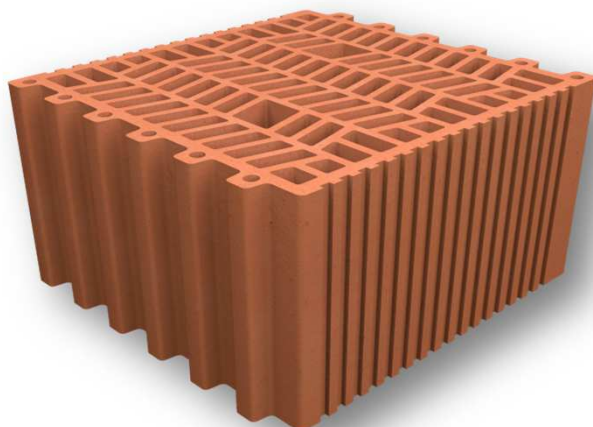


DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA TÉRMICA Y CONDUCTIVIDAD EQUIVALENTE DE MUROS DE FÁBRICA SEGÚN UNE 136021:2019

Composición muro:

A - Fábrica de bloque cerámico TERMOBRICK 29
recibido con mortero con tendel continuo

B - Fábrica de bloque cerámico TERMOBRICK 29
recibido con mortero con tendel hueco



TERMOBRICK 29

Cálculo realizado por:	Fecha:
Mariano Olivares Fernández Departamento Técnico de CERANOR	20/05/2020

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 004/20

Fecha:

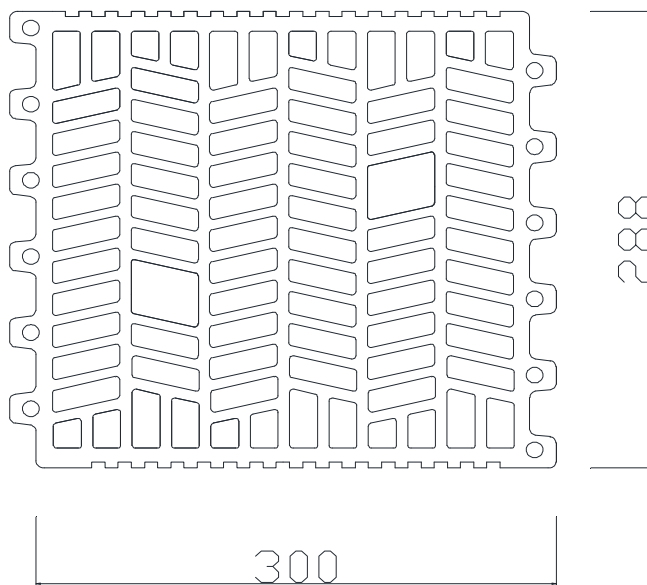
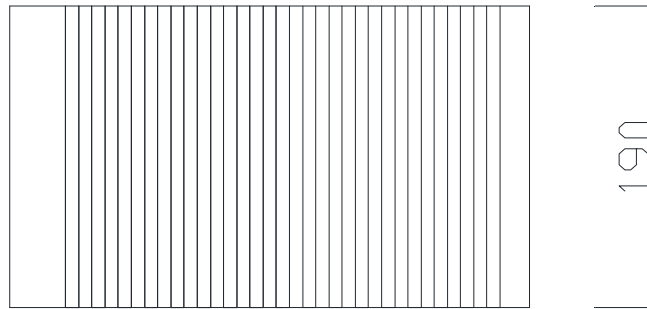
19/05/2020

Fabricante: **CERANOR**

Localidad: Valencia de D. Juan (León)

Descripción y características de la pieza **Bloque cerámico TERMOBRICK 29**

Descripción general (cotas en mm)



TERMOBRICK 29

Largo (mm)	300
Ancho (mm)	288
Alto (mm)	190

OBSERVACIONES:

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 004/20

Fecha:

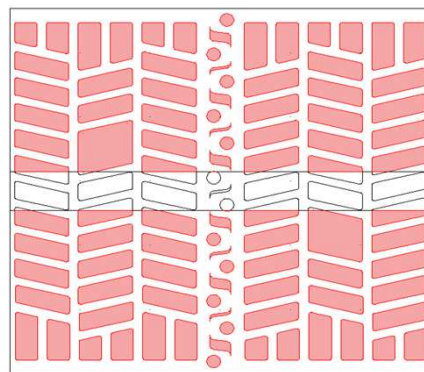
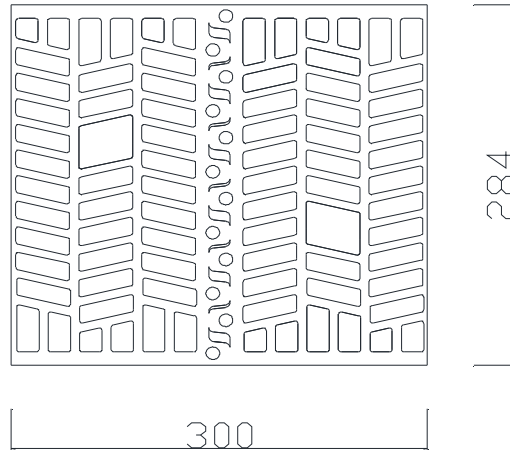
19/05/2020

Fabricante: CERANOR

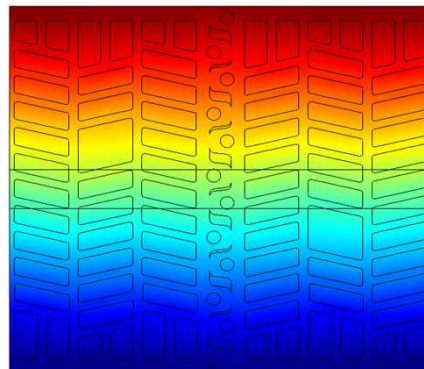
Localidad: Valencia de D. Juan (León)

Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 29

Geometría del modelo de cálculo (cotas en mm)

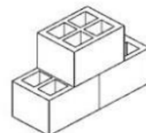


Detalle tendel hueco



Tipo de perforación	Vertical, perpendicular a la cara de apoyo
Conductividad de diseño de la arcilla (W/m·K)	0,52
Densidad aparente (kg/m ³)	805
Densidad absoluta (kg/m ³)	1770
Porcentaje de huecos (%)	55

OBSERVACIONES: Montaje vertical



INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 004/20

Fecha:

19/05/2020

Fabricante: CERANOR

Localidad: Valencia de D. Juan (León)

Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 29

Características de los huecos

A = 569.92 mm²



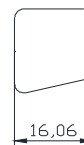
A = 481.40 mm²



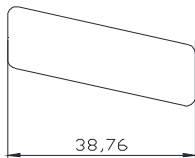
A = 365.02 mm²



A = 276.49 mm²



A = 537.54 mm²



A = 76.67 mm²



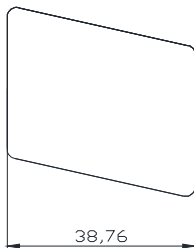
A = 114.09 mm²



A = 28.59 mm²



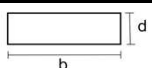
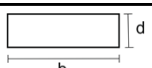
A = 1319.55 mm²

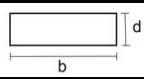
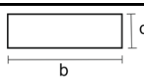


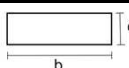
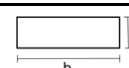
Clases de huecos 9

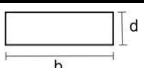
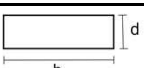
Número de huecos 105

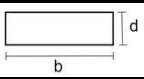
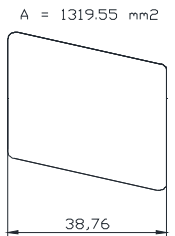
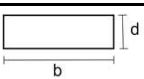
OBSERVACIONES:

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 004/20		Fecha:	19/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 29			
Características de los huecos			
Número de hueco		1	Número de celdas
			6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		569,92
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		35,49
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	2,752885868
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,249819763
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,142050107
Número de hueco		2	Número de celdas
			6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		481,4
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		29,98
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	2,822988535
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,245519964
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,122088212

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 004/20		Fecha:	19/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 29			
Características de los huecos			
Número de hueco	3	Número de celdas	6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		365,02
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		22,73
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot Tm^3$	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	2,954164196
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$	0,237859406
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$	0,095554422
Número de hueco	4	Número de celdas	6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		276,49
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		17,22
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,45
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot Tm^3$	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,102406198
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$	0,219561224
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$	0,078411226

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 004/20		Fecha:	19/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 29			
Características de los huecos			
Número de hueco		5	Número de celdas
			56
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		537,54
Longitud (b)	mm		38,76
Anchura (d)	mm		13,87
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,80
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,682974506
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,182294433
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,076077041
Número de hueco		6	Número de celdas
			10
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		76,67
Longitud (b)	mm		9,88
Anchura (d)	mm		7,76
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	3,22
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,278379464
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,153846662
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,050440623

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 004/20		Fecha:	19/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 29			
Características de los huecos			
Número de hueco		7	Número de celdas
			5
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		114,09
Longitud (b)	mm		15,19
Anchura (d)	mm		7,51
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	3,33
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,530666846
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,145790034
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,051518353
Número de hueco		8	Número de celdas
			4
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		28,59
Longitud (b)	mm		15,19
Anchura (d)	mm		1,88
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	13,28
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	4,003663635
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,057849347
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,032535533

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 004/20		Fecha:	19/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 29			
Características de los huecos			
Número de hueco	9	Número de celdas	2
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		1319,55
Longitud (b)	mm		38,76
Anchura (d)	mm		34,04
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,214734212
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,223977498
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,151997937
			
Número de hueco		Número de celdas	
Celda rectangular equivalente			
Área	mm ²		
Longitud (b)	mm		
Anchura (d)	mm		
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³	
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$	
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 003/20 Fecha: 19/05/2020

Fabricante: **CERANOR** **Bloque cerámico TERMOBRICK 29**

Localidad: Valencia de Don Juan (León)

Montaje 1: Ejecución de muro con tendel de mortero continuo: uso exterior.

$R_{1,diseño}$ (m ² ·K/W) Arcilla - aire	Nº elementos mallado	Q_1 (W/m)	L (m)			R_{si} (m ² ·K/W)	R_{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{pza,diseño} = \frac{S}{R_{1,diseño}}$ (W/m·K)	$R_{1,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_1} - R_{si} - R_{se}$			
	118628	3,9716	0,3			0,13	0,04	0,2148	1,3407			
$R_{2,diseño}$ (m ² ·K/W) Penetración	Nº elementos mallado	Q_2 (W/m)	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)			L (m)	R_{si} (m ² ·K/W)	R_{se} (m ² ·K/W)	$R_{2,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_2} - R_{si} - R_{se}$			
	118628	11,531	1,3						0,3	0,13	0,04	0,3504
			0,7									
			0,4									
			0,2									
$R_{3,diseño}$ (m ² ·K/W) Tendel	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)				S (m)			$R_{3,diseño} = S / \lambda_{mor,diseño}$				
	1,3				0,288			0,2215				
	0,7											
	0,4											
	0,2											
R_{fab} (m ² ·K/W) Sin reverstir	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h_1 (m)	h_2 (m)	h_3 (m)	R_{si} (m ² ·K/W)	R_{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}} + R_{se} + R_{si}$				
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	0,2761	1,0433				
	0,7											
	0,4											
	0,2											
R_{ri} (m ² ·K/W) Rev. Int.	λ_{ri} (W/m·K)	e_{ri} (m)	$R_{ri} = \frac{e_{ri}}{\lambda_{ri}}$		R_{re} (m ² ·K/W)	λ_{re} (W/m·K)	e_{re} (m)	$R_{re} = \frac{e_{re}}{\lambda_{re}}$				
	0,57	0,015	0,0263		Rev. Ext.	1,3	0,015	0,0115				
R (m ² ·K/W) Muro de una sola hoja	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)				R = $R_{fab} + R_{ri} + R_{re}$		$\lambda = \frac{S + e_{ri} + e_{re}}{R}$ (W/m·K)		U (W/m ² ·K)			
	1,3				1,0811		0,2941		0,92			
	0,7											
	0,4											
	0,2											
R_{fab} (m ² ·K/W) Sin reverstir y sin resistencias superficiales	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h_1 (m)	h_2 (m)	h_3 (m)	R_{si} (m ² ·K/W)	R_{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}}$				
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	0,33	0,87				
	0,7											
	0,4											
	0,2											
0,1												

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS										
Nº ficha técnica: 004/20				Fecha:		19/05/2020				
Fabricante: CERANOR		Bloque cerámico TERMOBRICK 29								
Localidad: Valencia de D. Juan (León)										
Montaje 2: Ejecución de muro con tendel de mortero con junta interrumpida de 30 mm de espesor.										
R _{1,diseño} (m ² ·K/W) Arcilla - aire	Nº elementos mallado	Q ₁ (W/m)	L (m)			R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{pza,diseño} = \frac{S}{R_{1,diseño}}$ (W/m·K)	$R_{1,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_1} - R_{si} - R_{se}$	
	118628	3,9716	0,3			0,13	0,04	0,2148	1,3407	
R _{2,diseño} (m ² ·K/W) Penetración	Nº elementos mallado	Q ₂ (W/m)	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)			L (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$R_{2,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_2} - R_{si} - R_{se}$	
	118628	9,2945	1,3			0,3	0,13	0,04	0,4755	
			0,7							
			0,4							
		0,2								
R _{3,diseño} (m ² ·K/W) Tendel	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)				S (m)			$R_{3,diseño} = \frac{S - 0.03}{\lambda_{mor,diseño}} + 0.18$		
	1,3				0,288			0,3785		
	0,7									
	0,4									
0,2										
R _{fab} (m ² ·K/W) Sin reverstir	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	h ₃ (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}} + R_{se} + R_{si}$		
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	0,2412	1,1942		
	0,7									
	0,4									
0,2										
R _{ri} (m ² ·K/W) Rev. Int.	λ_{ri} (W/m·K)	e _{ri} (m)				R _{re} (m ² ·K/W)	λ_{re} (W/m·K)	e _{re} (m)	$R_{re} = \frac{e_{re}}{\lambda_{re}}$	
	0,57	0,015	0,0263			Rev. Ext.	1,3	0,015	0,0115	
R (m ² ·K/W) Muro de una sola hoja	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)				R = R _{fab} + R _{ri} + R _{re}		$\lambda = \frac{S + e_{ri} + e_{re}}{R}$ (W/m·K)	U (W/m ² ·K)		
	1,3				1,2320		0,2581	0,81		
	0,7									
	0,4									
R _{fab} (m ² ·K/W) Sin reverstir y sin resistencias superficiales	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	h ₃ (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}}$		
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	0,28	1,02		
	0,7									
	0,4									
	0,2									
0,1										