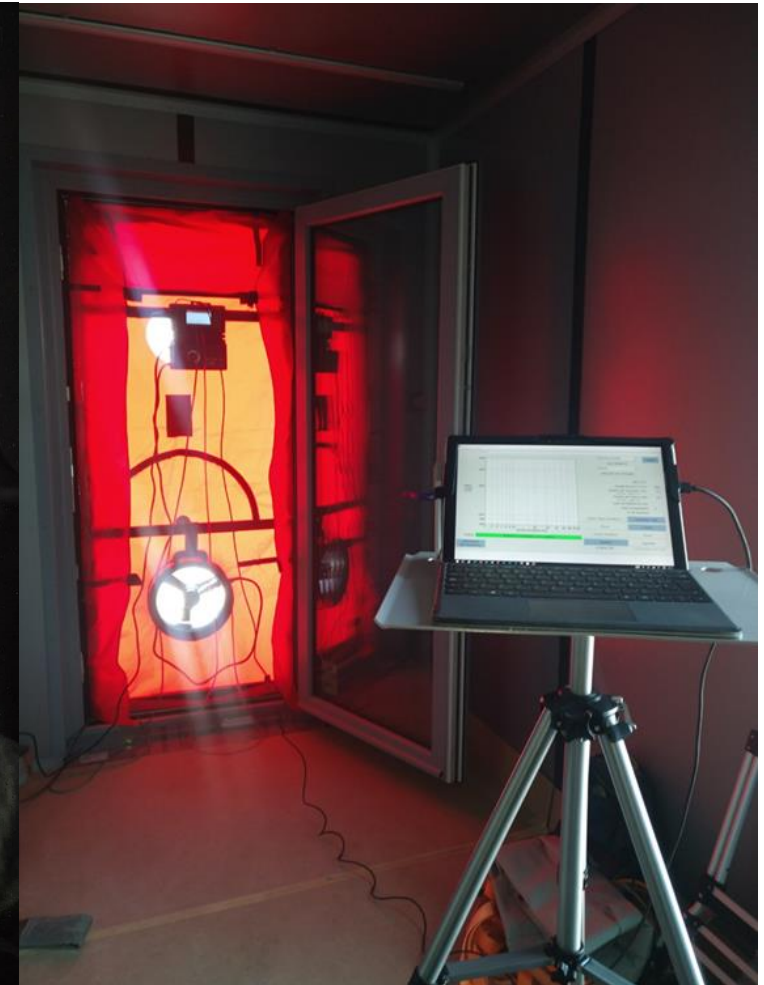
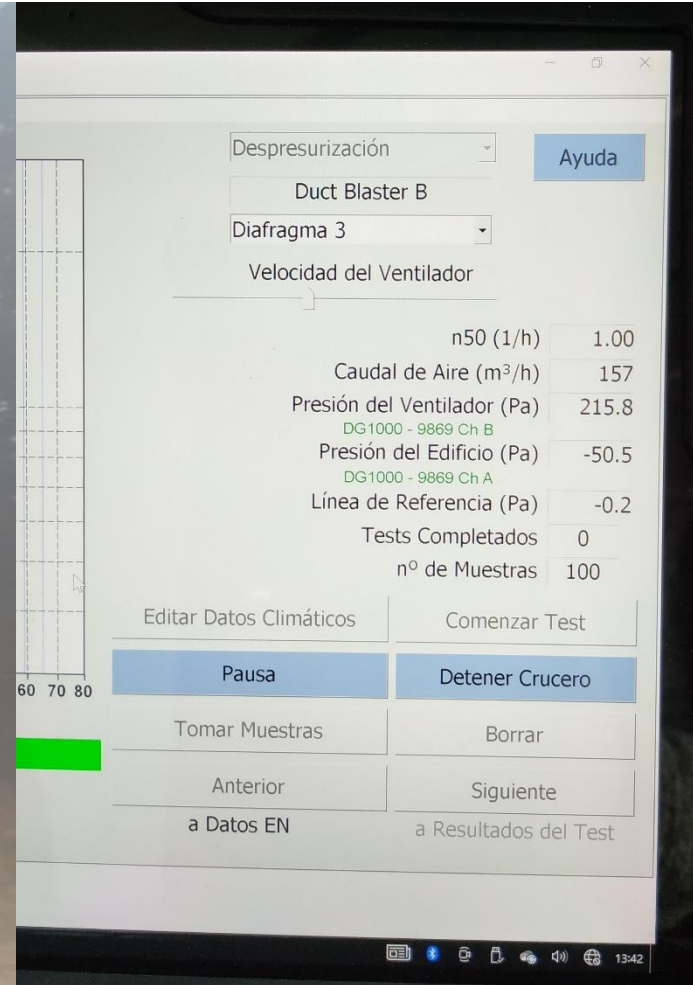
# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 05 – Hermeticidad al aire



# PRINCIPIOS BÁSICOS PH

## 05 – Hermeticidad al aire







## Carlos Navarro Gutiérrez

Arquitecto

B+haus Arquitectura Eficiente sl



[www.bhaus.es](http://www.bhaus.es)

[info@bhaus.es](mailto:info@bhaus.es)



bhaus\_arquitectura\_eficiente



carlos\_navarro\_gutierrez