

Col·legi  
d'Aparelladors,  
Arquitectes Tècnics i  
Enginyers d'Edificació  
de Girona

**ObRE**

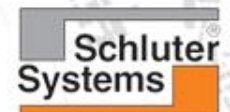
Observatori de la  
Rehabilitació i  
Renovació Urbana  
Comarques de Girona

## JORNADA TÈCNICA SISTEMA PASSIVHAUS

CAS PRÀCTIC:  
EDIFICI PLURIFAMILIAR D'HABITATGES C/  
NOU GIRONA

1ER EDIFICI REHABILITAT D'HABITATGES AMB  
CERTIFICACIÓ "PASSIVHAUS ENERPHIT"

Col·labora:



# Premios



Gran Premio de Renovación Sostenible  
Green Solutions Awards 2018 España se otorga al proyecto:



## Carrer Nou

- **Contratista general:** Construccions Busquets Vilobí
- **Constructor principal:** Construccions Busquets Vilobí
- **Autor del proyecto:** Jordi Rodríguez-Roda–López-Pedrero-Roda  
Arquitectes SLP
- **Promotor:** MBD Real Estate Group

Entregado el 25 de septiembre de 2018

Christian Brodhag,  
Presidente de Construction21



# Premios



## GREEN SOLUTIONS AWARDS

## SUSTAINABLE RENOVATION GRAND PRIZE

The 2nd place for the Sustainable Renovation Grand Prize of the Green Solutions Awards 2018 is awarded to:

### Carrer Nou

- Contractor: Construccions Busquets Vilobi
- Designer: Jordi Rodriguez-Roda-López-Pedrero- Roda Arquitectes SLP
- Construction manager: Construccions Busquets Vilobi
- Consultancy agency: PROGETIC Projectes Sostenibles SL
- Manufacturer: PGI Engineering
- Investor: MBD Real Estate Group
- Certification company: Energiehaus Arquitectos SLP

Delivered on December 6th in Katowice

With the support of



*Christian Brodhag*

Christian Brodhag,  
President of Construction21

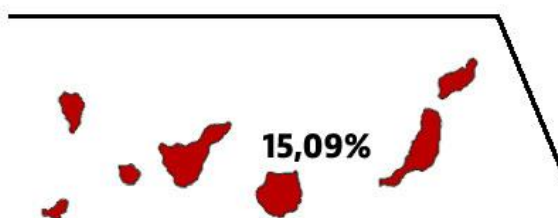
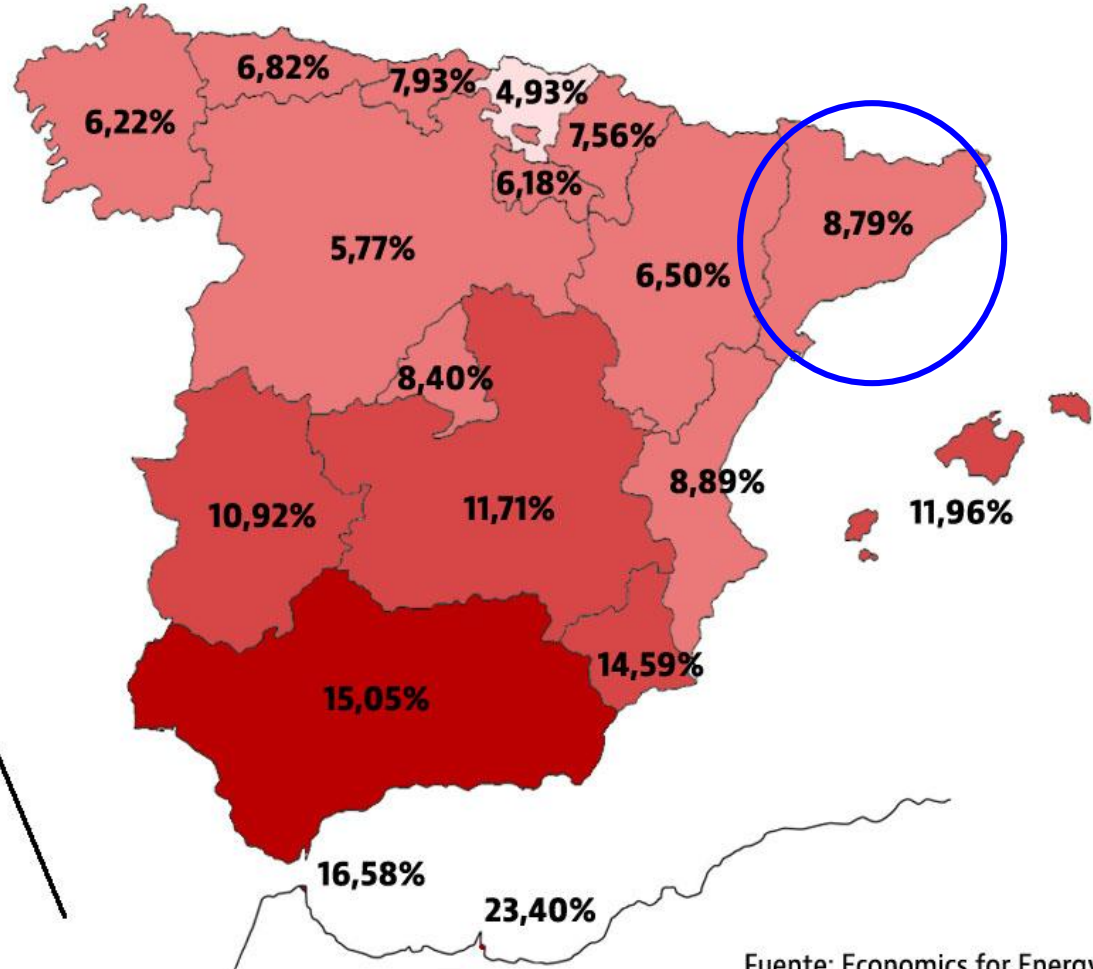
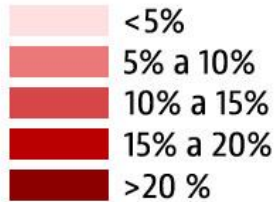


The social media for sustainable building & cities

Building expertise, together

WORLD N°1 MONDIAL

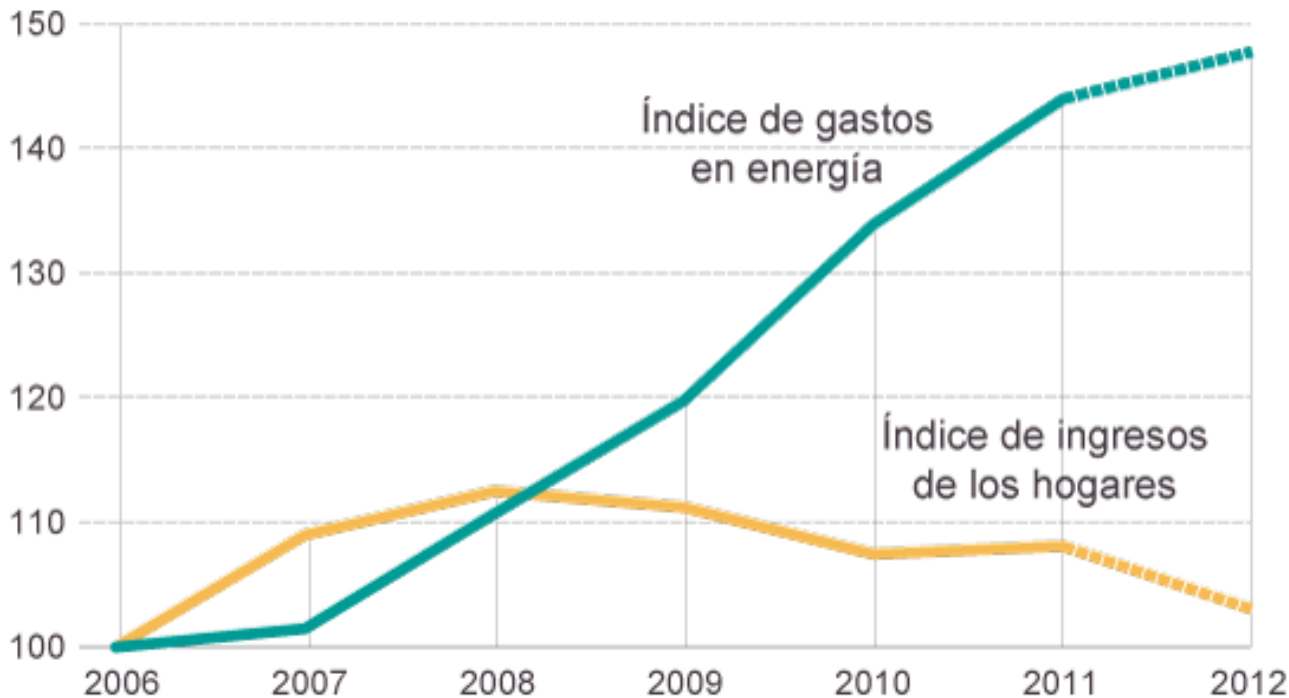
## Porcentaje de hogares en riesgo de pobreza energética



Fuente: Economics for Energy

## POBREZA ENERGÈTICA EN ESPAÑA

### INGRESOS DE LOS HOGARES Y GASTO EN ENERGÍA



...¡recorta la brecha!

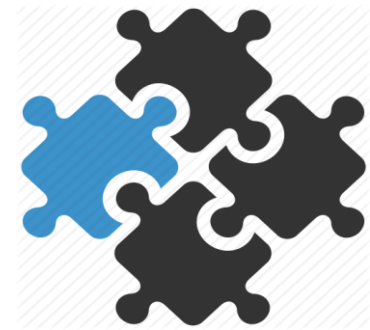
Fuente: Asociación de ciencias Ambientales, 2014



Demandas



Componentes



## Demandas limites, clima Girona

Zona climática de acuerdo al PHPP	Calefacción	Refrigeración
	Demanda de calefacción máxima	Demanda de refrigeración + deshumidificación máxima
	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Polar	35	igual al requerimiento para Casa Pasiva
Frío	30	
Frío - templado	25	
Cálido - templado	20	
Cálido	15	
Caluroso	-	
Muy caluroso	-	

Criterios EnerPHit según el método de las demandas

Fuente: Passivhaus Institut

# Resultados PHPP

Specific building characteristics with reference to the treated floor area						
				Criteria	Alternative criteria	Fullfilled? <sup>2</sup>
	Treated floor area m <sup>2</sup>	678,0				
Space heating	Heating demand kWh/(m <sup>2</sup> a)	17,5	≤	20	-	yes
	Heating load W/m <sup>2</sup>	12,3	≤	-	-	
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m <sup>2</sup> a)	4,5	≤	15	15	yes
	Cooling load W/m <sup>2</sup>	5,7	≤	-	10	
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	-	≤	-	-	-
	Frequency excessively high humidity (> 12 g/kg) %	2,9	≤	10	-	yes
Airtightness	Pressurization test result n <sub>50</sub> 1/h	1,0	≤	1,0	-	yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m <sup>2</sup> a)	111	≤	123	-	yes
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m <sup>2</sup> a)	52	≤	-	-	-
	Generation of renewable energy kWh/(m <sup>2</sup> a)	0	≥	-	-	

<sup>2</sup> Empty field: Data missing; '-': No requirement



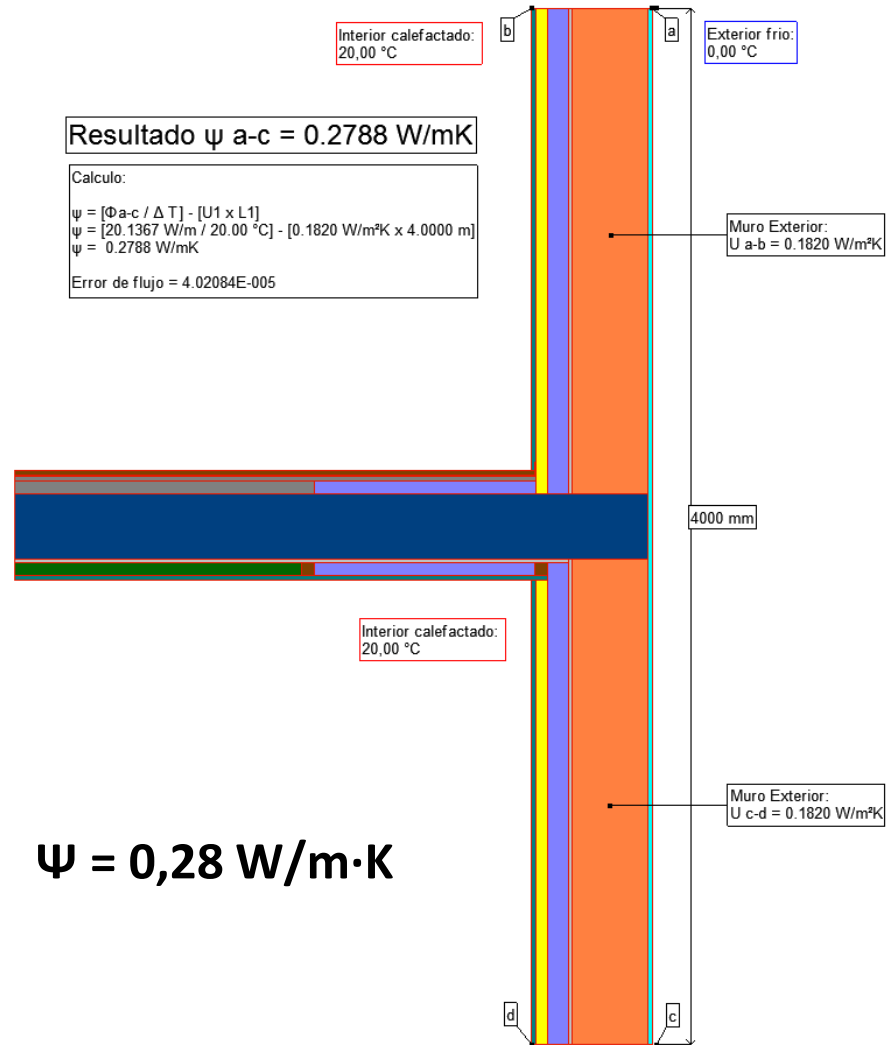
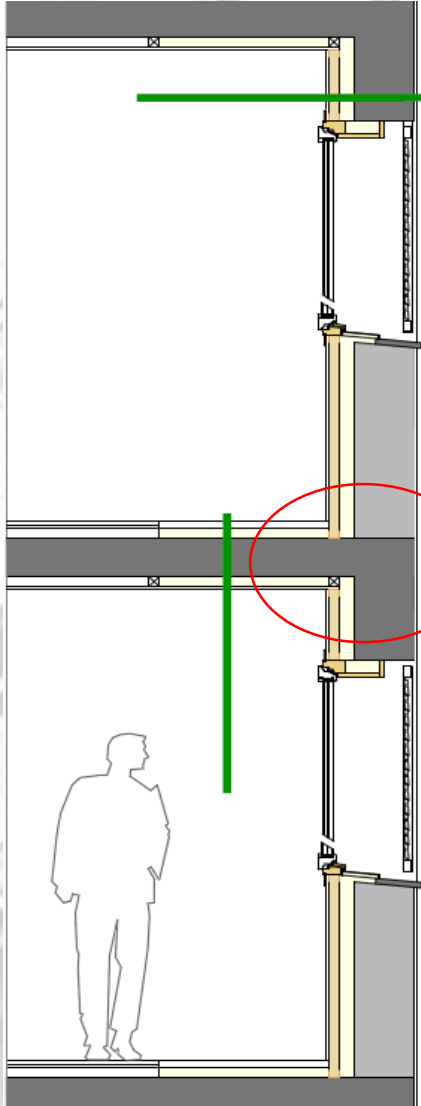
## Resumen

- **Clase de certificación:** Rehabilitación Passivhaus-EnerPHit por demandas
- **Superficie útil / construida:** 678 m<sup>2</sup> / 1.038 m<sup>2</sup>
- **Plantas:** PB + 5
- **Apartamentos:** 5 (4 de 129 m<sup>2</sup>, 1 de 162 m<sup>2</sup>)
- **Precio ejecución/ m<sup>2</sup> construido:** 1.185 €/m<sup>2</sup>
- **Promotor:** MBD Real Estate Group
- **Constructora:** Busquets Sitja
- **Arquitectos:** López-Pedrero-Roda Arquitectes
- **Ingeniería de instalaciones:** PGI Engineering
- **PHPP, diseño Passivhaus y control/domótica:** Progetic
- **Certificación Passivhaus:** Energiehaus Arquitectos



## Detalle Forjado > Muro exterior

Aislamiento & puentes térmicos

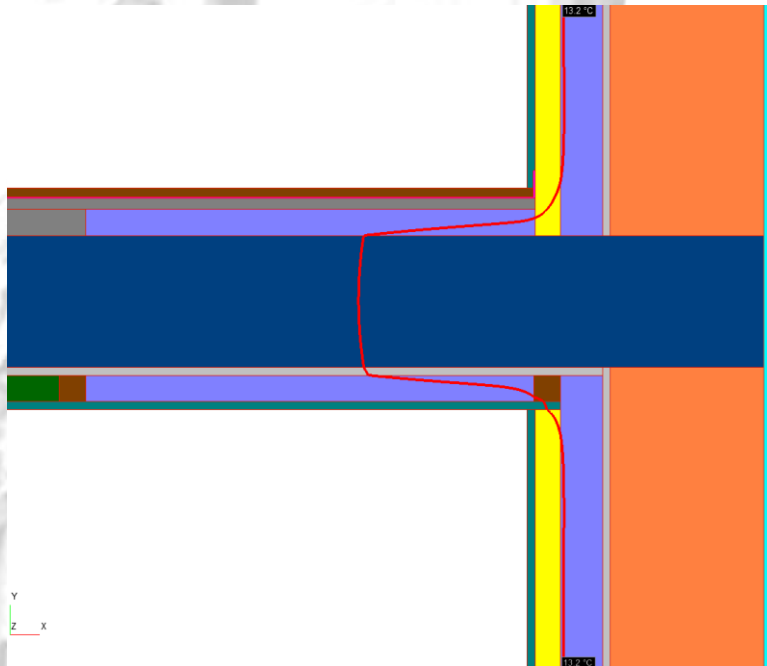


## Análisis de condensación superficial: UNE-EN-ISO 13788:2016

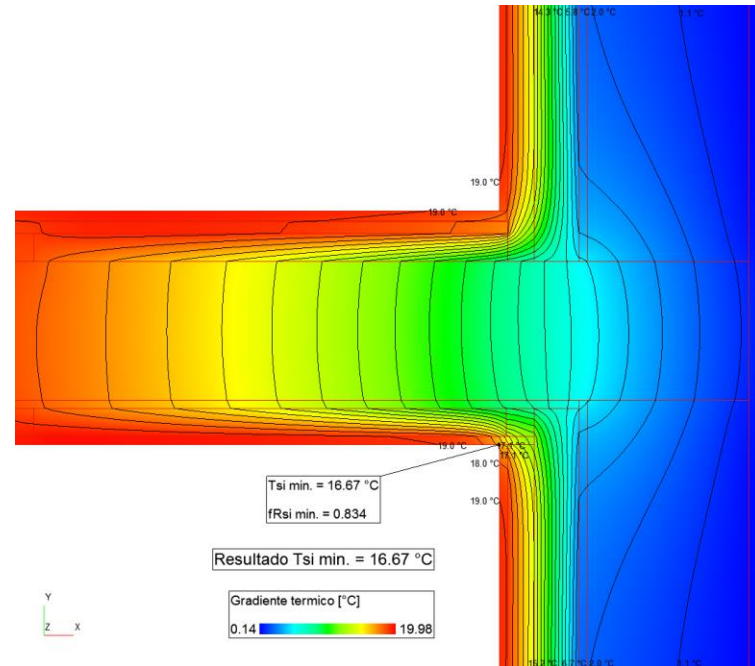
- Temperatura interior  $\vartheta_i = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura exterior  $\vartheta_e = 0,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Aislamiento & puentes térmicos



Condensación:  $\Theta_{Si} \leq 13,20 \text{ }^\circ\text{C}$



$\Theta_{Si} \text{ min} = 16,67 \text{ }^\circ\text{C}$



**Aislamiento & puentes térmicos**

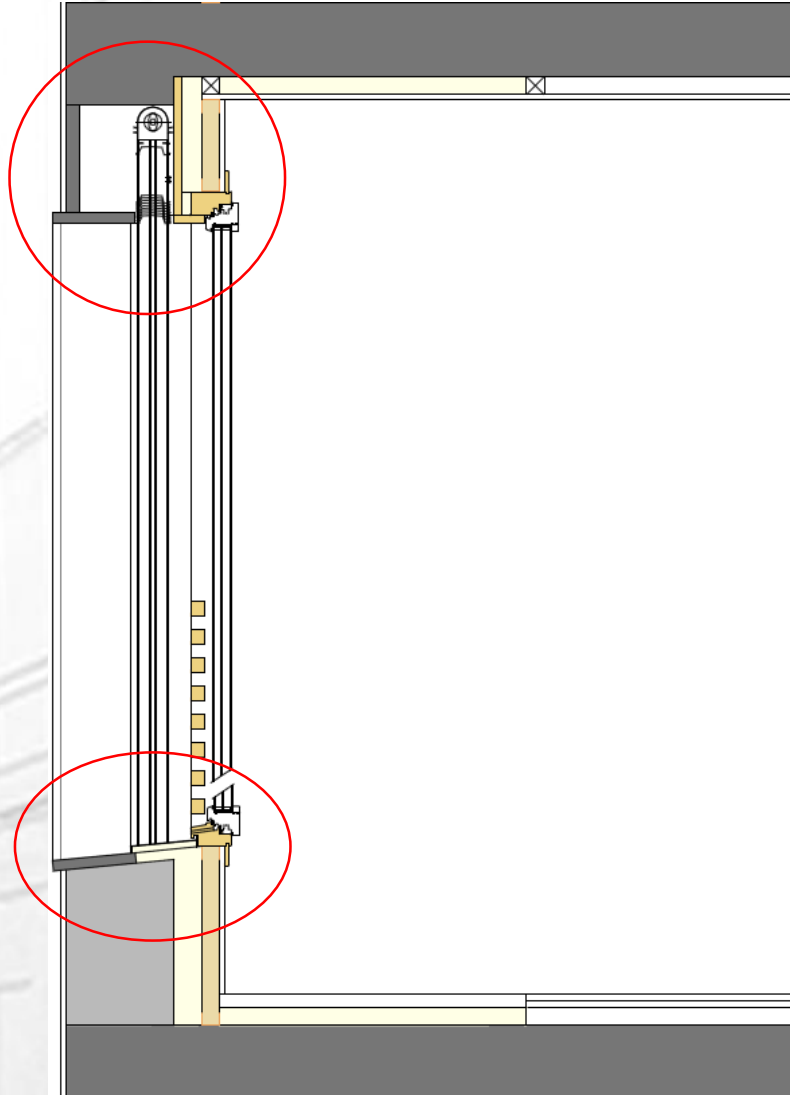


**Aislamiento & puentes térmicos**



## Detalle Ventanas

Aislamiento & puentes térmicos



# Detalle Ventanas

Aislamiento & puentes térmicos

Exterior frío: 0,00 °C

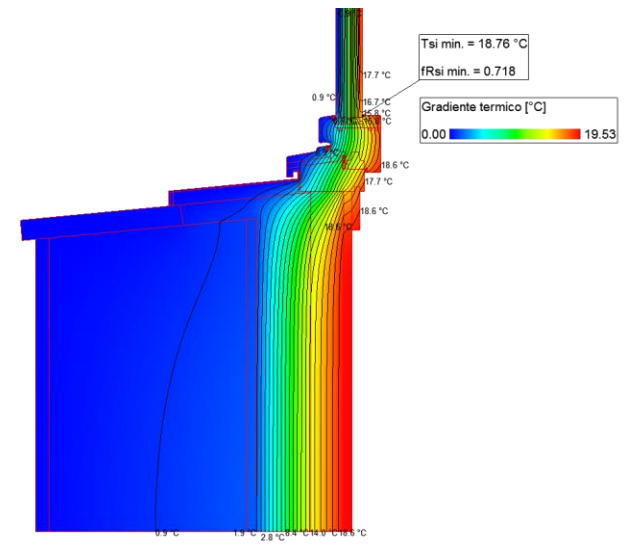
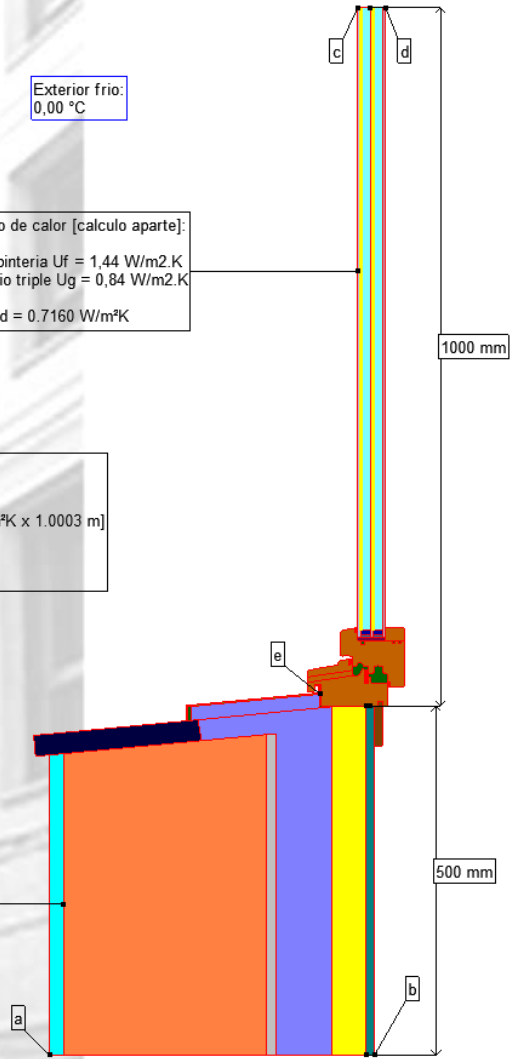
Interior calefactado: 20,00 °C

Flujo de calor [calculo aparte]:  
Carpinteria Uf = 1,44 W/m2.K  
Vidrio triple Ug = 0,84 W/m2.K  
U c-d = 0,7160 W/m²K

Resultado  $\psi$  a-e-c = 0.0216 W/mK

Calculo:  
 $\psi = [\Phi_{a-c} / \Delta T] - [U1 \times L1] - [U2 \times L2]$   
 $\psi = [16.5766 \text{ W/m} / 20.00 \text{ }^\circ\text{C}] - [0.1820 \text{ W/m}^2\text{K} \times 0.5000 \text{ m}] - [0.7160 \text{ W/m}^2\text{K} \times 1.0003 \text{ m}]$   
 $\psi = 0.0216 \text{ W/mK}$   
Error de flujo = 0.00190786

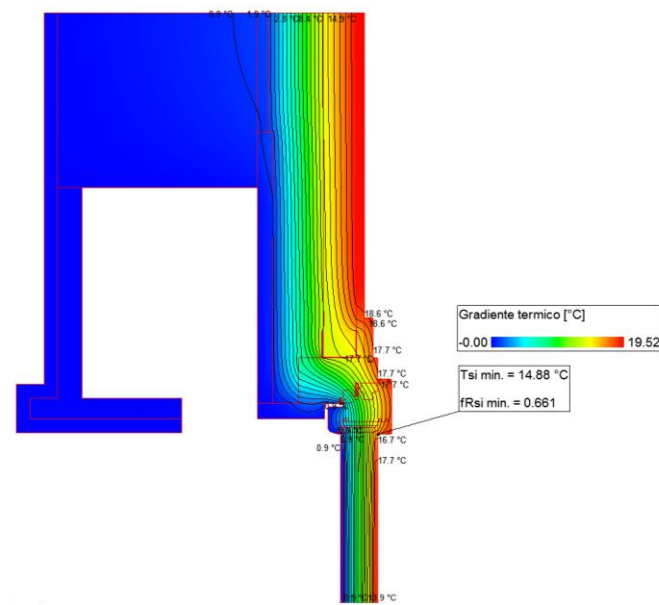
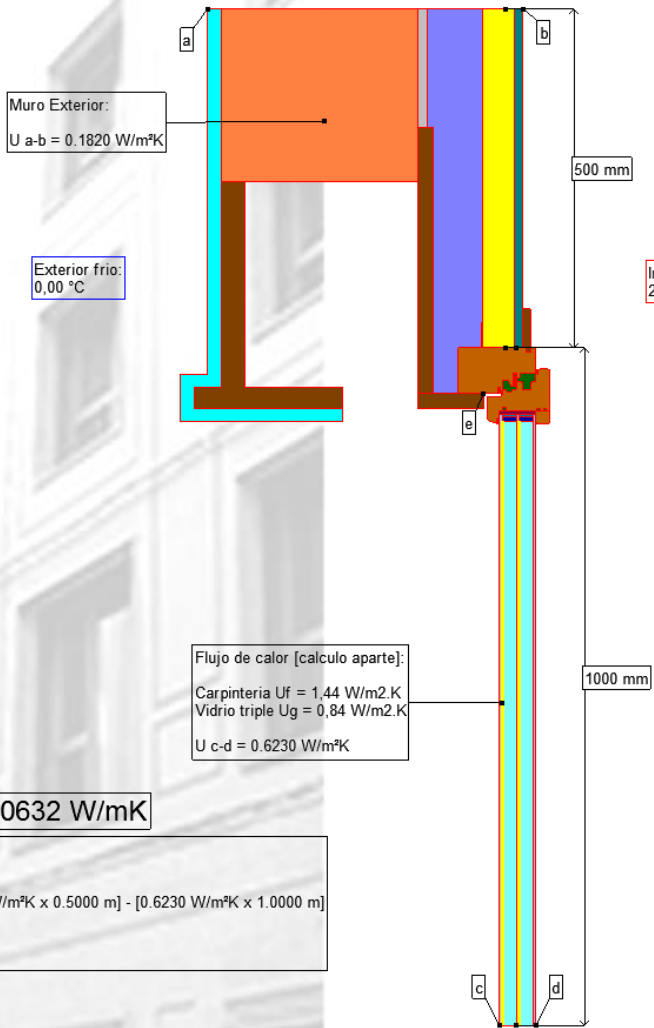
Muro Exterior:  
U a-b = 0.1820 W/m²K



$\Psi = 0,02 \text{ W/m}\cdot\text{K}$        $\Theta_{Si} \text{ min} = 18,76 \text{ }^\circ\text{C}$

# Detalle Ventanas

Aislamiento & puentes térmicos



Resultado  $\psi_{a-e-c} = 0.0632 \text{ W/mK}$

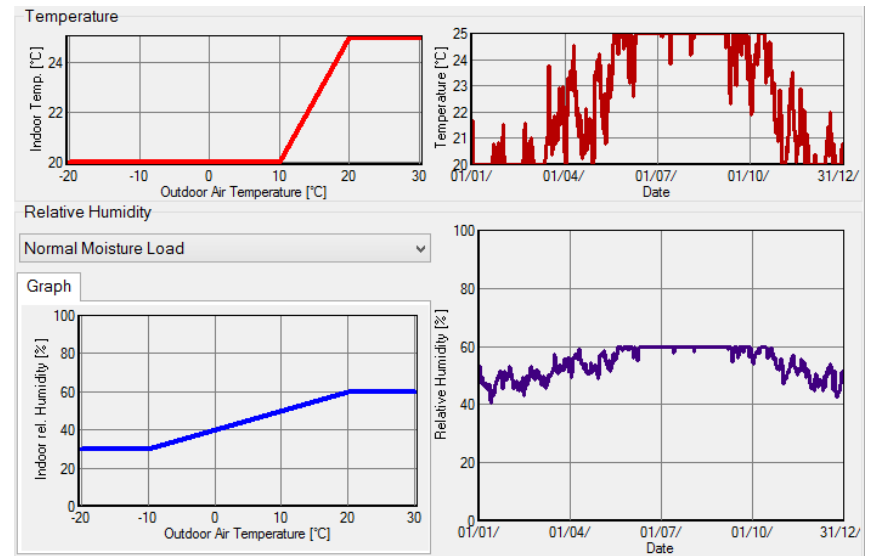
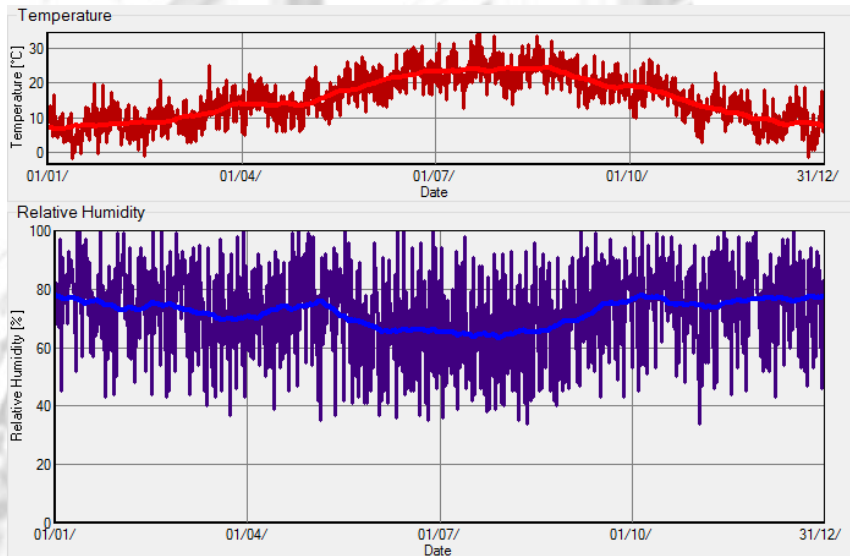
Calculo:  
$$\psi = [\Phi_{a-c} / \Delta T] - [U_1 \times L_1] - [U_2 \times L_2]$$
$$\psi = [15.5444 \text{ W/m} / 20.00 \text{ °C}] - [0.1820 \text{ W/m}^2\text{K} \times 0.5000 \text{ m}] - [0.6230 \text{ W/m}^2\text{K} \times 1.0000 \text{ m}]$$
$$\psi = 0.0632 \text{ W/mK}$$

Error de flujo = 0.000100642

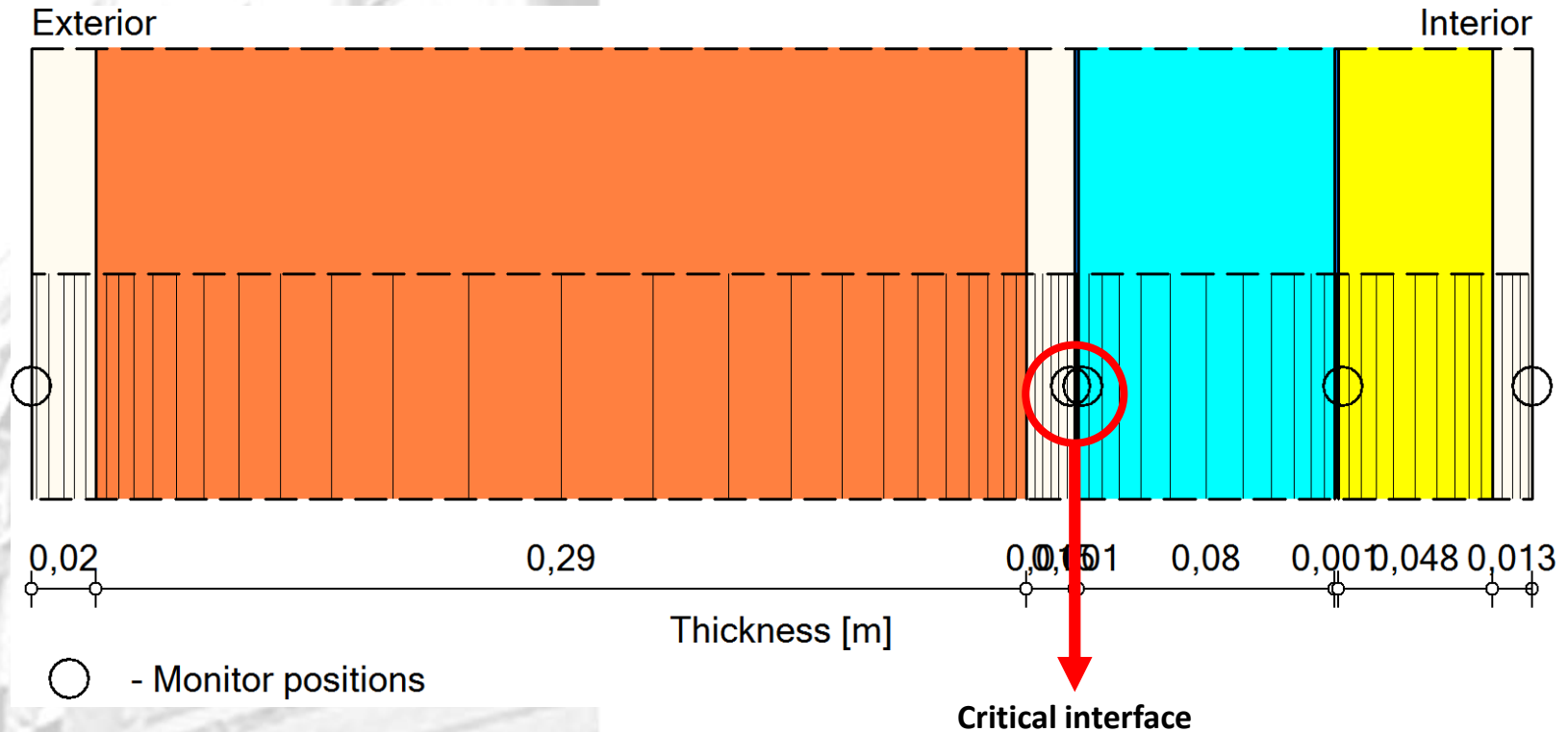
**$\Psi = 0,06 \text{ W/m}\cdot\text{K}$**        **$\Theta_{Si} \text{ min} = 14,88 \text{ °C}$**



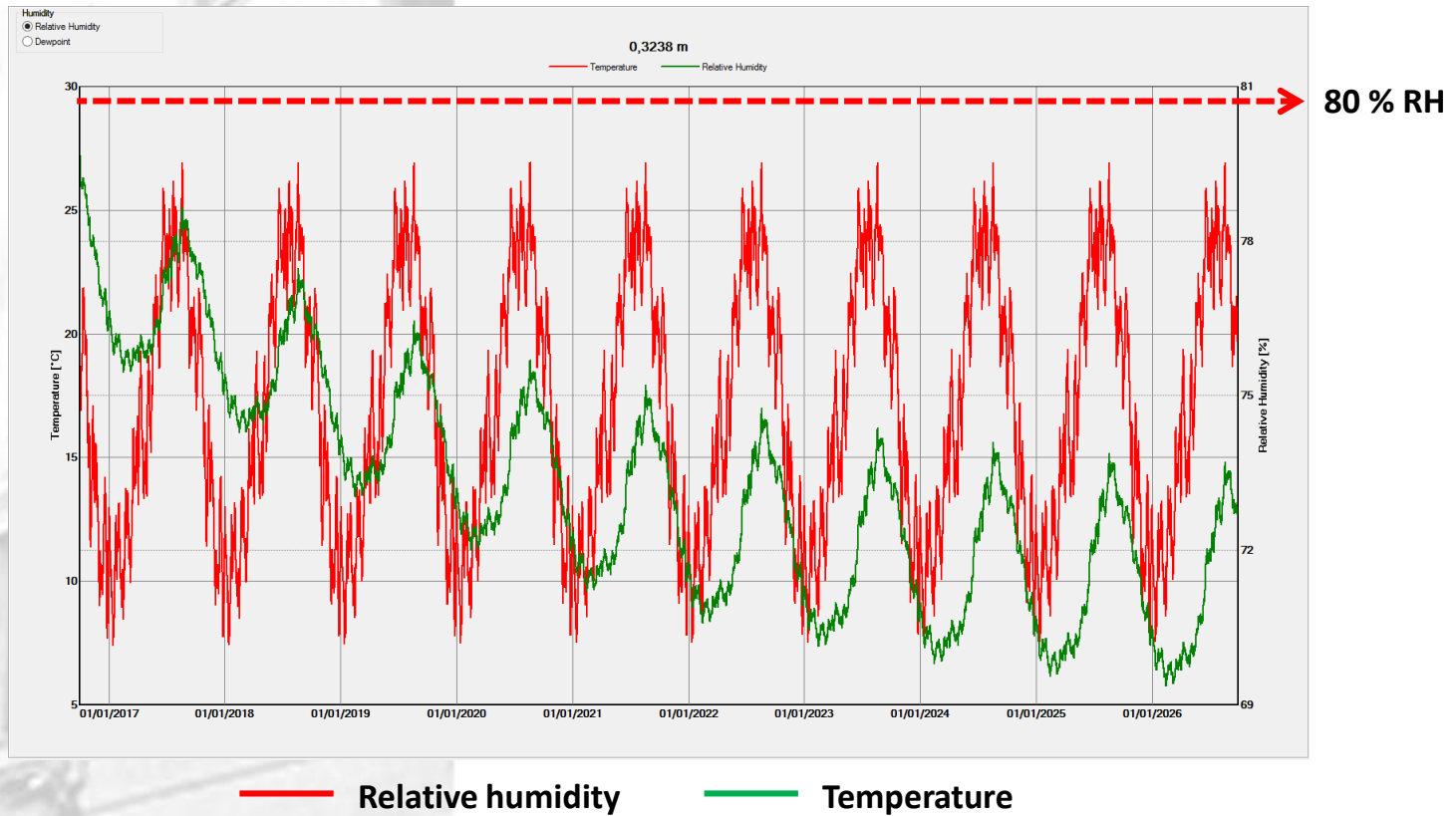
# Análisis higrotérmico dinámico de condensación intersticial: WUFI [EN 15026]



## Análisis higrotérmico dinámico de condensación intersticial: WUFI [EN 15026]

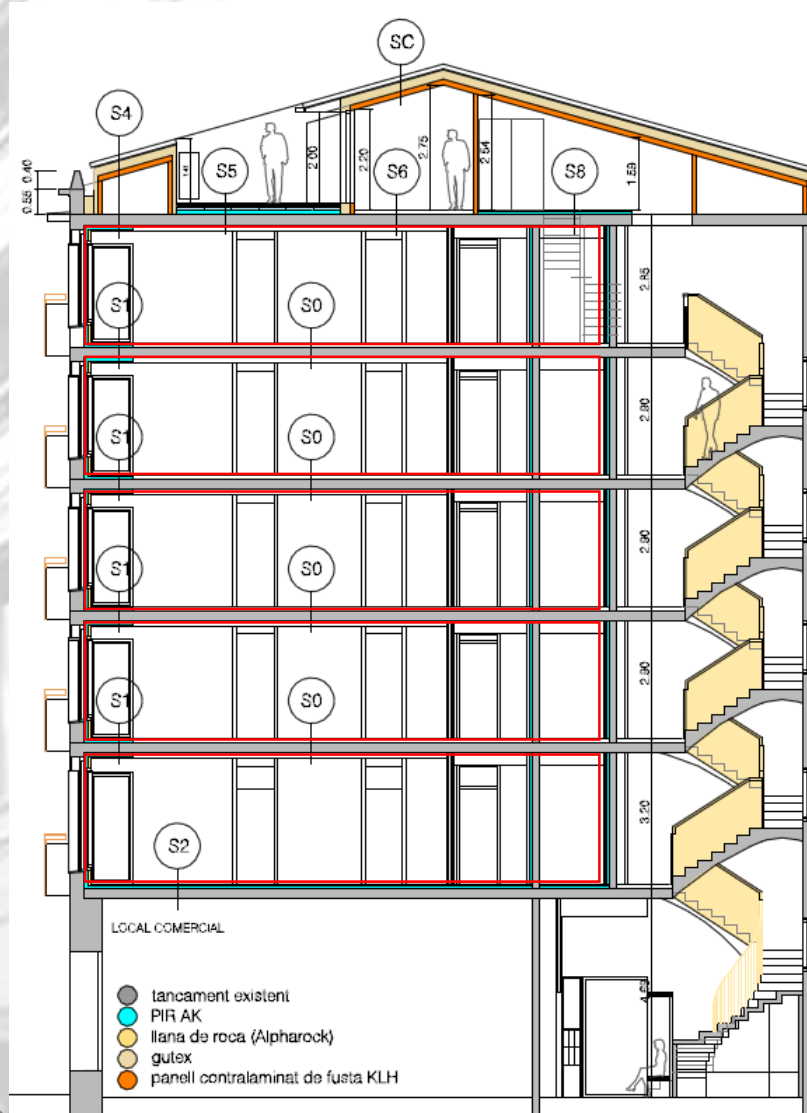


## Interfaz crítico: simulación de 10 años, fachada norte



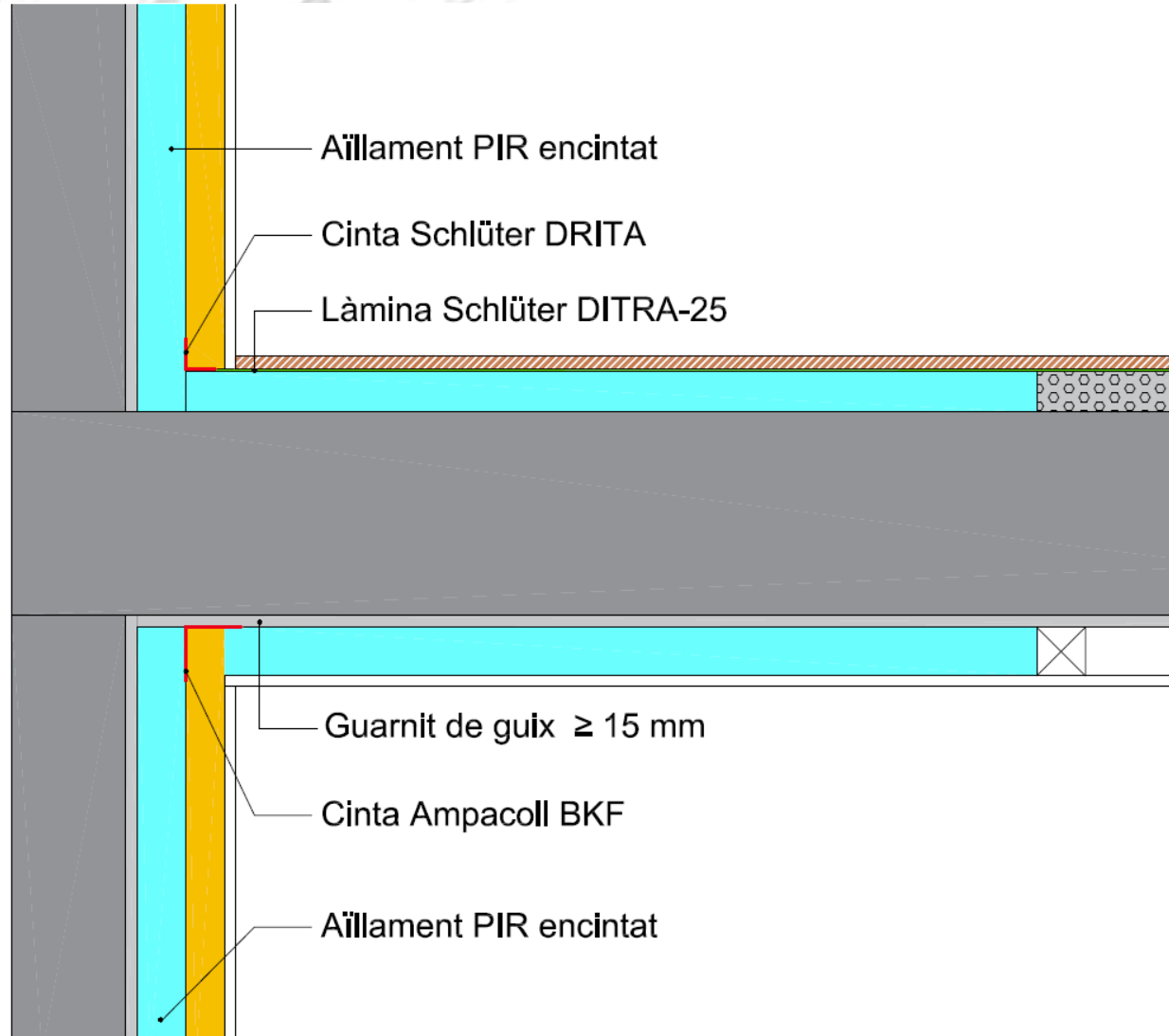
## Detalles de hermeticidad: forjados y muros exteriores

Hermeticidad

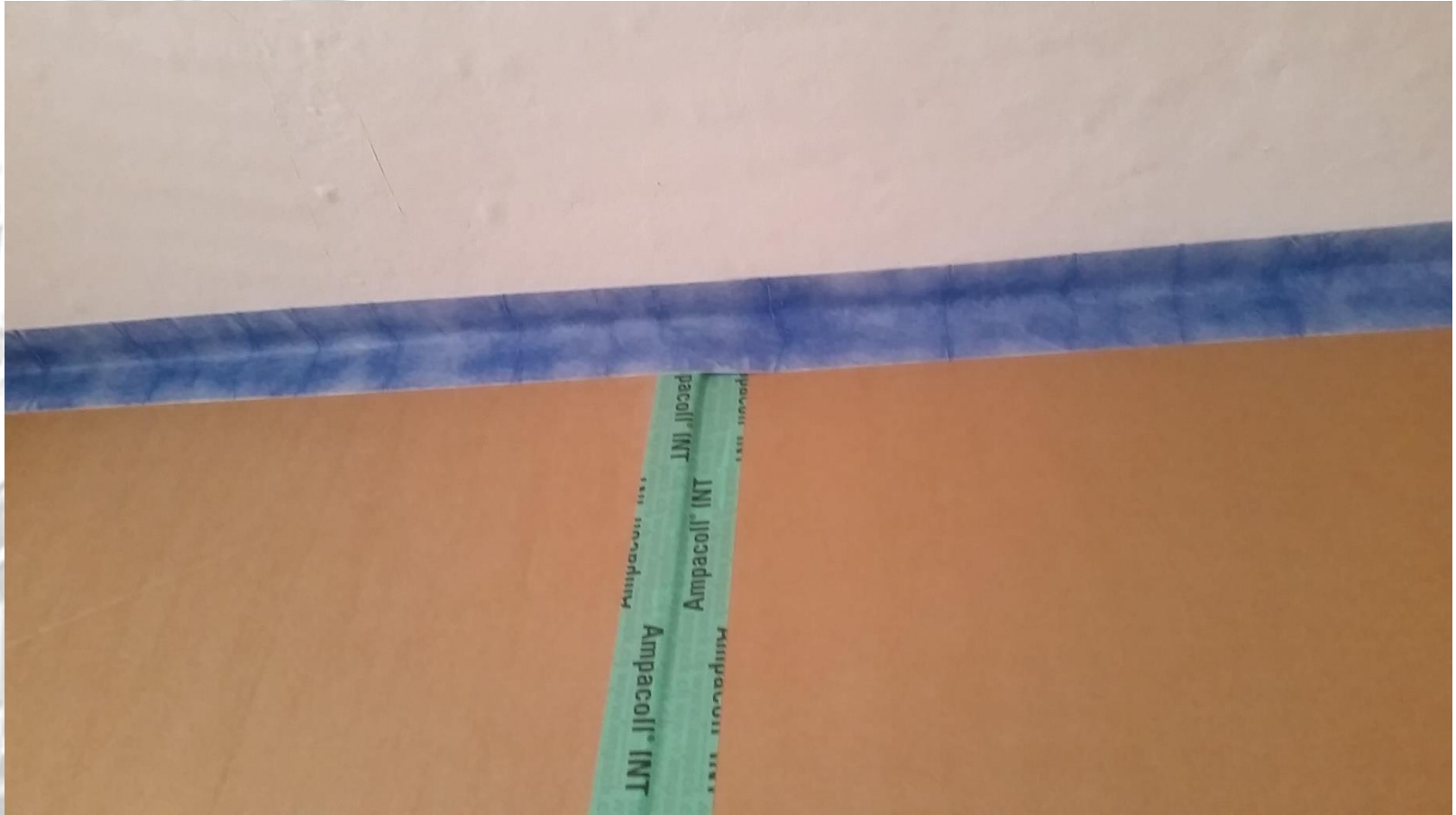


## Detalles de hermeticidad

Hermeticidad



**Hermeticidad**

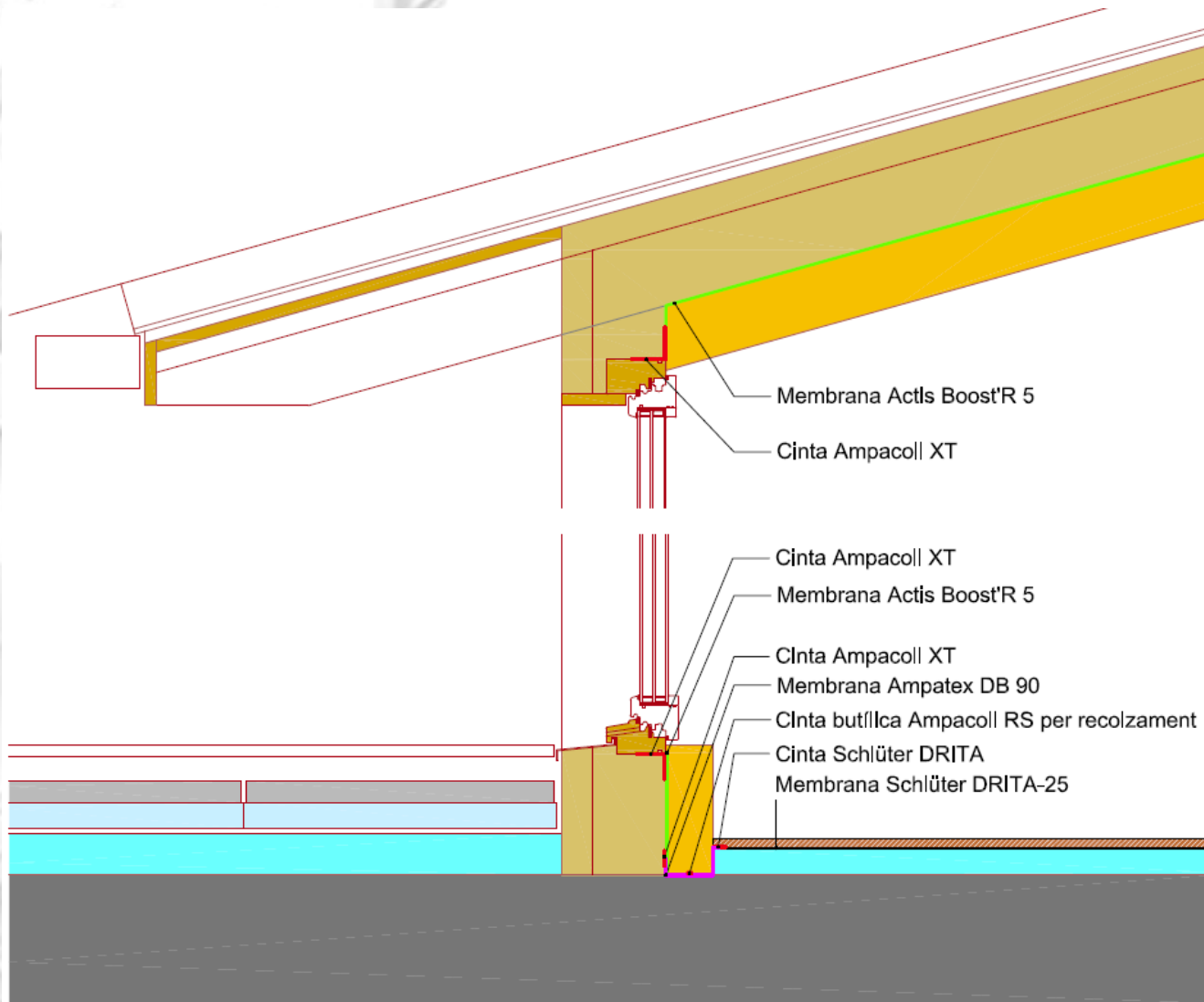


Hermeticidad



## Detalles de hermeticidad

Hermeticidad





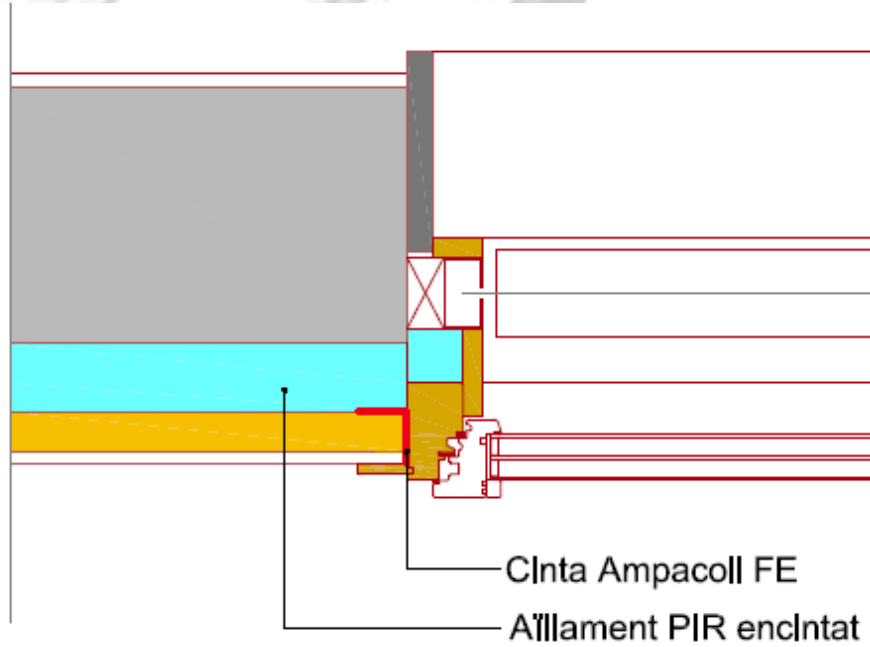
## Detalles de hermeticidad

Hermeticidad

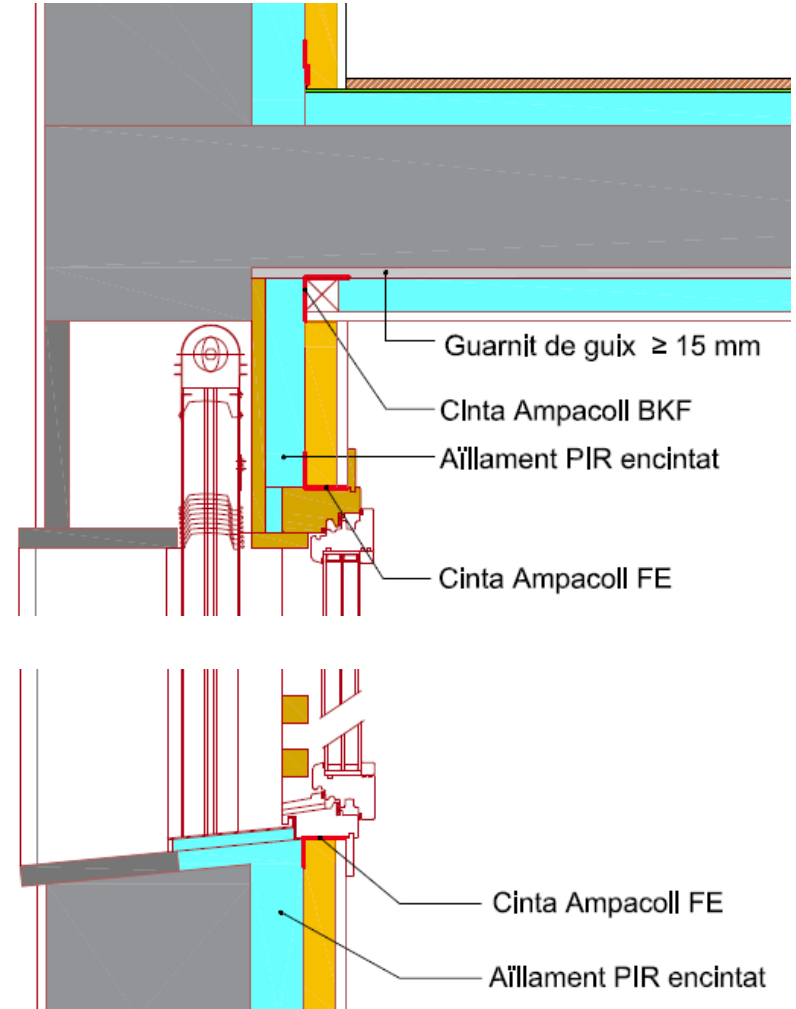


# Ventanas

**Hermeticidad**



Planta



Sección

## Ventanas

Hermeticidad



## Ventanas

Hermeticidad



## Ventanas

Hermeticidad



## Paso instalaciones

Hermeticidad



## Paso instalaciones

**Hermeticidad**



## Paso instalaciones (como no hacerlo...)

Hermeticidad





## Blower Door

Hermeticidad



## Blower Door

Hermeticidad



## Blower Door

Hermeticidad



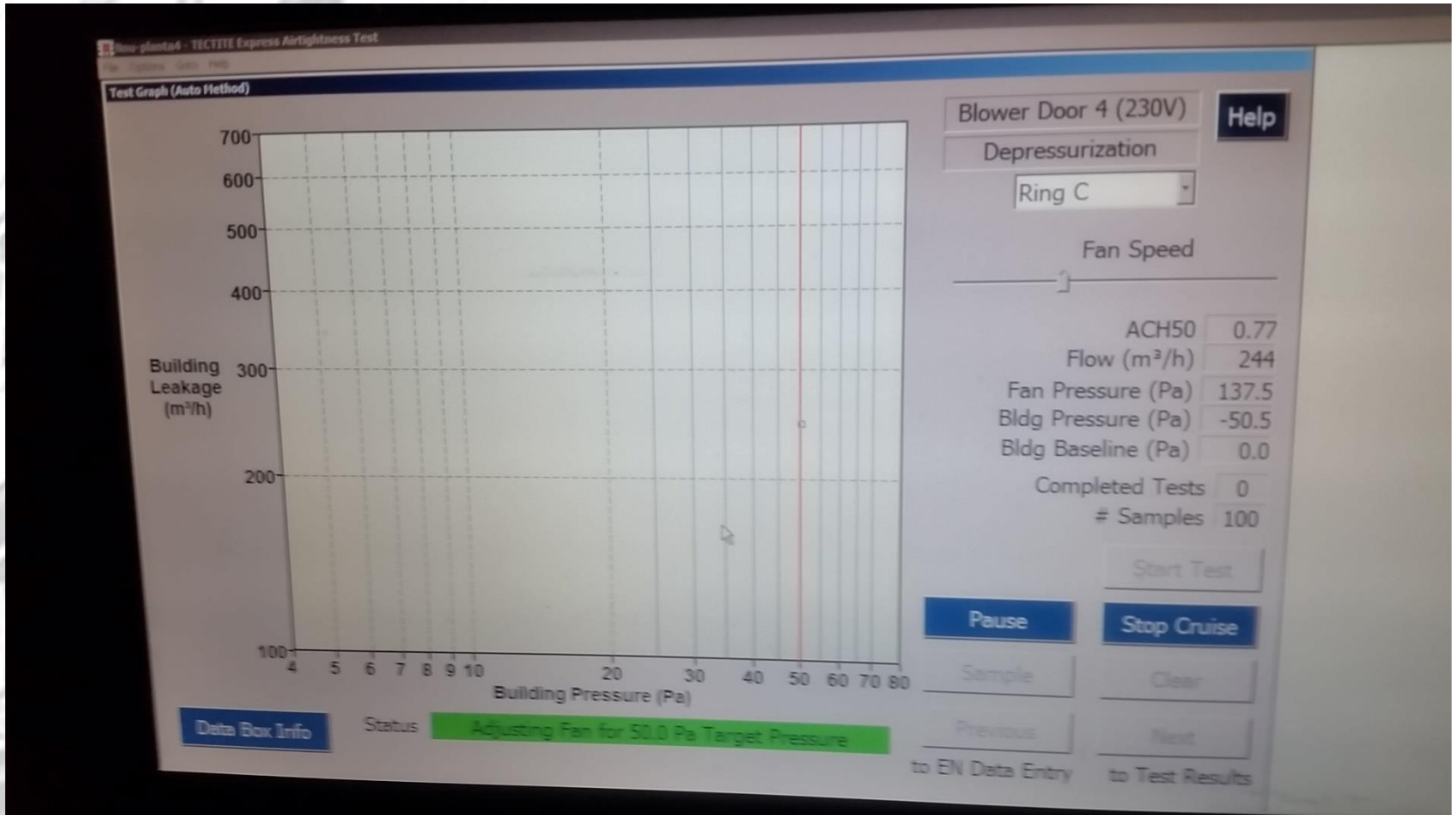
## Blower Door

Hermeticidad



# Blower Door

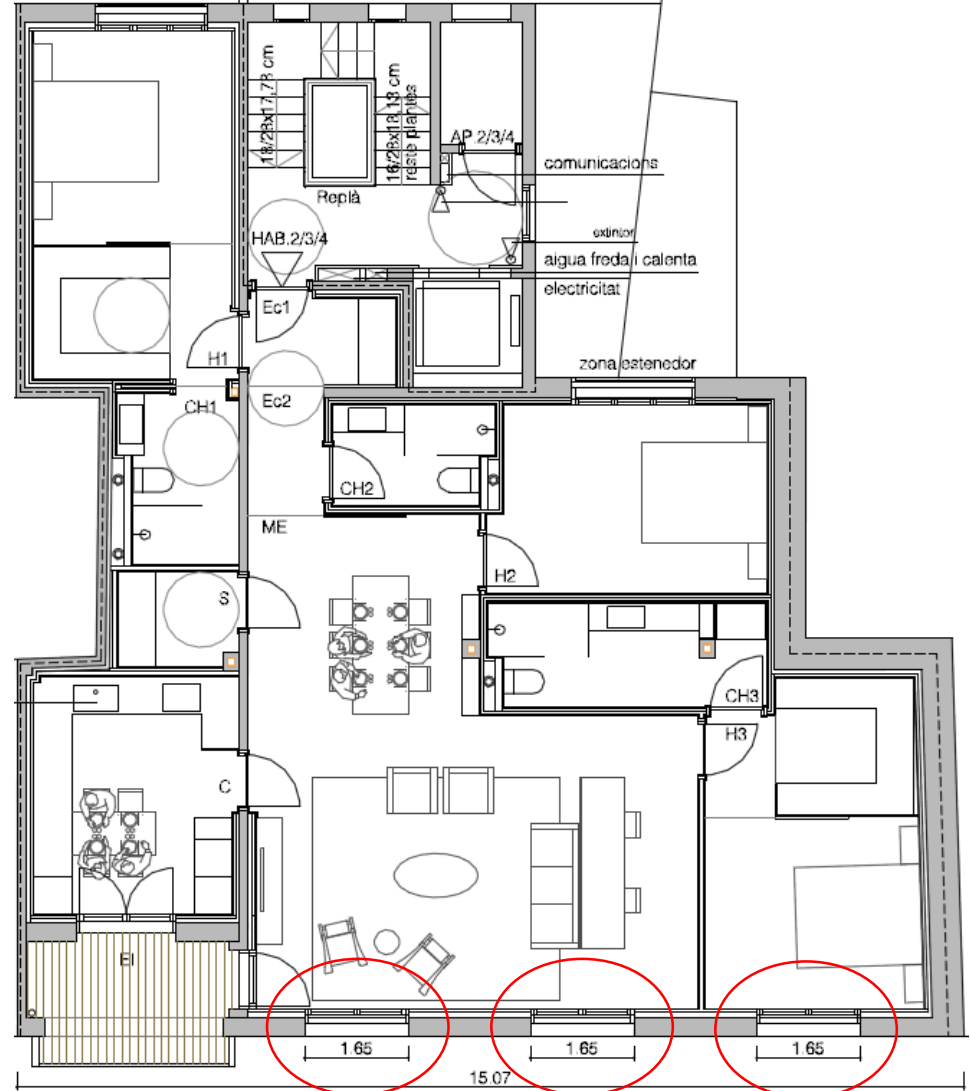
Hermeticidad



# Sobrecalementamiento

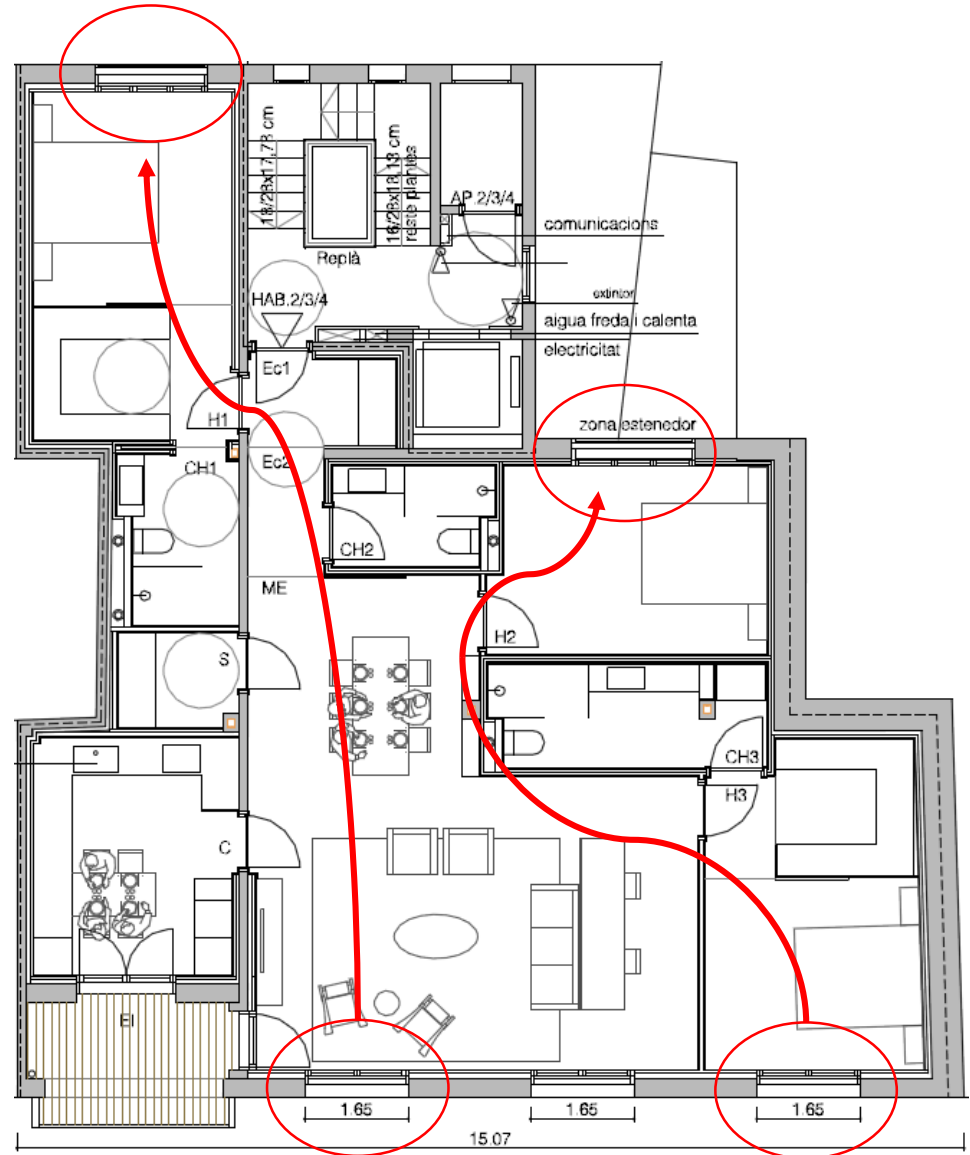
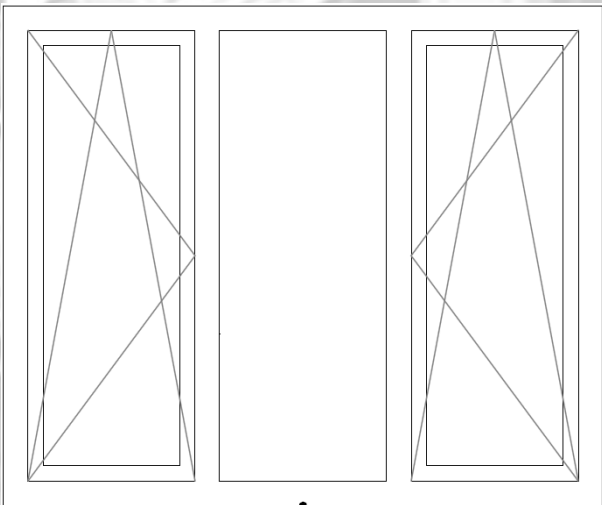
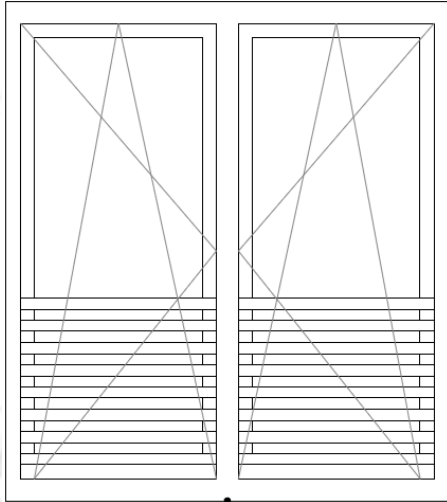


Sobre-calentamiento

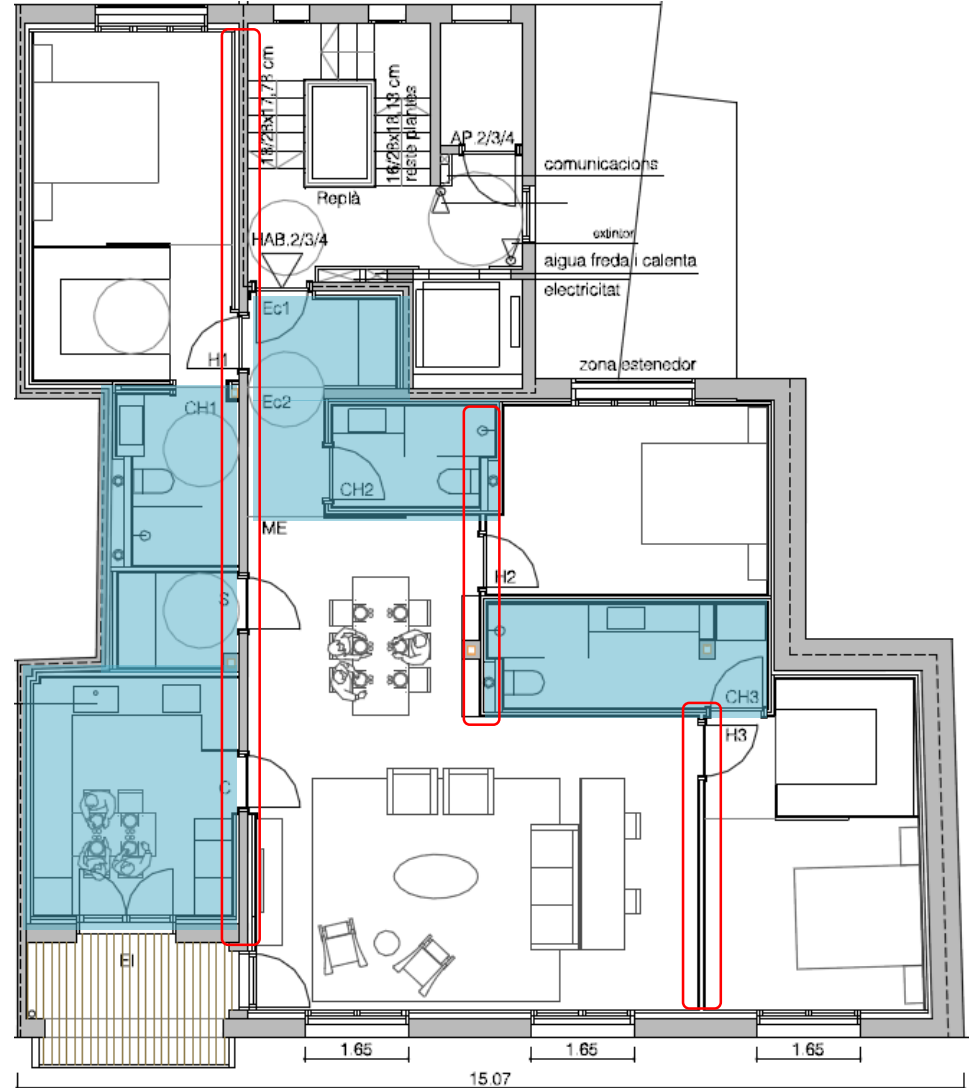


# Ventilación natural nocturna

Sobre-calentamiento

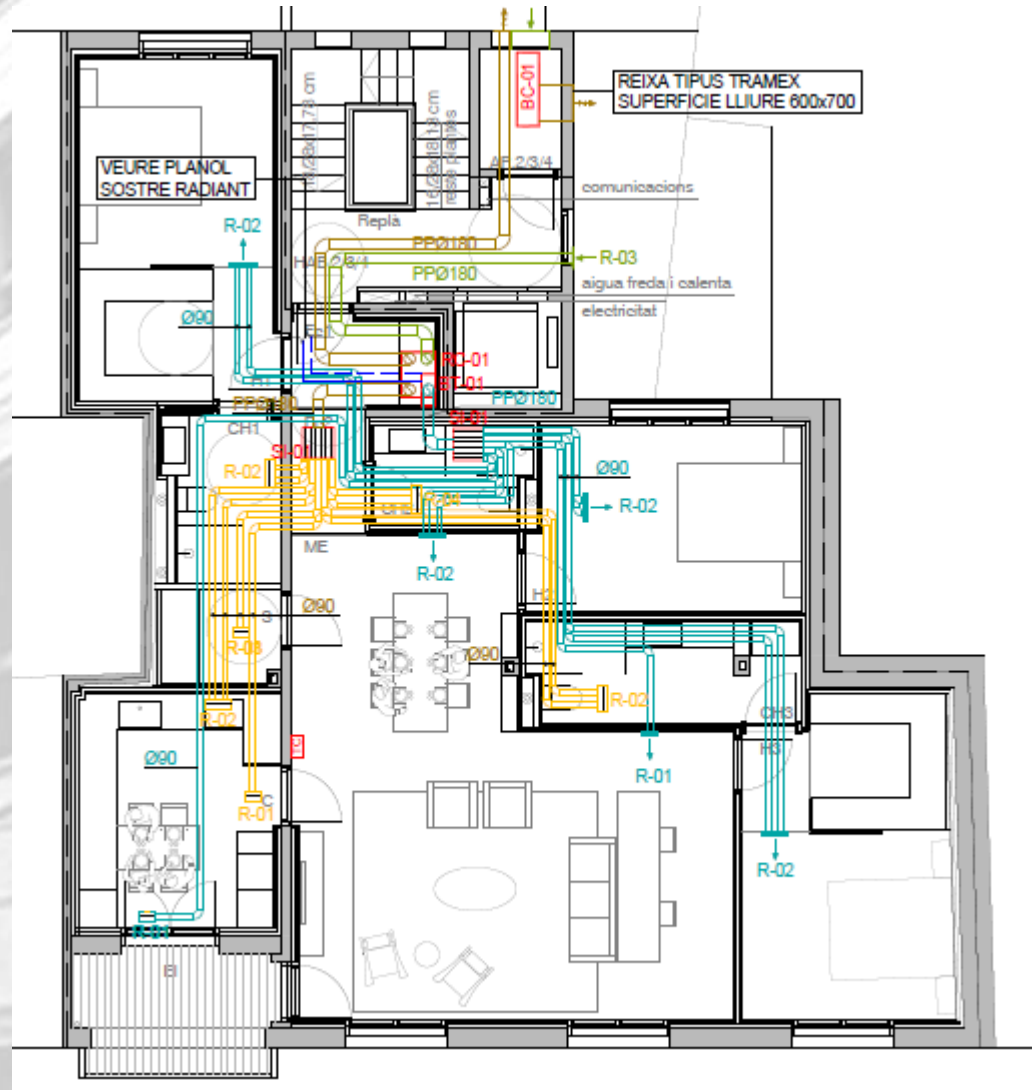


# Inercia térmica





# Ventilación y climatización



# Ventilación y climatización

## Ventilación y climatización



## Ventilación y climatización

Ventilación y climatización



## Ventilación y climatización

Ventilación y climatización



Category: **Air handling unit with heat recovery**  
 Manufacturer: **Zehnder Group Nederland B.V. Netherlands**  
 Product name: **ComfoAir Q600 ERV, Comfort Vent Q600 ERV**

Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative

**This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria**

Heat recovery rate  $\eta_{HR} \geq 75\%$   
 Specific electric power  $P_{el,spec} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$   
 Leakage < 3%

Comfort Supply air temperature  $\geq 16.5^\circ\text{C}$   
 at outdoor air temperature  $-10^\circ\text{C}$

- At an airflow of 90 m<sup>3</sup>/h, a heat recovery of  $\eta_{HR} = 91\%$  is reached.
- Due to the frost protection strategy at outdoor temperatures of  $-15^\circ\text{C}$  the air flow rate is reduced to about 280 m<sup>3</sup>/h.

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

<b>Airflow range</b>
70–460 m <sup>3</sup> /h
<b>Heat recovery rate</b>
$\eta_{HR} = 80\%$
<b>Specific electric power</b>
$P_{el,spec} = 0.22 \text{ Wh/m}^3$
<b>Humidity recovery</b>
$\eta_x = 68\%$

cool, temperate climate



**CERTIFIED COMPONENT**

Passive House Institute

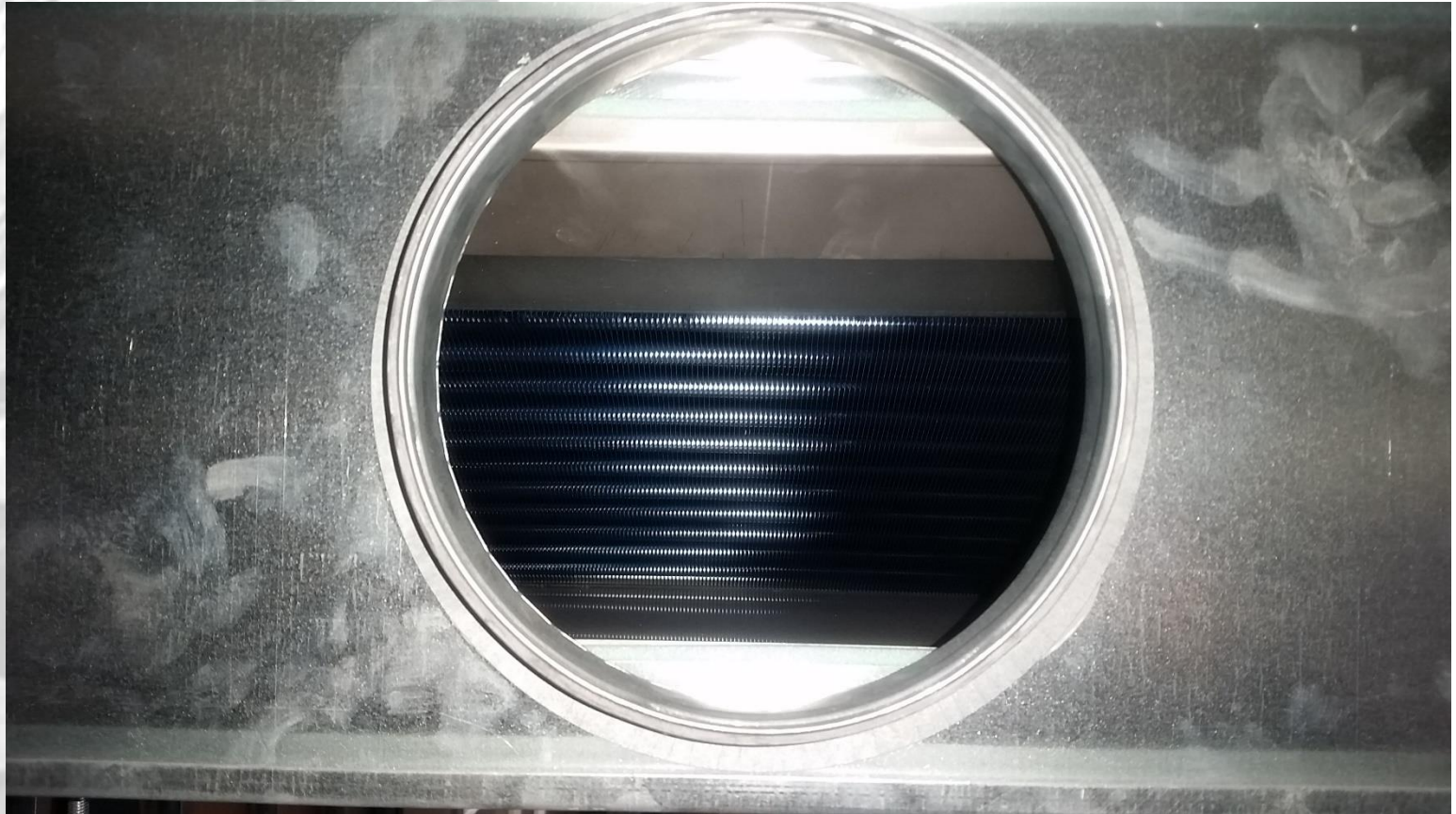
## Ventilación y climatización

Ventilación y climatización



## Ventilación y climatización

Ventilación y climatización



## Ventilación y climatización

Ventilación y climatización



## Ventilación y climatización

Ventilación y climatización



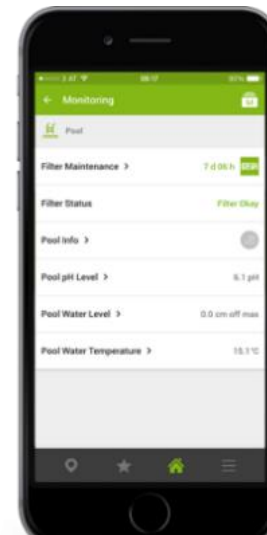


## Ventilación y climatización

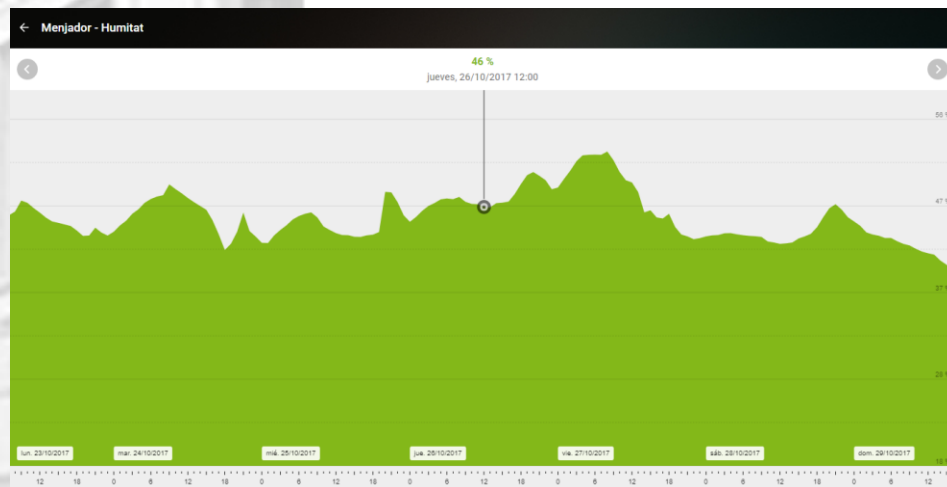
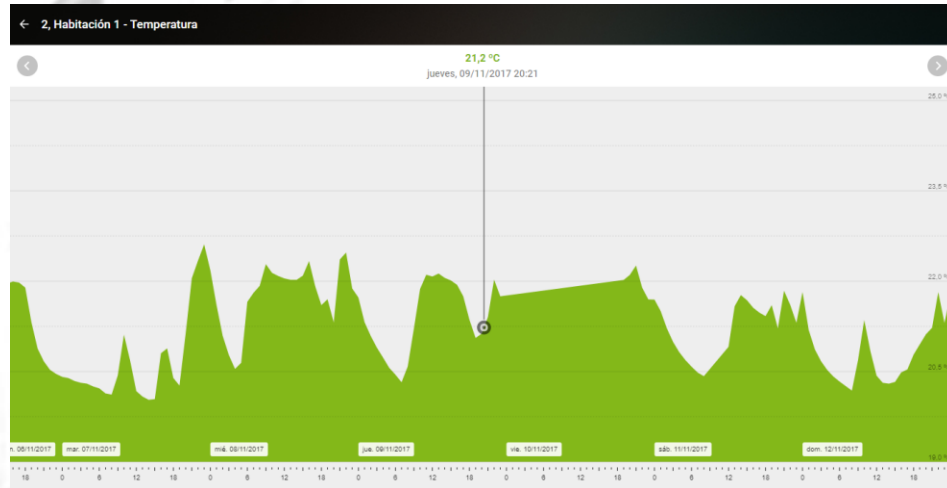
Ventilación y climatización



## Sistema de control



## Sistema de control



## Ventilación y climatización

Ventilación y climatización



ACS

Ventilación y climatización



ACS

Ventilación y climatización



Obra acabada

Obra acabada



Obra acabada

Obra acabada



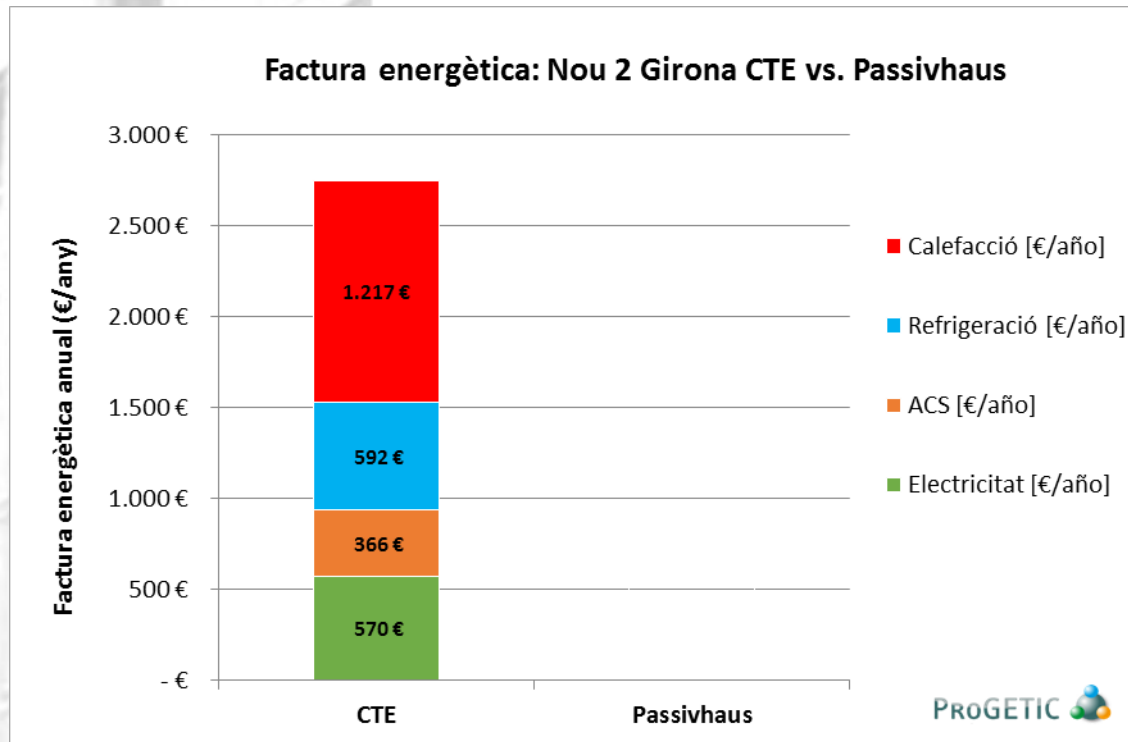


**Obra acabada**



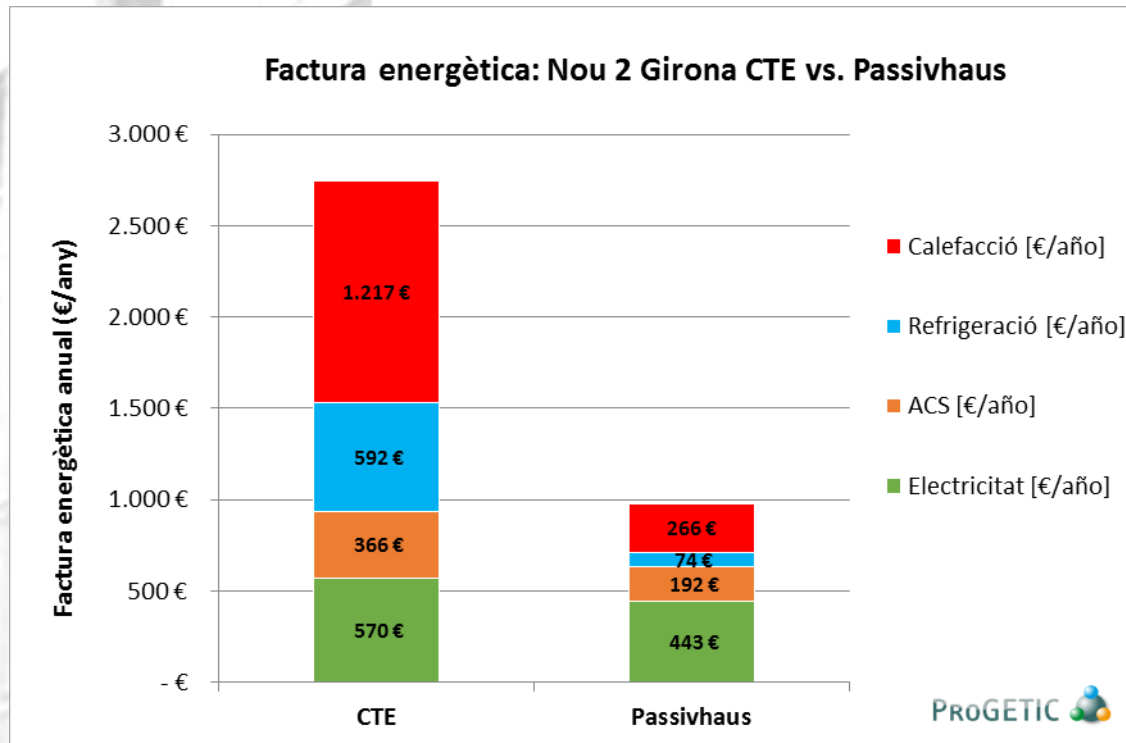
# CTE vs. Estàndard EnerPHit

Consumos previstos



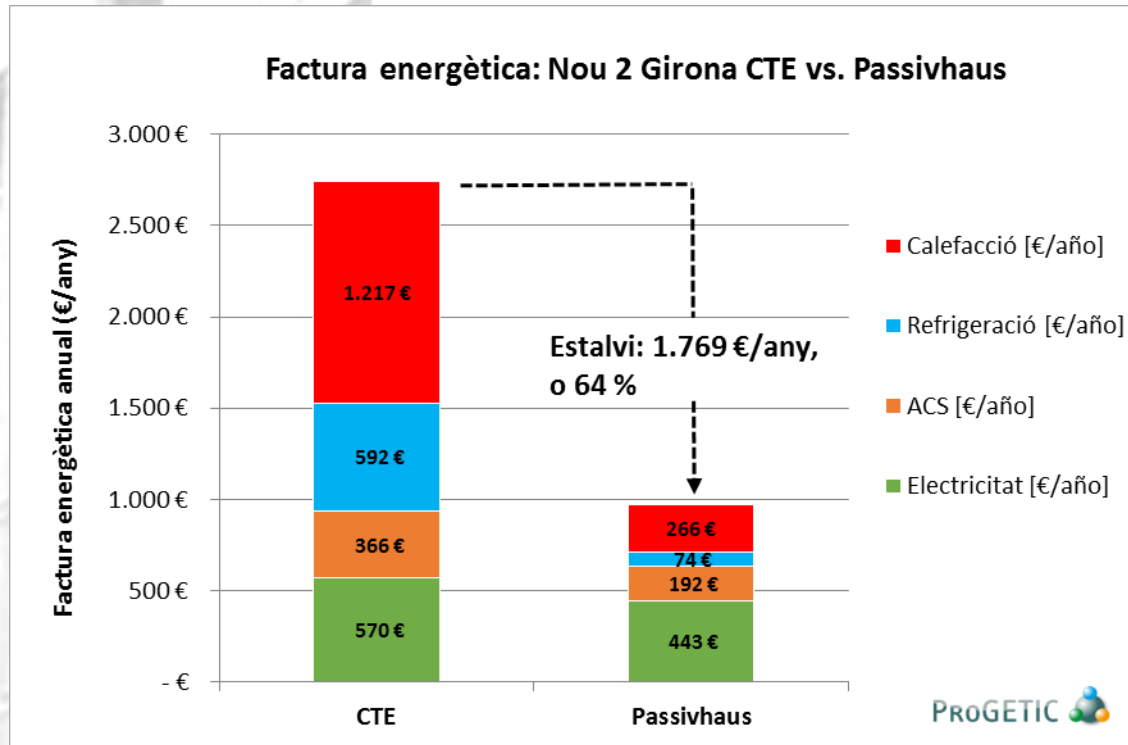
# CTE vs. Estàndard EnerPHit

Consumos previstos



# CTE vs. Estàndard EnerPHit

Consumos previstos



## EnerPHit: ¡un deporte de equipo!

