



## PANELES PORTANTES mZ DE HºAº CON NÚCLEO DE EPS

### PUNTES TÉRMICOS DERIVADOS DE LOS CONECTORES ENTRE MALLAS

La conductividad térmica del Poliestireno Expandido (eps) varía según su densidad conforme a lo indicado en el siguiente cuadro, en el que se aprecia además, que el acero tiene una conductividad de 58 W/mK, es decir entre 1300 y casi 1900 veces más grande.

	densidad eps (Kg/m3)				
	12	15	20	25	30
$\lambda_{eps}$ (W/mK)	0,044	0,037	0,034	0,033	0,031
relac. conductividades	1318	1568	1706	1758	1871

$\lambda_{acero}$ (W/mK)	58
$\Phi$ conector (mm)	2,5
$\lambda_{\mu H^\circ}$ (W/mK)	1,4

El núcleo de eps del panel es atravesado por los conectores que unen sus mallazos de caras externas en una cantidad que normalmente se halla entre 40 o 80 unidades por metro cuadrado de superficie.

Consideramos 1 m2 de panel atravesado por nº conectores	40	80
nº (ud/m2)	40	80
Superficie (cm2)	10.000,00	10.000,00
Sección acero (cm2/m2)	1,96	3,93
Sección eps (cm2)	9.998,04	9.996,07

Este núcleo de EPS atravesado por conectores de acero se transforma desde el punto de vista de la resistividad térmica, en un material distinto cuya conductividad será la resultante de la homogenización de las conductividades de las secciones de acero y eps, de manera proporcional a sus valores propios y a las respectivas cuantías de cada uno de ellos.



Así resulta el siguiente cuadro, donde se indica la conductividad modificada para la sección de eps con 40 o con 80 conectores de acero por unidad de superficie.

$\lambda_{eq}$ (W/mK) 40	0,055	0,048	0,045	0,044	0,042
$\lambda_{eq}$ (W/mK) 80	0,067	0,060	0,057	0,056	0,054

El aumento porcentual de la conductividad térmica del eps atravesado por los conectores se indica el siguiente cuadro:

AUMENTO DE LA CONDUCTIVIDAD EQUIVALENTE					
CON nº (ud/m2)					
40	25,9%	30,8%	33,5%	34,5%	36,7%
80	51,7%	61,5%	67,0%	69,0%	73,4%

Si calculamos la transmitancia térmica U de muros realizados con el sistema mZ opaco, es decir sin conectores, con flujo horizontal obtendríamos los siguientes valores de acuerdo al espesor del núcleo de eps:

VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL MURO MZT <sub>ec</sub> OPACO (SIN CONECTORES) - DENSIDAD 12 kg/M3									
PANEL TIPO	40	60	80	100	120	140	160	180	200
U (W/m2ºK)	0,891	0,634	0,492	0,402	0,340	0,295	0,260	0,232	0,210

Utilizando como conductividad del núcleo de eps, el valor modificado por la presencia de los conectores de acero (40 ud/m2) obtendremos los siguientes valores de transmitancia térmica U:

VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL MURO MZT <sub>ec</sub> CON 40 CONECTORES / m2 - DENSIDAD 12 kg/M3									
U (W/m2ºK) 40c	1,069	0,771	0,603	0,495	0,420	0,365	0,322	0,289	0,261
variacion% 40c	20%	22%	23%	23%	24%	24%	24%	24%	24%



Observamos de este cuadro, que la transmitancia térmica aumento desde un 20% para un panel de 40 mm de espesor de núcleo de eps, hasta el 24% para un panel de 200 mm de espesor de núcleo, cuando el panel lleva 40 conectores de acero de  $\phi$  2,5 mm por metro cuadrado, respecto a la consideración de muro opaco.

Procediendo análogamente con 80 conectores, obtenemos el siguiente cuadro, donde ahora el aumento de transmitancia térmica esta comprendido entre un 38% y un 48% según varíe el espesor del núcleo entre 40 y 200 mm:

VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL MURO MZTec CON 80 CONECTORES / m <sup>2</sup> - DENSIDAD 12 kg/M <sup>3</sup>									
U (W/m <sup>2</sup> °K) 80c	1,231	0,899	0,709	0,584	0,497	0,433	0,383	0,344	0,312
variacion% 80c	38%	42%	44%	45%	46%	47%	48%	48%	48%

Que ocurriría en este mismo sentido si aumentáramos la densidad del núcleo de eps de 12 a 15 Kg/m<sup>3</sup>.

Primero calculamos el valor de la transmitancia térmica U del muro opaco con su núcleo de eps de 15 kg/m<sup>3</sup>:

VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL MURO MZTec OPACO (SIN CONECTORES) - DENSIDAD 15 kg/M <sup>3</sup>									
PANEL TIPO	40	60	80	100	120	140	160	180	200
U (W/m <sup>2</sup> °K)	0,773	0,545	0,421	0,343	0,289	0,250	0,220	0,197	0,178

Luego calculamos los valores de transmitancia térmica del muro primero con 40 y luego con 80 conectores por m<sup>2</sup> de superficie de panel:

VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL MURO MZTec CON 40 CONECTORES / m <sup>2</sup> - DENSIDAD 15 kg/M <sup>3</sup>									
U (W/m <sup>2</sup> °K) 40c	0,962	0,688	0,536	0,439	0,371	0,322	0,284	0,254	0,230
variacion% 40c	24%	26%	27%	28%	28%	29%	29%	29%	29%

VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL MURO MZTec CON 80 CONECTORES / m <sup>2</sup> - DENSIDAD 15 kg/M <sup>3</sup>									
U (W/m <sup>2</sup> °K) 80c	1,133	0,822	0,644	0,530	0,450	0,391	0,346	0,310	0,281
variacion% 80c	47%	51%	53%	55%	56%	56%	57%	57%	58%



Y nos encontramos con la sorpresa que ahora el aumento de los valores de las transmitancia térmicas U han aumentado considerablemente.

Para el panel con 40 conectores el aumento varía en función del espesor del núcleo de eps entre un 24% y un 29%, mientras que con 80 conectores la situación varía entre un 47% y un 58%.

Desde el punto de vista de la limitación normativa a los valores de transmitancia térmica de los puentes térmicos tomamos como ejemplo lo dispuesto en la Norma IRAM 11605, artículo 4.4.1 que dice que el valor máximo de la transmitancia térmica del puente térmico no debería ser mayor al valor del 50% del muro opaco.

Si el panel tiene 40 conectores por metro cuadrado, esta condición se cumple tanto para la densidad del eps, de 12 como para la de 15 kG/m<sup>3</sup>.

Con 80 conectores por metro cuadrado, esta condición prácticamente no se cumple salvo para un panel delgado de 40 mm de espesor de eps.

Esto nos permite extraer las siguientes conclusiones:

- 1- Se preferirá trabajar con 12 kG/m<sup>3</sup> de densidad de eps en la elaboración de los paneles, para minimizar los efectos de puente térmico por conectores.
- 2- Siempre que el cálculo no lo requiera, será preferible trabajar los paneles con 40 conectores por metro cuadrado. Ello casi siempre será posible dado que los paneles en su función portante trabajan como láminas delgadas, donde los valores de cortante son mínimos.
- 3- En caso de necesitar un aumento de la resistencia térmica del muro o del forjado siempre será conveniente aumentar el espesor, no así la densidad para que ésta no incida en la generación de puentes térmicos por conectores.



- 4- Esto último coincide también con el criterio económico, dado que la densidad óptima del eps es de 12,5 kg/m<sup>3</sup>. Por encima de esta densidad resulta más económico aumentar el espesor cuando se requiera mayor aislamiento térmico. Y por el contrario, cuando estamos en densidades menores.

El modelo de cálculo de la conductividad equivalente ha sido ratificado por los resultados de los ensayos de transmitancia térmica realizados en los paneles mZ.

***Ing. Marcelo Zolezzi***