

Applus+Laboratories

LGAI Technological Center, S.A. (APPLUS)
Campus UAB – Ronda de la Font del Carme, s/n
E - 08193 Bellaterra (Barcelona)
T +34 93 567 20 00
F +34 93 567 20 01
www.applus.com



INFORME DE CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA PARA UNA VENTANA DE ALUMINIO CON DENOMINACIÓN COMERCIAL “SERIE GS-82 RT”

Informe número: 18-17184-1006

Referencia del peticionario:

SOPENA INNOVATIONS, S.L.
C/ Garbi, nº9
Polígono Industrial Las Ventas
46119 Náquera (Valencia)

Fecha de emisión : 08 de junio de 2018



La reproducción del presente documento sólo está autorizada si se hace en su totalidad. Los informes firmados electrónicamente en soporte digital se consideran un documento original, así como las copias electrónicas del mismo. Su impresión en papel no tiene validez legal. Este documento consta de 18 páginas.

Tabla de contenido

1	Objeto	2
2	Resumen de resultados.....	3
3	Método de cálculo	3
4	Coefficiente de resistencia térmica superficial exterior e interior	5
5	Definición de la ventana y condiciones de contorno.....	6
5.1	Descripción de la ventana.....	6
5.2	Condiciones de contorno y parámetros de los materiales	6
6	Cálculos	6
6.1	Secciones de marco	6
6.2	Ventanas completas.....	15
7	Resultados obtenidos.....	15
7.1	Transmitancia térmica de las secciones de los marcos (U_f):	15
7.2	Transmitancia térmica de la ventana (U_w):	16
	Anexo 1. Dibujo de las ventanas.....	17

1 Objeto

Determinación del coeficiente de transmitancia térmica de ventanas de aluminio con rotura de puente térmico mediante cálculo de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10077-1:2010, *“Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades”*.

Las dimensiones de la ventana considerada son 2200 mm x 2500 mm (altura x anchura). Los cálculos se realizaron para un acristalamiento con valor de coeficiente de transmitancia térmica de 1,0 W/m²K.

El coeficiente de transmitancia térmica de los marcos se calcula de acuerdo a las normas UNE-EN ISO 10077-2:2012 *“Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 2: Método numérico para los marcos”* y UNE-EN ISO 10077-2:2012/AC:2012, *“Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 2: Método numérico para los marcos. Corrigendum Técnico 1”*.

2 Resumen de resultados

A continuación se presentan los valores de transmitancia térmica obtenidos para las secciones de marco de la ventana de aluminio con rotura de puente térmico considerada.

Perfil superior, hoja interior:	$U_{f1} = 4,0 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$
Perfil superior, hoja exterior:	$U_{f2} = 4,2 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$
Perfil vertical, hoja interior:	$U_{f3} = 3,3 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$
Perfil vertical, hoja exterior:	$U_{f4} = 3,7 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$
Perfil inferior, hoja interior:	$U_{f5} = 4,7 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$
Perfil inferior, hoja exterior:	$U_{f6} = 4,2 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$
Cruce de hojas:	$U_{f7} = 4,4 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$

El valor del coeficiente de transmitancia térmica de las ventanas de aluminio con rotura de puente térmico, "SERIE GS-82 RT", de dimensiones 2200 mm x 2500 mm (altura x anchura), con valor de coeficiente de transmitancia térmica de acristalamiento de 1,0 W/m²K, calculado según la norma UNE-EN ISO 10077-1:2010 es el siguiente:

$$U_w = 1,8 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$$

3 Método de cálculo

El coeficiente U_w de transmitancia térmica de la ventana debe ser calculado mediante la siguiente ecuación:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

donde U_g es el coeficiente de transmisión térmica del acristalado, U_f es el coeficiente de transmitancia térmica de cada sección de marco, Ψ_g es el coeficiente de transmitancia térmica lineal debido a los efectos térmicos combinados del intercalado, del cristal y del marco. A_g es el área del acristalado, A_f el área de marco y l_g es el perímetro total del acristalamiento.

Para el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica de la ventana se utiliza el software de cálculo *Frame Composer 3* versión 3.0.2.

El coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento, U_g , se aplica en su zona central y no se incluye el efecto de los espacios de su contorno. Por otra parte, el coeficiente U_f determina la transmisión térmica del marco en ausencia de acristalamiento. U_g y U_f excluyen la interacción térmica entre el marco y el acristalamiento, esta interacción es tomada en cuenta por medio del coeficiente de transmisión térmica lineal Ψ_g .

Para el presente informe el coeficiente de transmitancia térmica lineal utilizado es el indicado en la Tabla 1 (Tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10077-1:2010) para los tipos comunes de barras espaciadoras de acristalamiento (por ejemplo, aluminio o acero).

Tipo de marco	Doble o triple acristalamiento con vidrio sin revestir	Doble ^a o triple ^b acristalamiento con vidrio bajo emisivo
Madera o PVC	0,06	0,08
Metálico con rotura de puente térmico	0,08	0,11
Metálico sin rotura de puente térmico	0,02	0,05
^a Una de las hojas de vidrio del doble acristalamiento revestida. ^b Dos hojas de vidrio del triple acristalamiento revestidas.		

El coeficiente de transmitancia térmica de las secciones de marco, U_f , debe ser medido mediante el método de la caja caliente o calculado numéricamente conforme a los procedimientos de la norma EN ISO 10077-2 (para este informe se utiliza la versión española UNE-EN ISO 10077-2). Esta norma especifica un método numérico de cálculo en dos dimensiones para determinar el coeficiente de transmisión térmica de los marcos, considerando que el flujo de calor principal en la sección es perpendicular a un plano paralelo a las superficies internas y externas, en posición vertical. El procedimiento determina el valor de transmitancia térmica del marco, U_f , substituyendo el vidrio por un panel aislante normalizado, de conductividad térmica 0,035 W/(m·K).

En este método de cálculo no se tienen en cuenta los efectos de la radiación solar, las transferencias de calor debido al aire y los flujos de calor tridimensionales, como anclajes mediante pernos metálicos. No se incluye en el cálculo los efectos del puente térmico entre el marco y la obra soporte del cerramiento.

El programa de cálculo utilizado para el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica de las secciones de marco es el *Frame Simulator 3 Pro* versión 3.1.0, este programa se ha validado de acuerdo con las condiciones y los ejemplos incluidos en el anexo D de la norma UNE-EN ISO 10077-2:2012.

La transmitancia térmica de la sección del marco, U_f , está dada por:

$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p \cdot b_p}{b_f}$$

Donde:

U_f es la transmitancia térmica de la sección del marco [W/(m²·K)]

L_f^{2D} es la conductancia térmica bidimensional de la sección con panel aislante [W/(m·K)]

U_p es la transmitancia térmica de la área central del panel [W/(m²·K)]

b_f es la anchura proyectada de la sección del marco [m]

b_p es la longitud visible del panel [m]

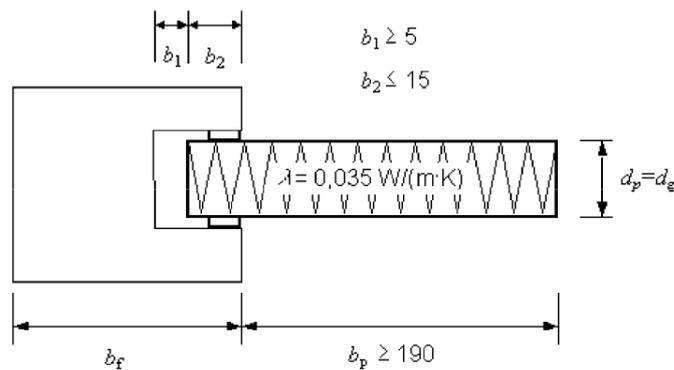


Figura 1. Sección del perfil con panel aislante.

4 Coeficiente de resistencia térmica superficial exterior e interior

La resistencia superficial establece las condiciones de contorno del ambiente, tanto de la parte exterior como la parte interior del elemento considerado, que depende de la transferencia de calor por convección y radiación con el entorno.

Los valores de la resistencia térmica superficial exterior, R_{se} , y resistencia térmica superficial interior, R_{si} , utilizados en estos cálculos son los declarados en la Tabla 1 (Tabla B.1 del anexo B de la Norma UNE-EN ISO 10077-2:2012).

Posición	Externa R_{se} [m ² ·K/W]	Interna R_{si} [m ² ·K/W]
Normal (superficie plana)	0,04	0,13
Radiación/convección reducida (bordes o uniones entre superficies)	0,04	0,20

Tabla 1. Resistencias superficiales.

5 Definición de la ventana y condiciones de contorno

5.1 Descripción de la ventana

Los cálculos se realizaron para ventanas de aluminio de 2 hojas con rotura de puente térmico. Las dimensiones consideradas son 2200 mm x 2500 mm (altura x anchura).

Los cálculos se realizaron para acristalamientos con un valor de coeficiente de transmitancia térmica de 1,0 W/m²K.

5.2 Condiciones de contorno y parámetros de los materiales

Los valores para las condiciones de contorno del problema se han obtenido del Anexo D de la norma UNE-EN ISO 10077-2:2012. La tabla 2 muestra estos valores.

Superficie		Resistencia superficial Normal (superficie plana). R_s	Resistencia superficial aumentada (bordes o uniones entre superficies). R_s	Temperatura θ
A	Adiabática	infinito	infinito	-
B	Externa	0,04 m ² ·K/W	0,04 m ² ·K/W	0 °C
C	Interna	0,13 m ² ·K/W	0,20 m ² ·K/W	20 °C

Tabla 2. Condiciones de contorno.

Los valores de conductividad térmica de los materiales, λ , utilizados para los cálculos son los que se presentan en las tablas del Anexo A de la norma UNE-EN ISO 10077-2:2012 (Tabla 3 del presente informe).

Material	Conductividad térmica, λ	Emisividad de la superficie, ε
Aluminio	160 W/m·K	0,90 (adimensional)
PVC	0,17 W/m·K	0,90 (adimensional)
Poliamida 6.6 con 25% de fibra de vidrio	0,30 W/m·K	0,90 (adimensional)
EPDM	0,25 W/m·K	0,90 (adimensional)
Panel Aislante	0,035 W/m·K	0,90 (adimensional)

Tabla 3. Conductividad térmica y emisividad de los materiales componentes de los perfiles.

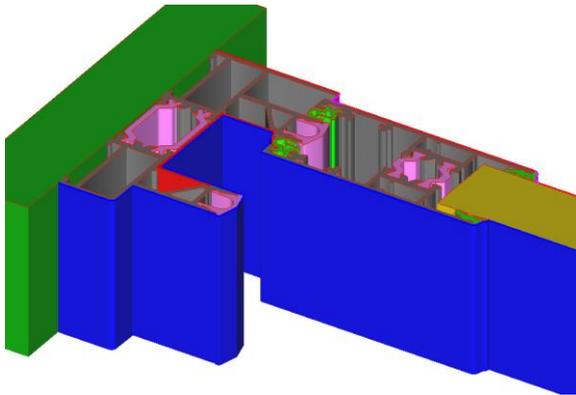
6 Cálculos

6.1 Secciones de marco

Para el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica de la ventana, se consideran las siguientes secciones de marco de modo que otras subdivisiones no cambien significativamente el resultado calculado. Los planos de las secciones de los perfiles utilizados para realizar los cálculos se presentan en el Anexo 1.

Perfil superior, hoja interior

Condiciones de contorno:



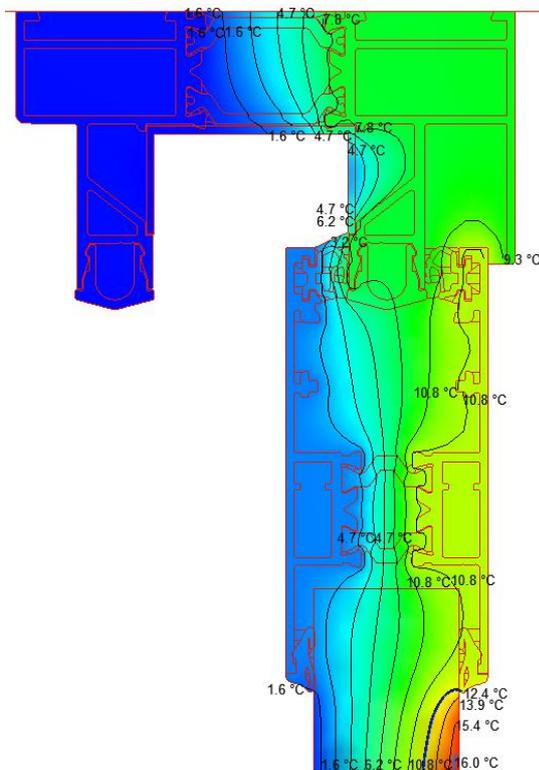
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	Red
Internal increased resistance	20.000	0.2000	Magenta
External	0.000	0.0400	Blue

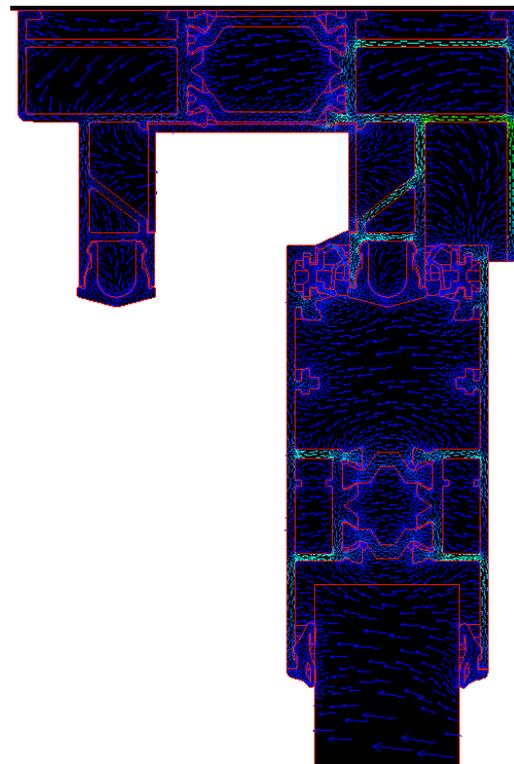
Transmitancia térmica de la sección del marco perimetral y montante vertical:

$$U_{f1} = 4,0113 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

Isotermas:

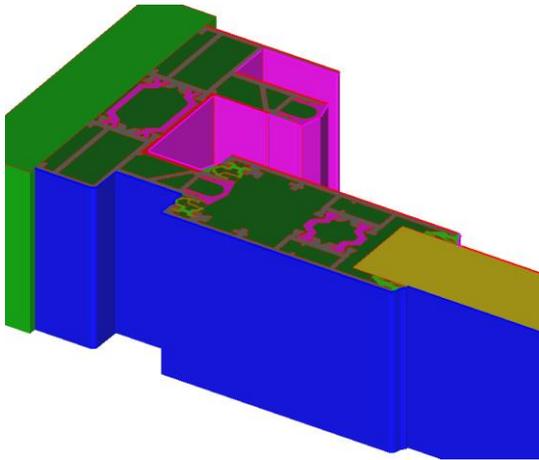


Flujo térmico:



Perfil superior, hoja exterior

Condiciones de contorno:



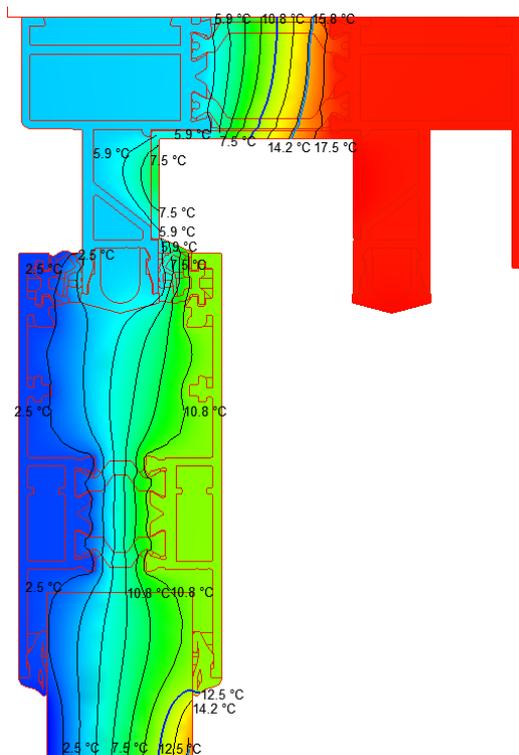
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	Red
Internal increased resistance	20.000	0.2000	Magenta
External	0.000	0.0400	Blue

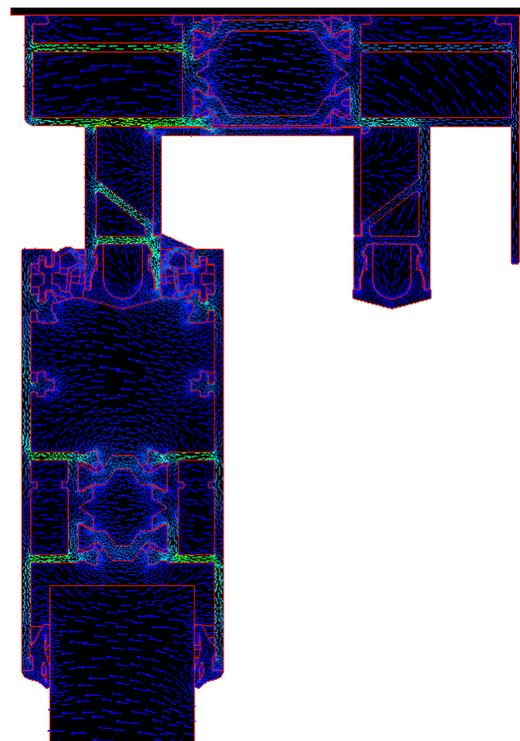
Transmitancia térmica de la sección del marco perimetral y montante vertical:

$$U_{f2} = 4,1643 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

Isotermas:

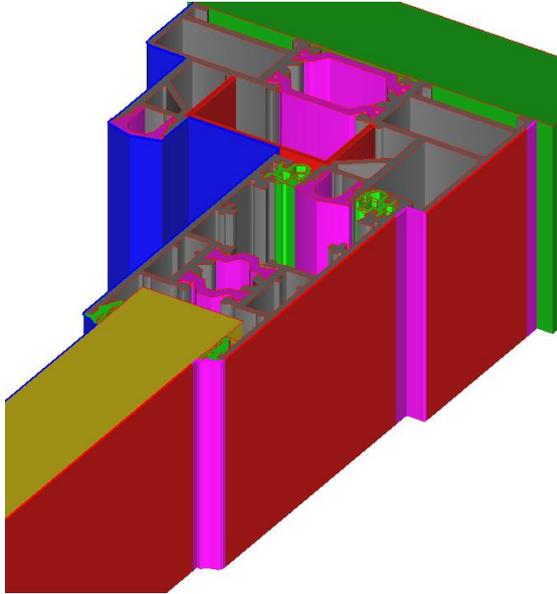


Flujo térmico:



Perfil vertical, hoja interior

Condiciones de contorno:



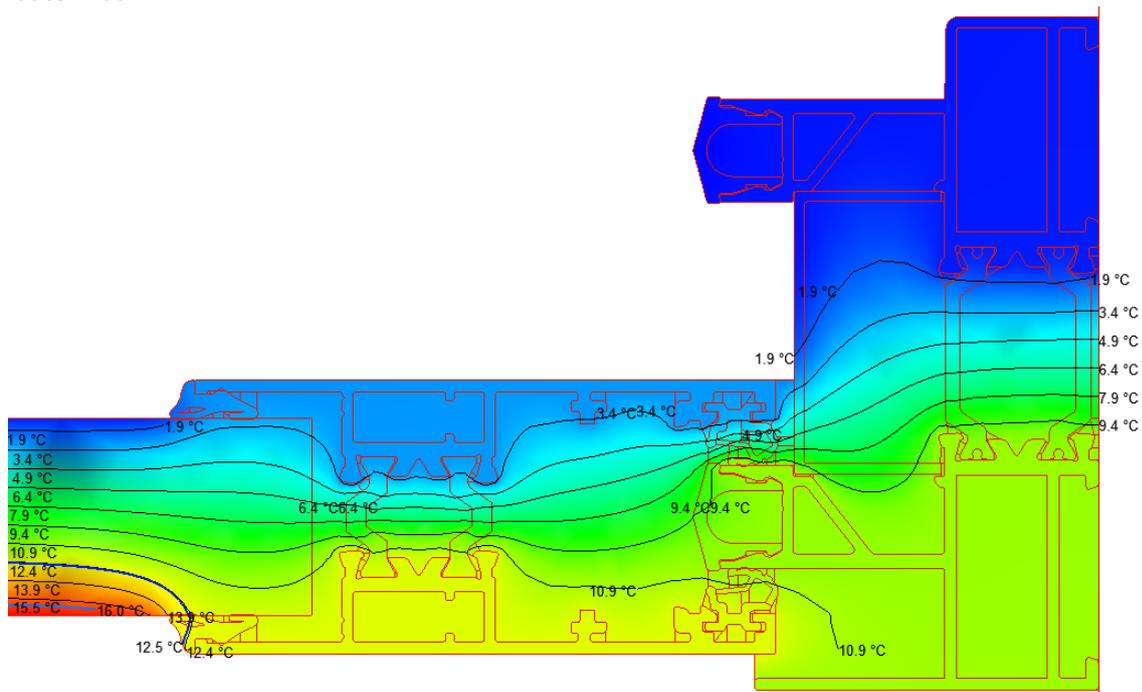
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	Red
Internal increased resistance	20.000	0.2000	Yellow
External	0.000	0.0400	Blue

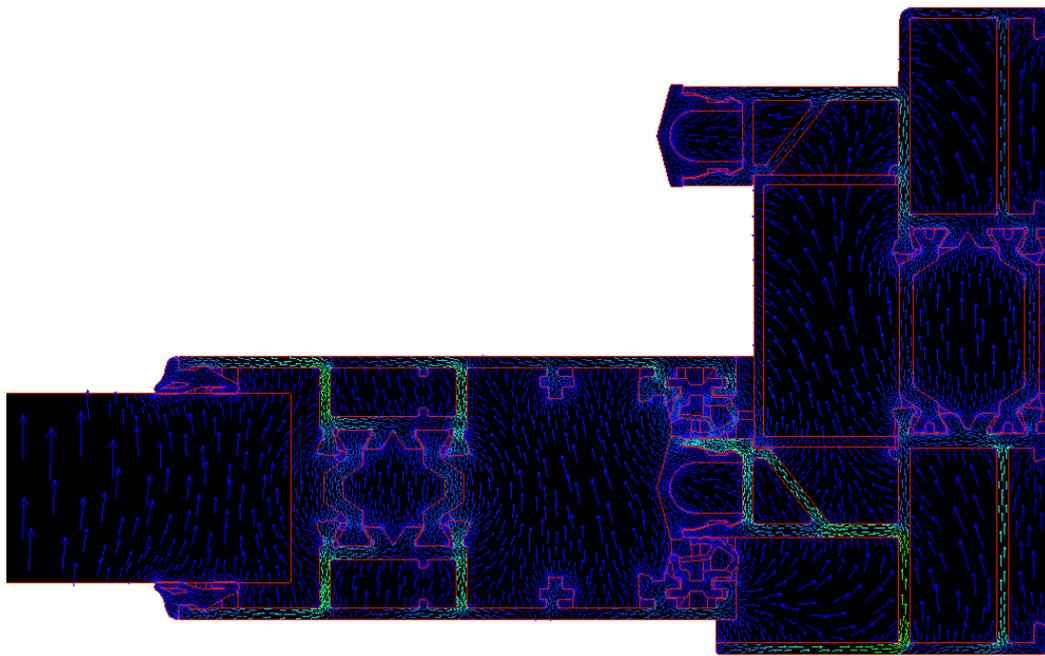
Transmitancia térmica de la sección del marco perimetral y montante vertical:

$$U_{f3} = 3,3333 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

Isotermas:

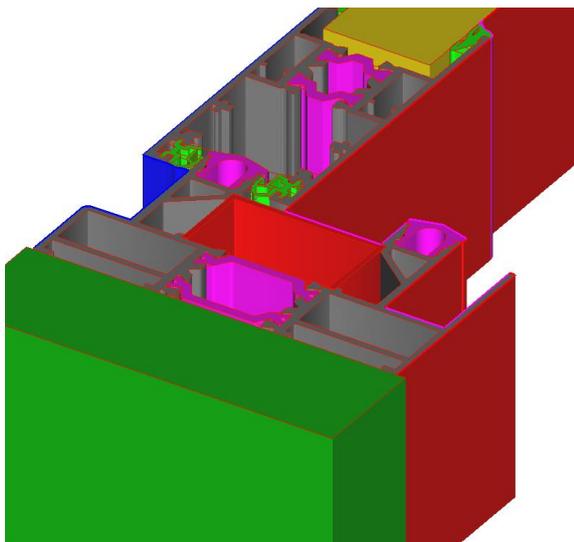


Flujo térmico:



Perfil vertical, hoja exterior

Condiciones de contorno:



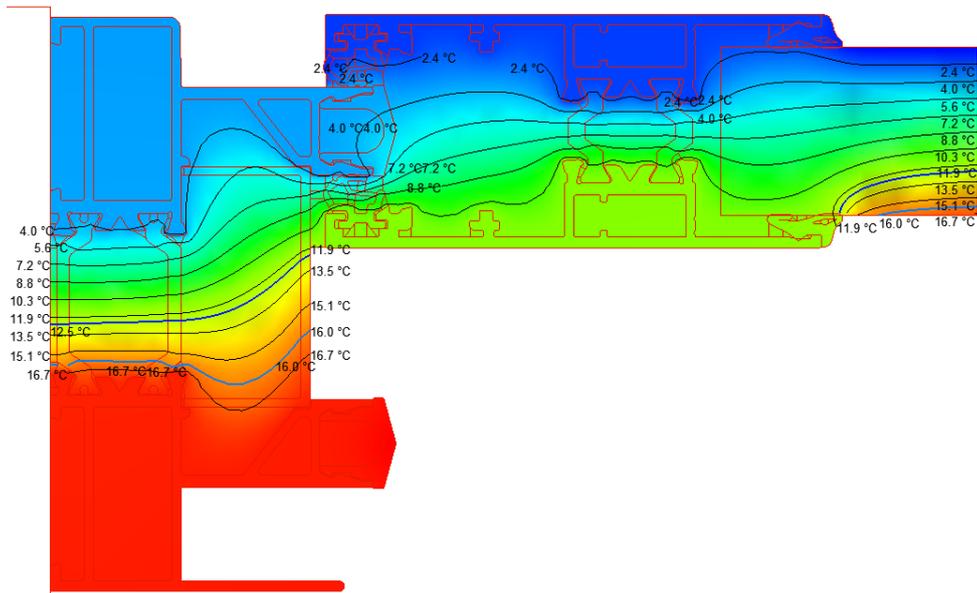
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	Red
Internal increased resistance	20.000	0.2000	Magenta
External	0.000	0.0400	Blue

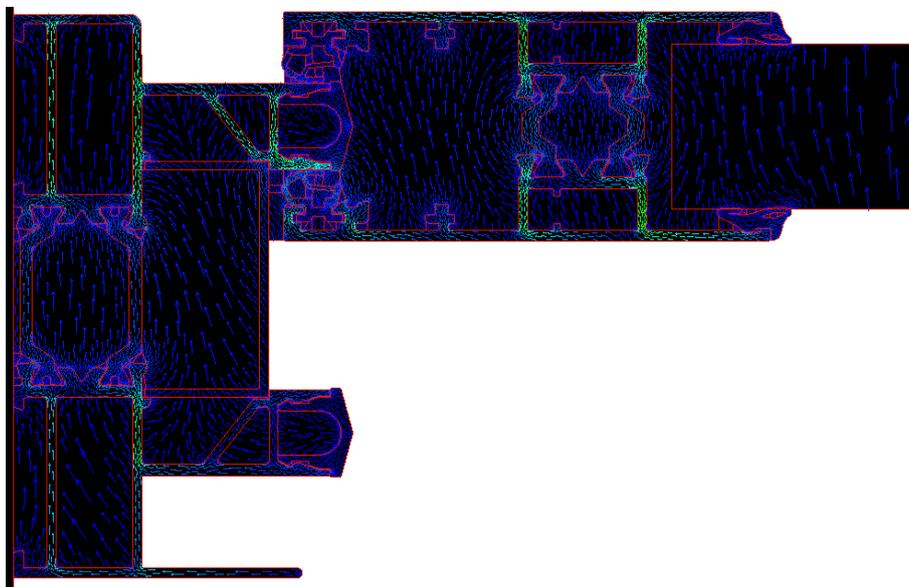
Transmitancia térmica de la sección del marco perimetral y montante vertical:

$$U_{f4} = 3,6584 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

Isotermas:

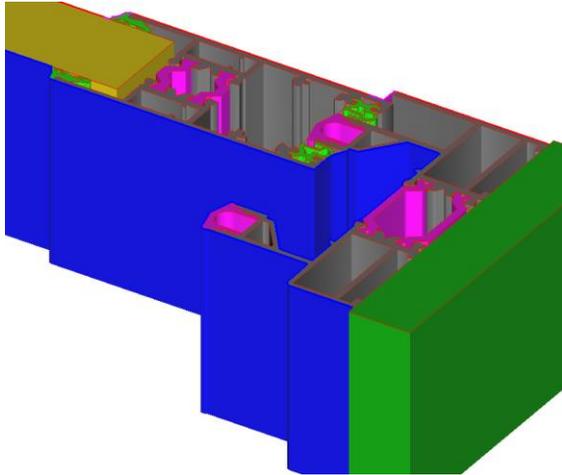


Flujo térmico:



Perfil inferior, hoja interior

Condiciones de contorno:



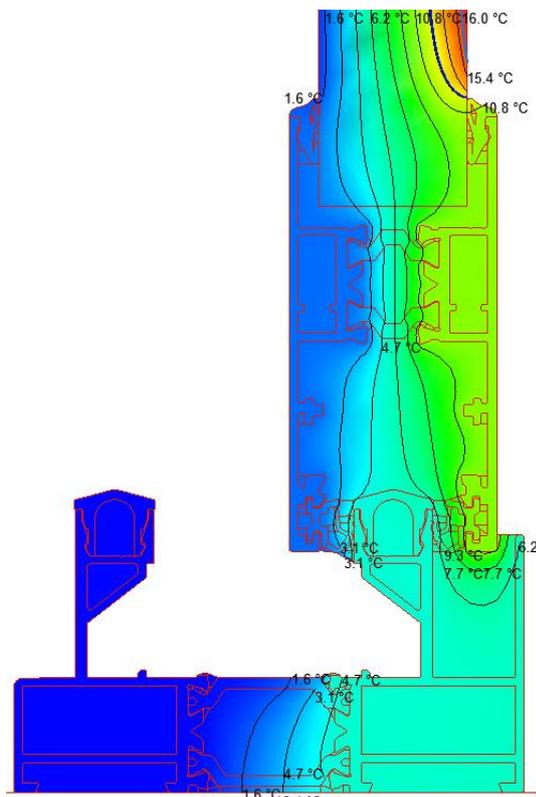
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	Red
Internal increased resistance	20.000	0.2000	Magenta
External	0.000	0.0400	Blue

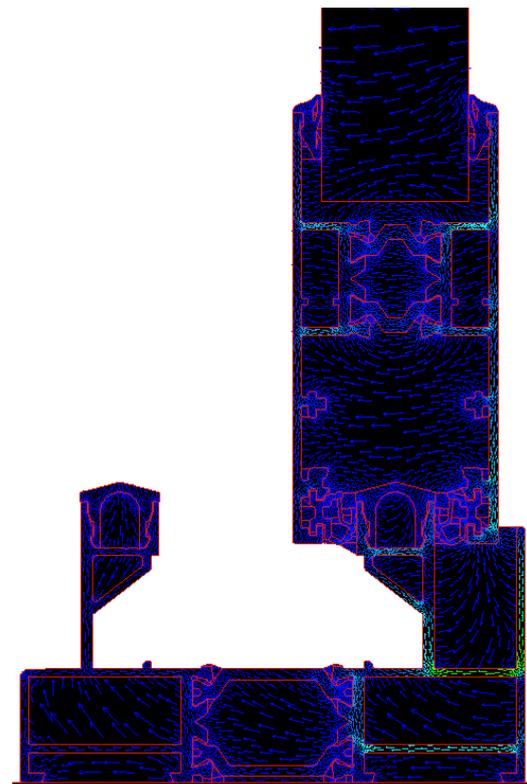
Transmitancia térmica de la sección del marco perimetral y montante vertical:

$$U_{f5} = 4,6893 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

Isotermas:

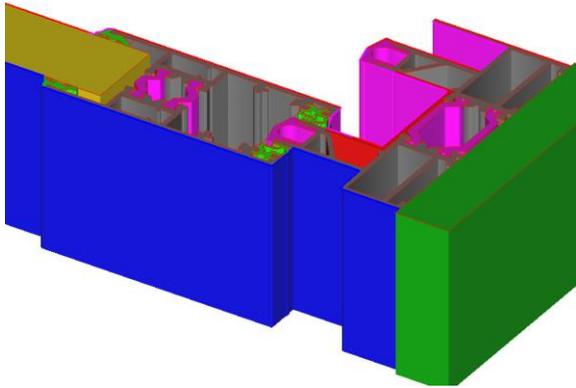


Flujo térmico:



Perfil inferior, hoja exterior

Condiciones de contorno:



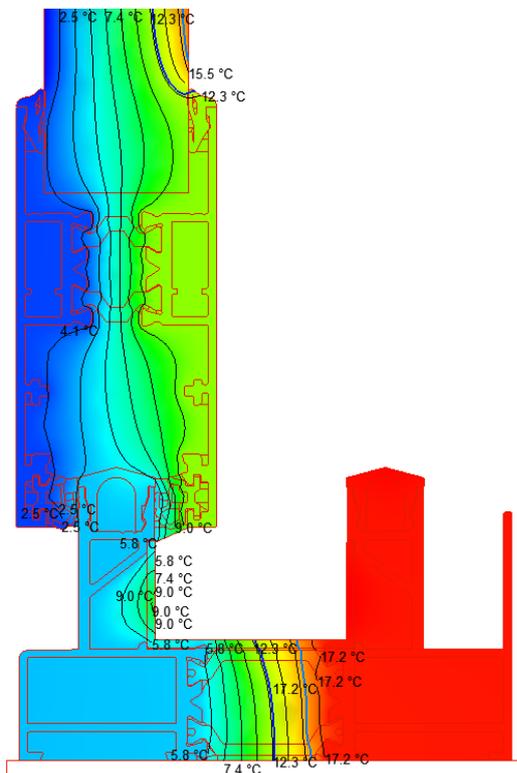
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	Red
Internal increased resistance	20.000	0.2000	Magenta
External	0.000	0.0400	Blue

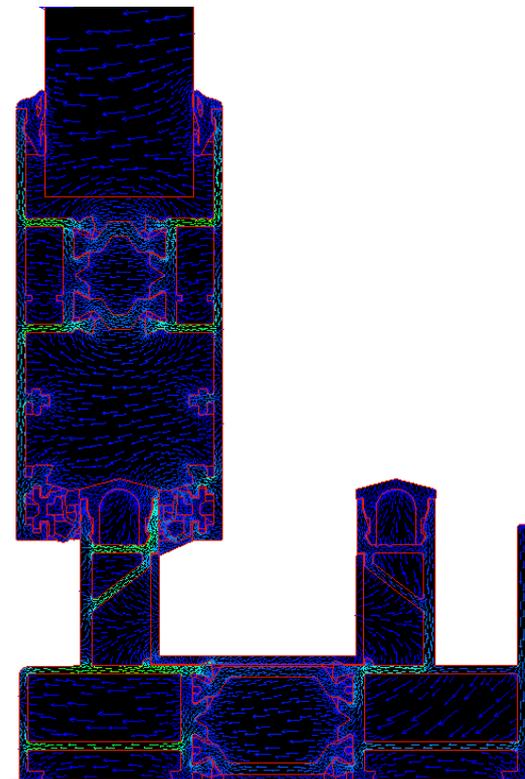
Transmitancia térmica de la sección del marco perimetral y montante vertical:

$$U_{f6} = 4,2193 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$$

Isotermas:

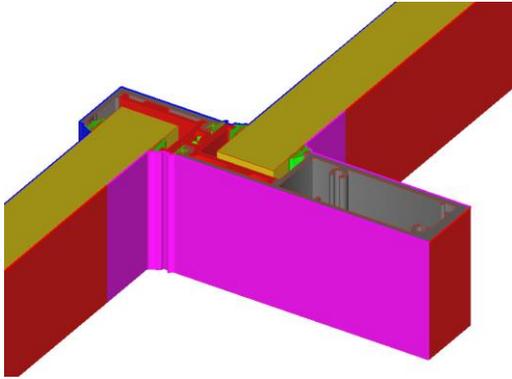


Flujo térmico:



Cruce de hojas

Condiciones de contorno:



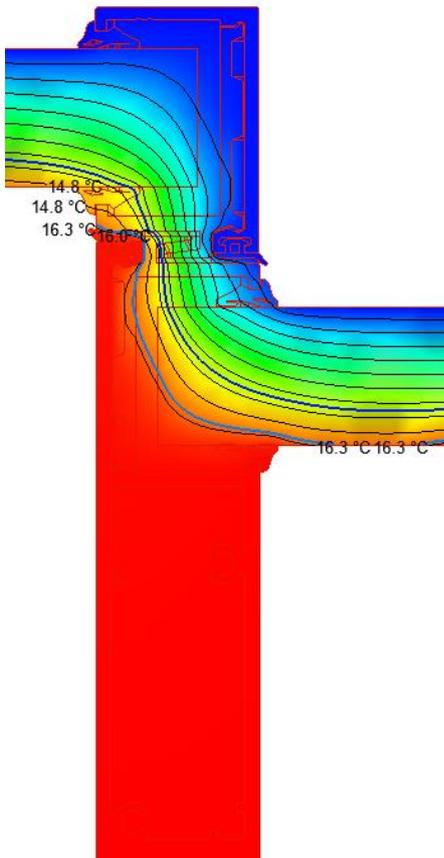
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	Red
Internal increased resistance	20.000	0.2000	Magenta
External	0.000	0.0400	Blue

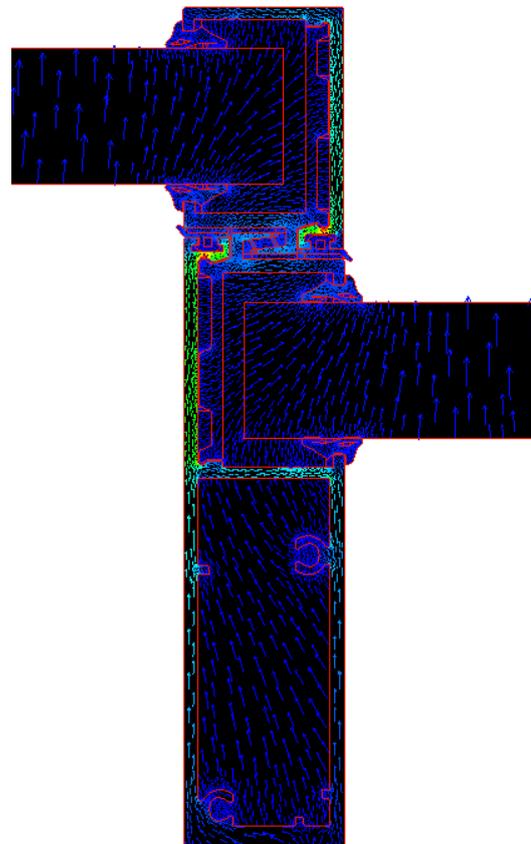
Transmitancia térmica de la sección del marco:

$$U_{f7} = 4,3975 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

Isotermas:



Flujo térmico:



6.2 Ventanas completas

El coeficiente U_w de transmitancia térmica de la ventana debe ser calculado mediante la siguiente ecuación:

$$U_w = \frac{A_g U_g + \sum A_{fi} U_{fi} + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + \sum A_{fi}}$$

Ventanas de dimensiones: 2200 mm x 2500 mm (altura x anchura)			
U_{f1}	4,0113 [W/m ² ·K]	A_{f1}	0,1302 [m ²]
U_{f2}	4,1643 [W/m ² ·K]	A_{f2}	0,1302 [m ²]
U_{f3}	3,3333 [W/m ² ·K]	A_{f3}	0,2291 [m ²]
U_{f4}	3,6584 [W/m ² ·K]	A_{f4}	0,2291 [m ²]
U_{f5}	4,6893 [W/m ² ·K]	A_{f5}	0,1302 [m ²]
U_{f6}	4,2193 [W/m ² ·K]	A_{f6}	0,1302 [m ²]
U_{f7}	4,3975 [W/m ² ·K]	A_{f7}	0,0585 [m ²]
U_g	1,0 [W/m ² ·K]	A_g	4,4623 [m ²]
Ψ_g	0,11 [W/m·K]	l_g	12,429 [m]

$$U_w = 1,802 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$$

7 Resultados obtenidos

7.1 Transmitancia térmica de las secciones de los marcos (U_f):

Los valores de transmitancia térmica de los perfiles de marco para las ventanas de aluminio con rotura de puente térmico de 2 hojas, "SERIE GS-82 RT", calculados según la norma UNE-EN ISO 10077-2: 2012/AC:2012 son los siguientes:

Perfil superior, hoja interior:	$U_{f1} = 4,0 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$
Perfil superior, hoja exterior:	$U_{f2} = 4,2 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$
Perfil vertical, hoja interior:	$U_{f3} = 3,3 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$
Perfil vertical, hoja exterior:	$U_{f4} = 3,7 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$
Perfil inferior, hoja interior:	$U_{f5} = 4,7 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$
Perfil inferior, hoja exterior:	$U_{f6} = 4,2 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$
Cruce de hojas:	$U_{f7} = 4,4 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$

7.2 Transmitancia térmica de la ventana (U_w):

Los resultados del cálculo para las ventanas de aluminio con rotura de puente térmico de 2 hojas, "SERIE GS-82 RT", de dimensiones 2200 mm x 2500 mm (altura x anchura), con valor de coeficiente de transmitancia térmica de acristalamiento de 1,0 W/m²K, calculados según la norma UNE-EN ISO 10077-1:2010, es:

$$U_w = 1,8 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$$

Firmado digitalmente por:

Dr. Leandro M. Barrera Rolla
Ingeniería de Seguridad Contra Incendios
LGA Technological Center, S.A. (APPLUS)

Garantía de Calidad de Servicio

Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.

En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@applus.com.

Anexo 1. Dibujo de las ventanas

