

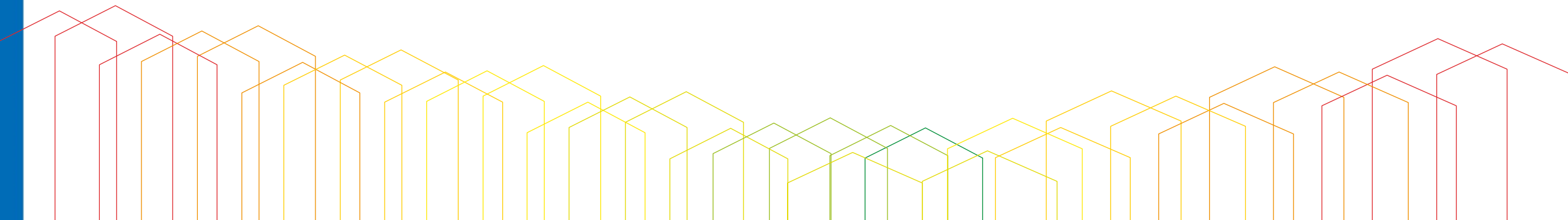


Ministerio de
Vivienda y
Urbanismo

Gobierno de Chile

Curso Evaluadores Energéticos

Sistema de calificación energética vivienda (SCEV)





Módulo 2

Demanda de energía y envolvente térmica



Módulo 2

Conocimientos mínimos previos:

- Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Cálculo de transmitancia térmica de elementos de la vivienda. NCh853 Of. 2007, NCh3117 Of 2008, NCh3137 Of.2008.
- Listado oficial de soluciones constructivas para acondicionamiento térmico del MINVU.



Temario Módulo 2

2.1. Cálculos de dimensiones envolvente térmica

2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

- 2.2.1.- Fundamentos de transferencia de calor
- 2.2.2.- Cálculo de Transmitancia Térmica - Metodología genérica
- 2.2.3.- Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación
- 2.2.4.- Fuentes de información para el cálculo de Transmitancia Térmica

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

- 2.3.1.- Aislación y continuidad
- 2.3.2.- Aislantes térmicos y sistemas de aislamiento
- 2.3.3.- Tipos de ventanas y marcos en relación a sus características térmicas.

2.4. Metodología de cálculo de la demanda de energía

2.5. Taller de Ejercicios

2.6. Taller de Aplicación CEV

2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

1.3.- Descripción general de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria

21	Sistema de calefacción	
22	Sistema de agua caliente	

2.- Dimensiones de la vivienda

	Area (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
23 Piso 1			=
24 Piso 2			=
25 Piso 3+4+..	x		=
26 Total			

3.- Características térmicas de la envolvente

3.1.- Area y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

	Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27 Puertas	x		
28 Ventanas 1	x		

2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

1º Área de cada piso de la vivienda

3º Volumen de cada piso (automático)

2.- Dimensiones de la vivienda				
		Area (m²)	Altura (m)	Volumen (m³)
23	Piso 1			
24	Piso 2			
25	Piso 3+4+..			
26	Total			

2º Altura de cada piso de la vivienda

2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

1º Área útil de cada piso de la vivienda

3º Volumen de cada piso (automático)

2.- Dimensiones de la vivienda			
	Area (m²)	Altura (m)	Volumen (m³)
23 Piso 1			
24 Piso 2			

Dimensiones de la vivienda

- Se ingresa el área de la vivienda por cada piso y su altura. Se consideran sólo los espacios cerrados que conforman la totalidad de los espacios habitables de la construcción.
- No se consideran entre los espacios habitables elementos como: garajes, entretechos o mansardas no habilitados, sótanos no habilitados para ocupación, patios de luz, etc.

2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

2.- Dimensiones de la vivienda				
		Area (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
23	Piso 1			=
24	Piso 2			=
25	Piso 3+4+..	x		=
26	Total			

Dimensiones de la vivienda

- Si la vivienda comprende hasta 3 pisos, se indican por separado el área y la altura de cada uno. Si tiene más de 3 pisos, en la Fila 25 se debe ingresar la suma de todas las áreas de los pisos 3 y superiores y la altura promedio.

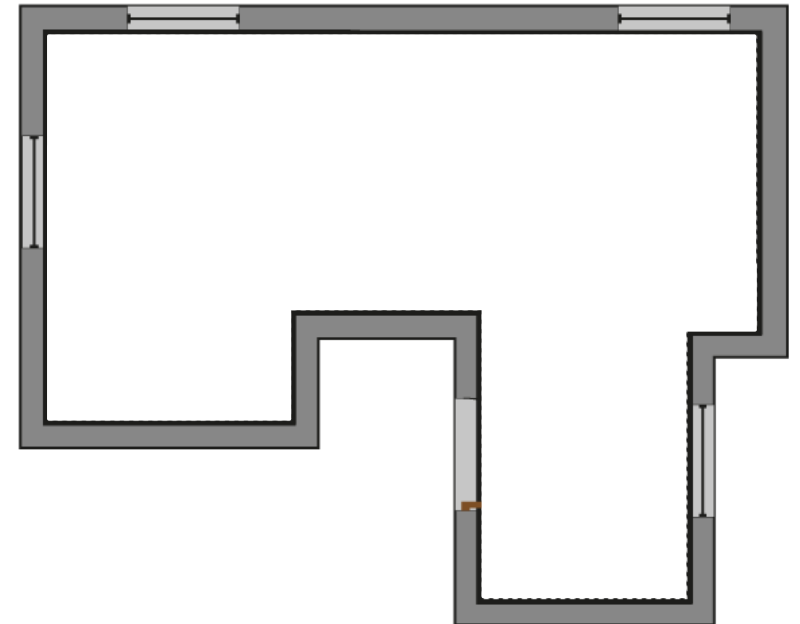
2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

2.- Dimensiones de la vivienda					
		Area (m ²)	Altura (m)		Volumen (m ³)
23	Piso 1			=	
24	Piso 2			=	
25	Piso 3+4+..			=	
26	Total				

Área (m2)

- Corresponde a la **superficie interior útil**: Esta es calculada considerando los límites interiores de los muros exteriores.
- Los tabiques o divisiones interiores se consideran como superficie interior útil, es decir, como si no existieran.



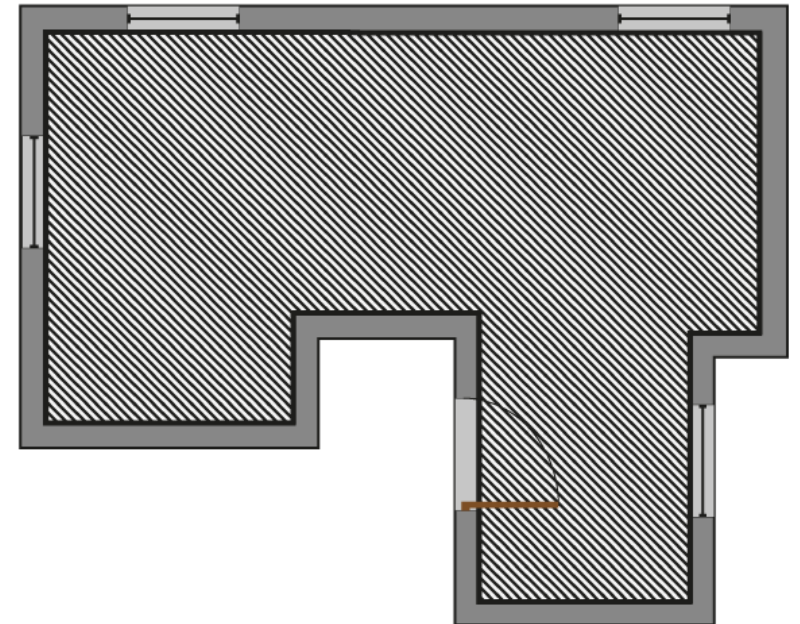
2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

2.- Dimensiones de la vivienda					
		Area (m ²)	Altura (m)	=	Volumen (m ³)
23	Piso 1			=	
24	Piso 2			=	
25	Piso 3+4+..			=	
26	Total				

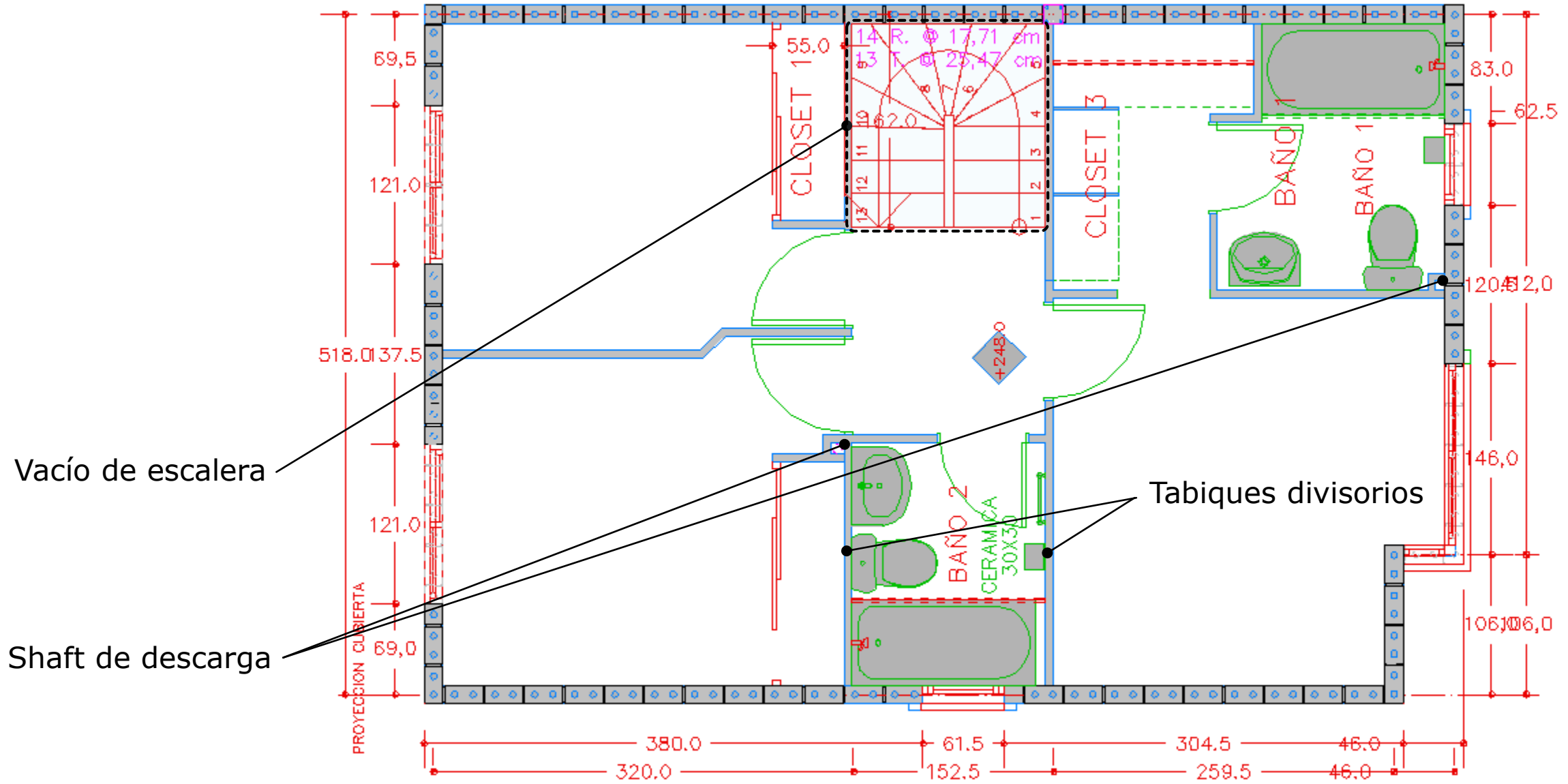
Área (m2)

- En el recuento de área útil, no se debe incluir el área de proyecciones, como ventanas proyectadas o similares y se excluyen todos los recintos que estén parcial o totalmente expuestos al exterior, como terrazas, balcones, logias u otros recintos, ya que no constituyen superficie útil propiamente tal.



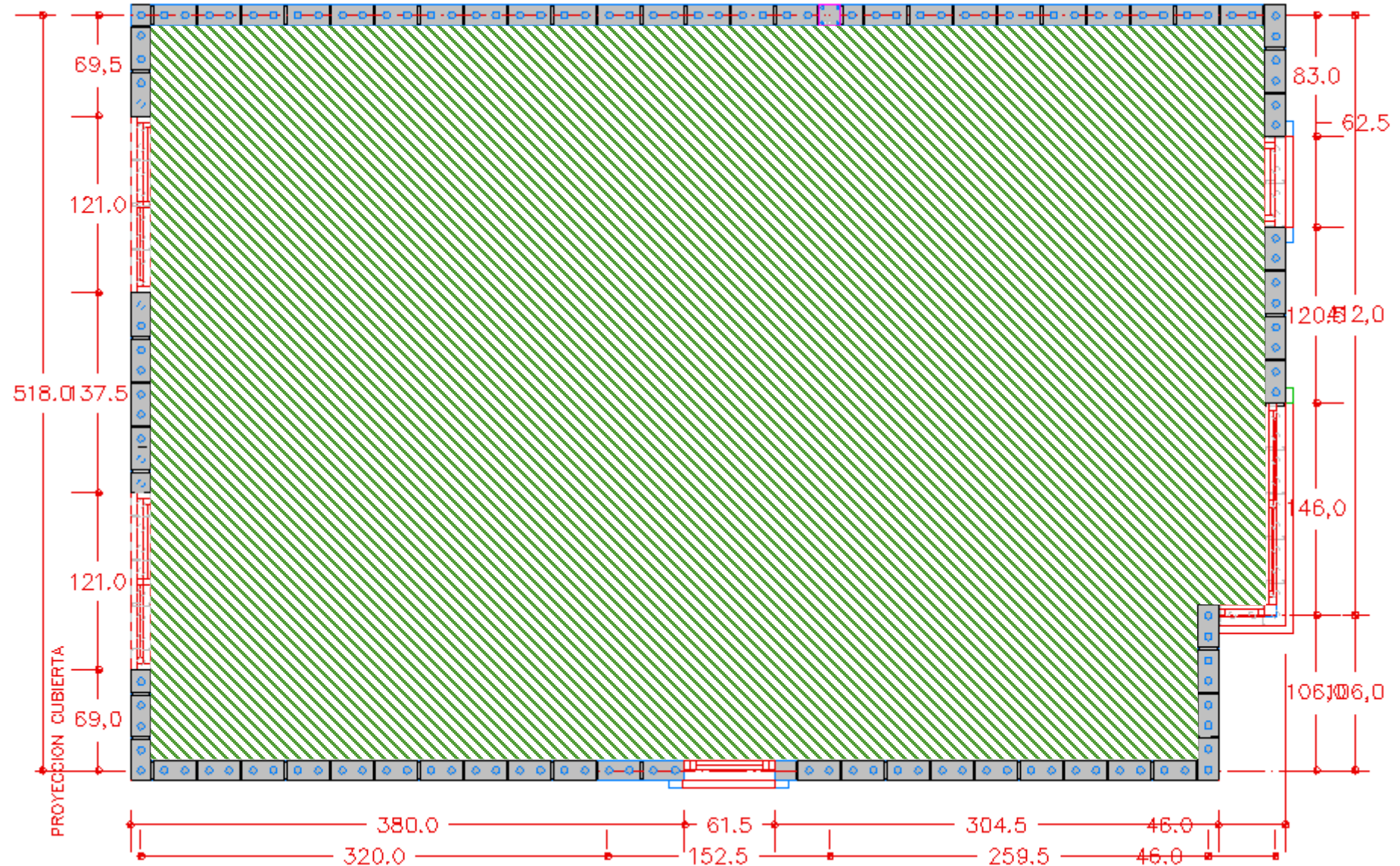
2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda



2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda



2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

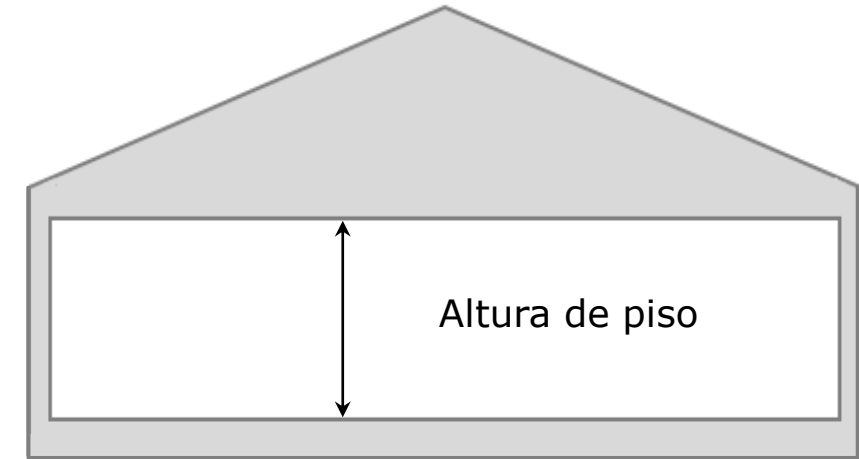
2.- Dimensiones de la vivienda			
		Area (m ²)	Altura (m)
23	Piso 1		
24	Piso 2		
25	Piso 3+4+..		
26	Total		

Altura (m)

- La forma de cálculo depende del número de pisos de la vivienda, tal como se describe a continuación.

Vivienda de 1 piso

- La altura a considerar es la distancia interior entre el piso y el cielo terminado.



2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

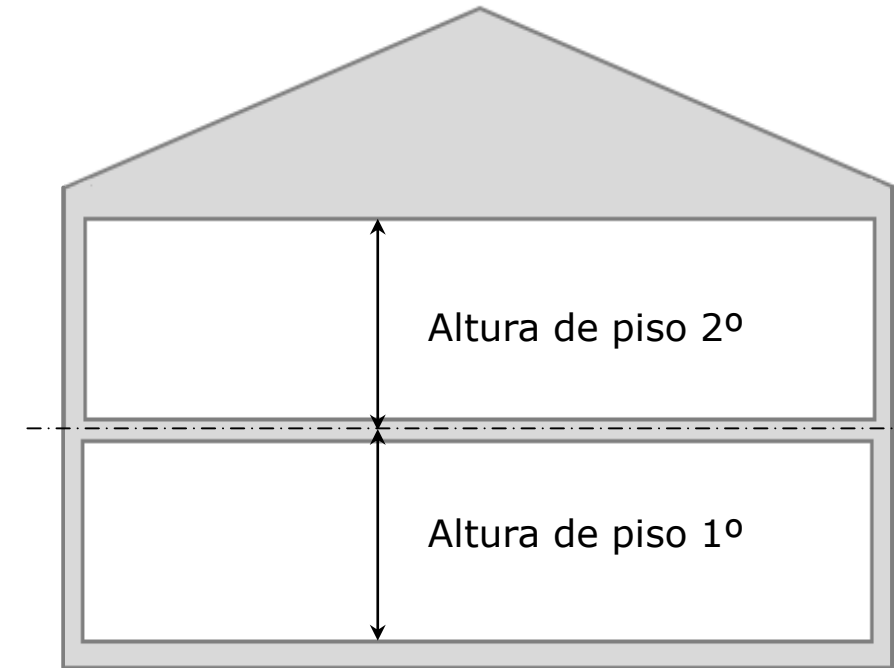
2.- Dimensiones de la vivienda			
		Area (m ²)	Altura (m)
23	Piso 1		
24	Piso 2		
25	Piso 3+4+..		
26	Total		

Altura (m)

- La forma de cálculo depende del número de pisos de la vivienda, tal como se describe a continuación.

Vivienda de 2 piso

- Altura 1º piso:** distancia entre el piso terminado del primer nivel y el punto medio entre el cielo del primer nivel y el piso terminado del segundo nivel.
- Altura 2º piso:** distancia entre el punto medio del cielo del primer piso y el piso del segundo, y el cielo del segundo piso.



2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

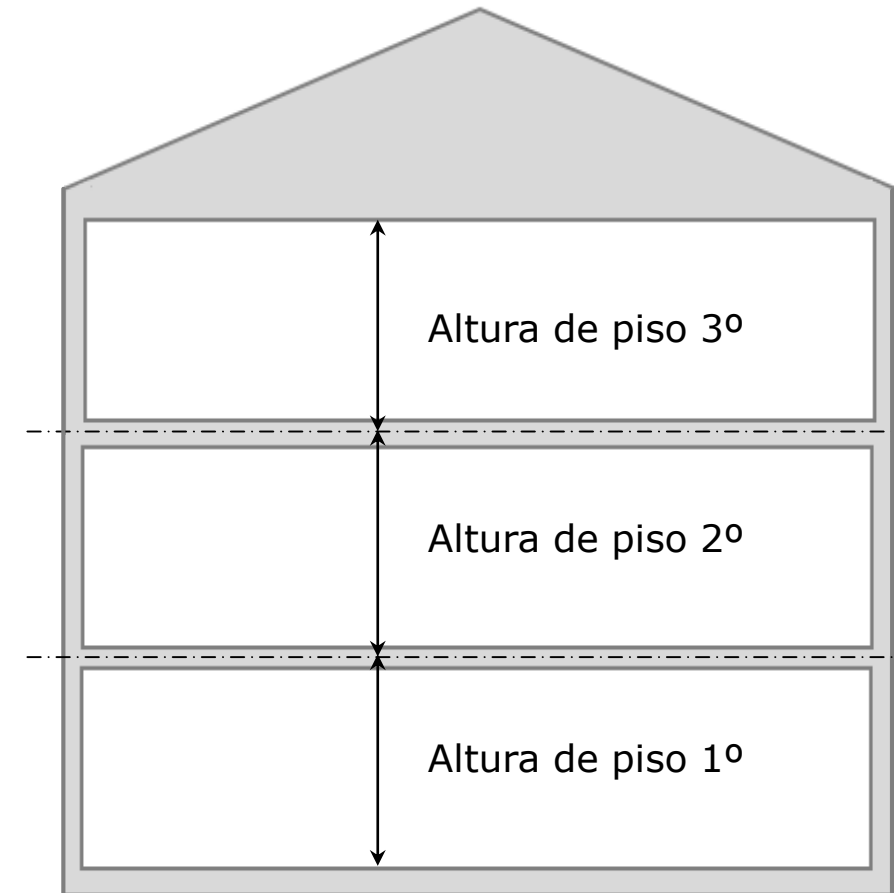
2.- Dimensiones de la vivienda				
		Area (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
23	Piso 1			
24	Piso 2			
25	Piso 3+4+..			
26	Total			

Altura (m)

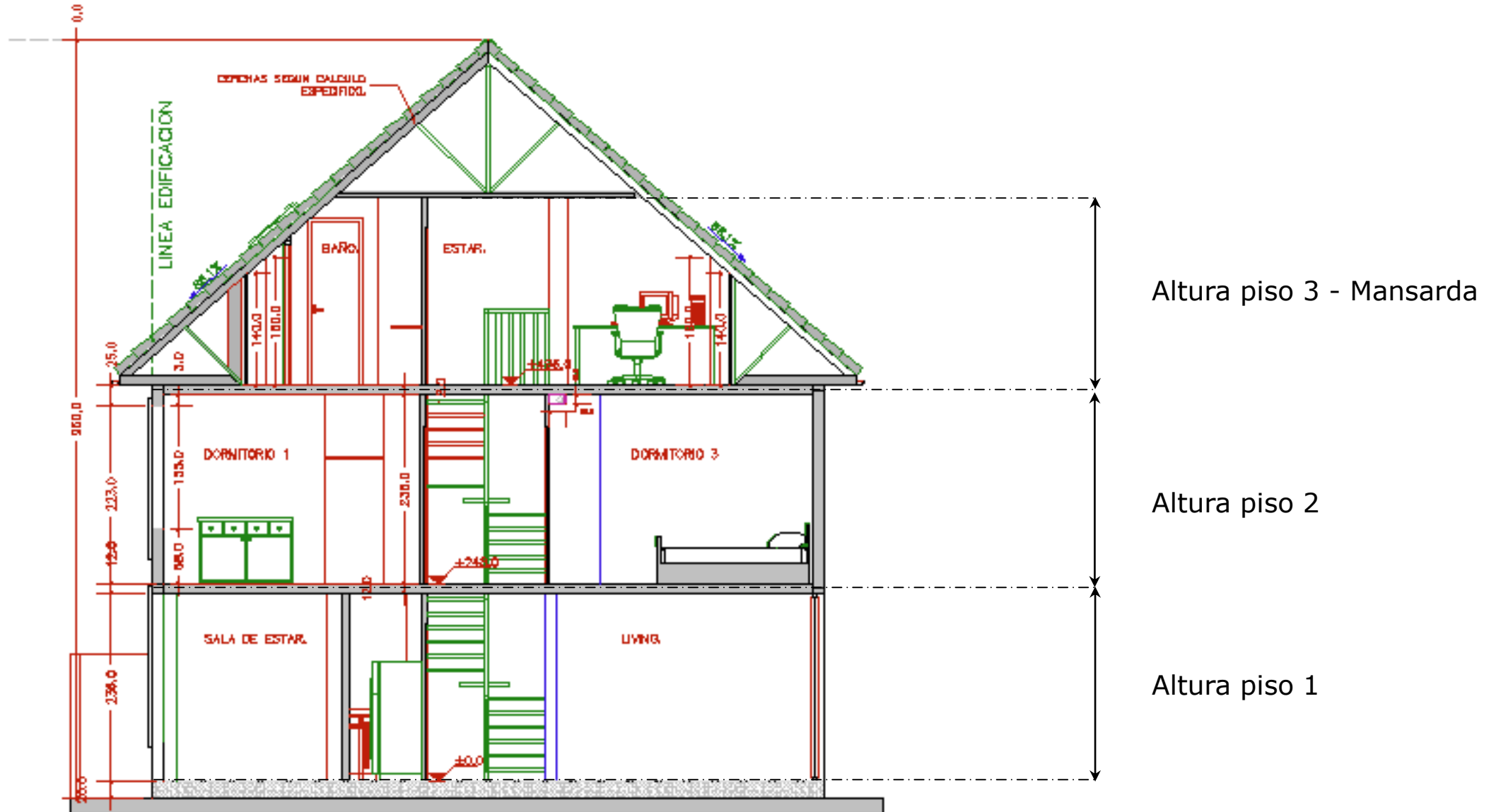
- La forma de cálculo depende del número de pisos de la vivienda, tal como se describe a continuación.

Viviendas de 3 pisos o más

- Altura 1º piso:** se mide entre el piso terminado y el punto medio entre el cielo del primer nivel y el piso del segundo nivel.
- Altura 2º piso (y otros pisos intermedios):** La altura del segundo nivel (y otros pisos intermedios) corresponde a la distancia entre los puntos medios de los elementos que separan los pisos.



Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda



2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

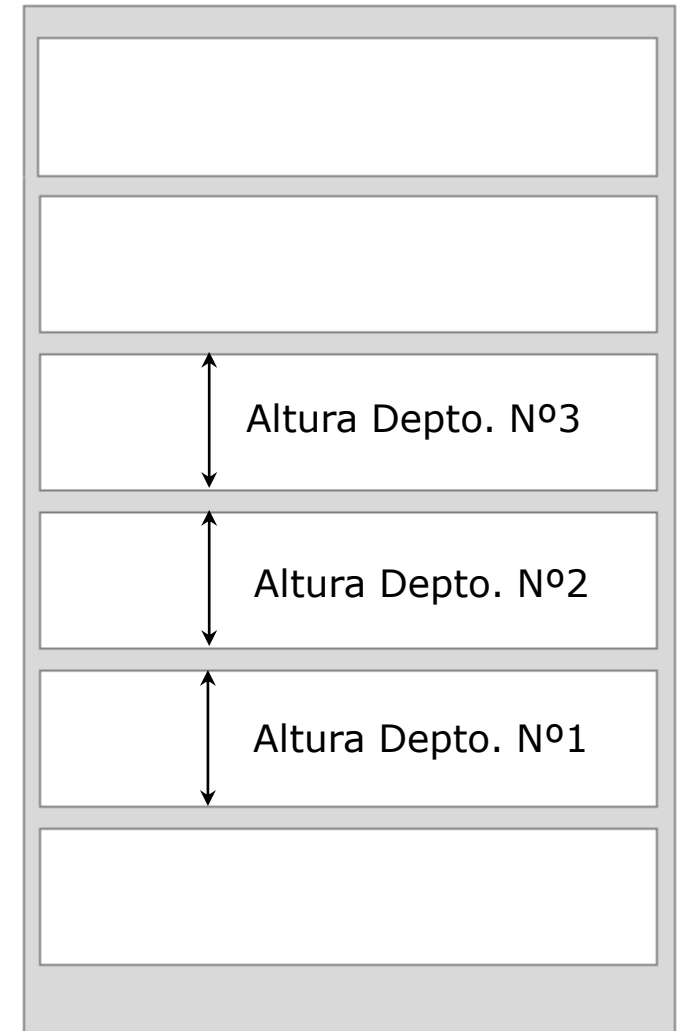
2.- Dimensiones de la vivienda				
		Area (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
23	Piso 1			
24	Piso 2			
25	Piso 3+4+..			
26	Total			

Altura (m)

- La forma de cálculo depende del número de pisos de la vivienda, tal como se describe a continuación.

Importante:

- En el caso de departamentos de un piso, se debe considerar la altura del mismo modo que para una vivienda de un piso (NPT a cielo).
- En el caso de departamentos de tipo "dúplex", cuando la losa divide con otra vivienda, la altura debe ser medida desde el cielo o NPT y cuando la losa no limite con otra vivienda, se debe medir desde el punto medio de ésta.



2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

2.- Dimensiones de la vivienda				
		Area (m²)	Altura (m)	Volumen (m³)
23	Piso 1			
24	Piso 2			
25	Piso 3+4+..			
26	Total			

Altura (m)

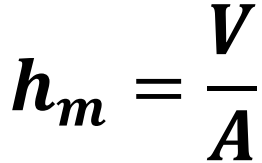
- En el caso de que alguno de los niveles no presente una altura constante, en el lugar de la altura se debe ingresar el valor de la altura media (h_m), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$h_m = \frac{V}{A}$$

, donde: h_m : altura media (m)
 V : volumen (m³).
 A : área piso (área interior útil)(m²).

© 2011 Pearson Education, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America.

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda



2.1.- Cálculos de dimensiones envolvente térmica

Ítem 2.- Dimensiones de la vivienda

2.- Dimensiones de la vivienda				
		Area (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
23	Piso 1			
24	Piso 2			
25	Piso 3+4+..		x	
26	Total			

Volumen (m3)

- Volumen de cada recinto, según área y altura. Cálculo automático en planilla.

Autoevaluación 3

Se debe responder en grupos de 2 a 3 personas

8.- ¿Por qué el área que se ingresa en la herramienta de Calificación se mide por el interior de los muros perimetrales?

9.- ¿Los baños al igual que la cocina, al ser zonas de uso no permanente, se deben restar de la superficie útil?

11.- ¿El volumen formado por un Bow Windows, debe ser considerando como un recinto habitable, según lo establecido en el manual?



Autoevaluación 3 – Respuestas

Se debe responder en grupos de 2 a 3 personas

8.- ¿Por qué el área que se ingresa en la herramienta de Calificación se mide por el interior de los muros perimetrales?

R: Se mide desde el perímetro interior de los muros perimetrales, ya que el objetivo final es cuantificar el volumen de aire calefaccionado. Pasa lo mismo con la medición de la altura (h) cuando se mide desde el nivel de piso terminado (NTP) o cielo terminado.

9.- ¿Los baños al igual que la cocina, al ser zonas de uso no permanente, se deben restar de la superficie útil?

R: Según lo indicado en el manual CEV, estos recintos se deben considerar en la superficie útil para la calificación.

10.- ¿El volumen formado por un Bow Windows, debe ser considerando como un recinto habitable, según lo establecido en el manual?

R: El evaluador no debe considerar esa área como parte del área útil, según lo indicado en la definición de área en el manual CEV, sin embargo, para el cálculo de U se debe considerar la parte inferior del Bow window como piso ventilado y la parte superior como techumbre.

2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

26		Total		
3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
		Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27	Puertas		x	
28	Ventanas 1		x	
29	Ventanas 2		x	
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado			0,70
32	Muro 1		x	1,90
33	Muro 2		x	1,90
34	Muro 3		x	1,90
35	Techo 1		x	0,47
36	Techo 2		x	0,47
		Perímetro (m)	kl (W/Km)	
37	Piso en contacto con terreno 1			
38	Piso en contacto con terreno 2			
3.2.- Ventanas (sombreamiento y orientación)				
		Area		

RVM

2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
		Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27	Puertas		x	
28	Ventanas 1		x	
29	Ventanas 2		x	
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado			0,70
32	Muro 1		x	1,90
33	Muro 2		x	1,90
34	Muro 3		x	1,90
35	Techo 1		x	0,47
36	Techo 2		x	0,47
		Perímetro (m)	kl (W/Km)	
37	Piso en contacto con terreno 1			
38	Piso en contacto con terreno 2			

RVM

Elementos constructivos de la envolvente térmica

- En esta sección se deben ingresar las superficies de los elementos constructivos y la transmitancia térmica de cada elemento.
- Se deben considerar todos los elementos perimetrales exteriores que conforman el volumen de la vivienda, con algunas excepciones.

2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

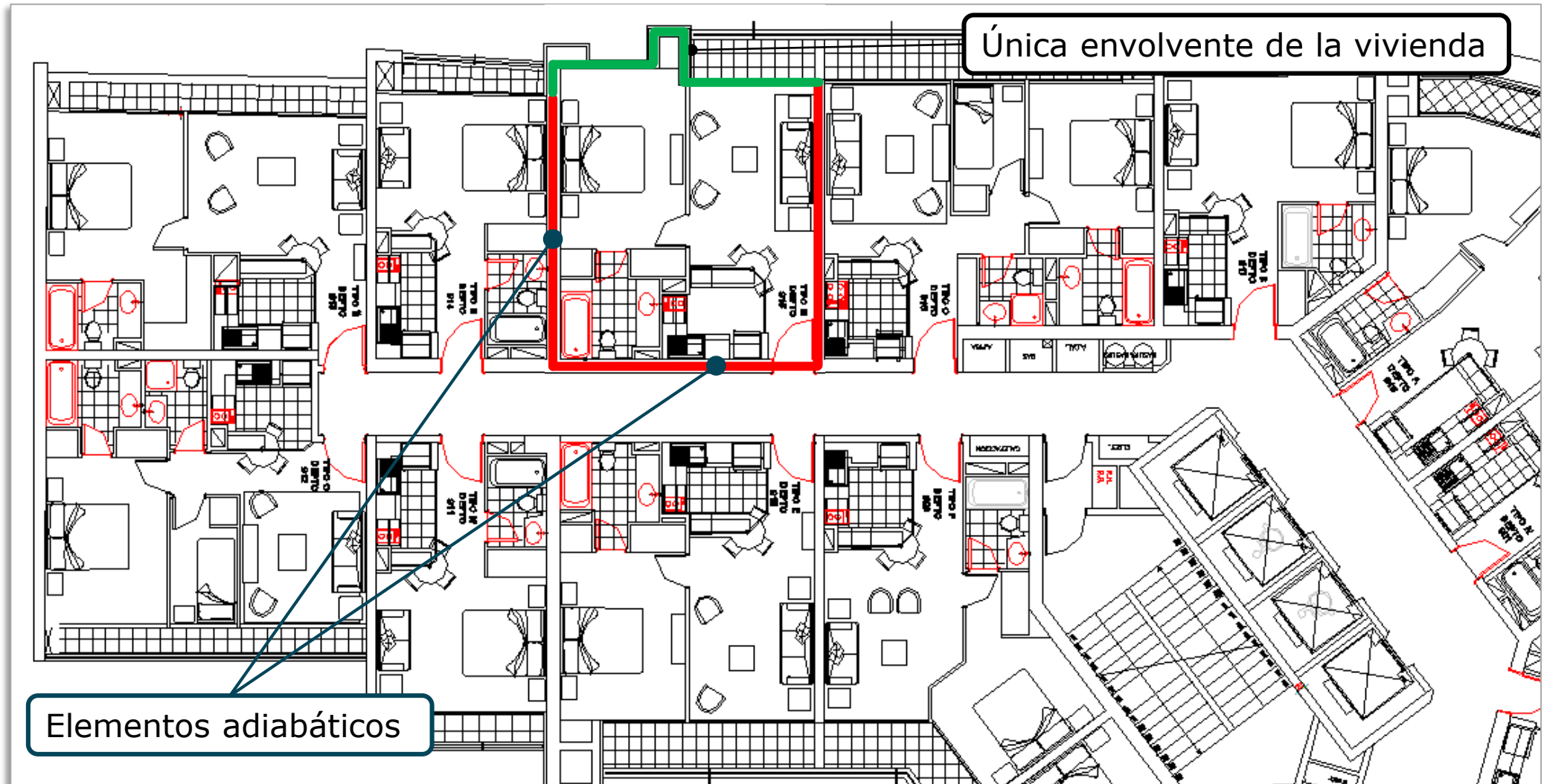
Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

- Cuando se trata de un edificio en que los pasillos y escaleras corresponden a recintos cerrados (es decir, no incluyen aberturas que permanezcan abiertas al exterior), los muros del departamento colindantes con estos espacios no se consideran en el cálculo, ya que se asume que no sufren pérdidas de calor considerables.
- Cuando estos pasillos y escaleras correspondan a recintos abiertos (existen aberturas permanentemente abiertas al exterior), los muros del departamento colindantes con estos locales se deben considerar como muros exteriores con orientación sur.



2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo



2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

3.- Características térmicas de la envolvente			
3.1.- Área y coeficiente de transferencia			
		Área (m ²)	(W)
27	Puertas		x
28	Ventanas 1		x
29	Ventanas 2		x
30	Ventana en el techo		x
31	Piso ventilado		
32	Muro 1		x
33	Muro 2		x
34	Muro 3		x
35	Techo 1		x
36	Techo 2		x
		Perímetro (m)	kl (
37	Piso en contacto con terreno 1		
38	Piso en contacto con terreno 2		

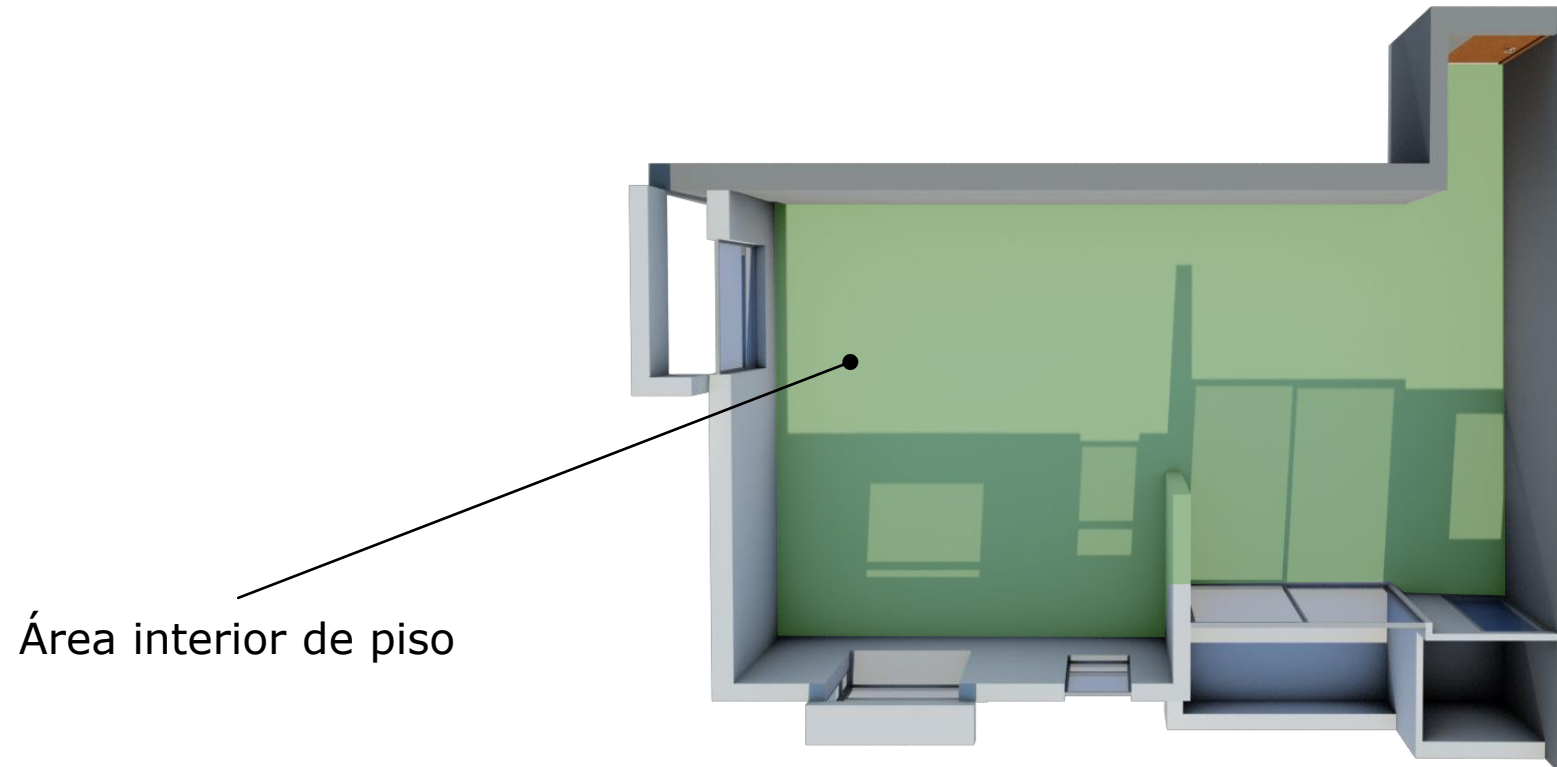
Área de Elementos

- No se considera el área de piso, en caso de que la vivienda esté construida directamente sobre el suelo (sin espacio de aire bajo el radier del piso).
- No se consideran los elementos que colindan con otros espacios acondicionados (como otra vivienda o pasillos cerrados), como por ejemplo: muros medianeros entre viviendas o departamentos, cielos y pisos de departamentos intermedios de un edificio, etc.
- Estos elementos no se consideran en el cálculo, ya que se considera que no se producen pérdidas de calor relevantes a través de ellos.

2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

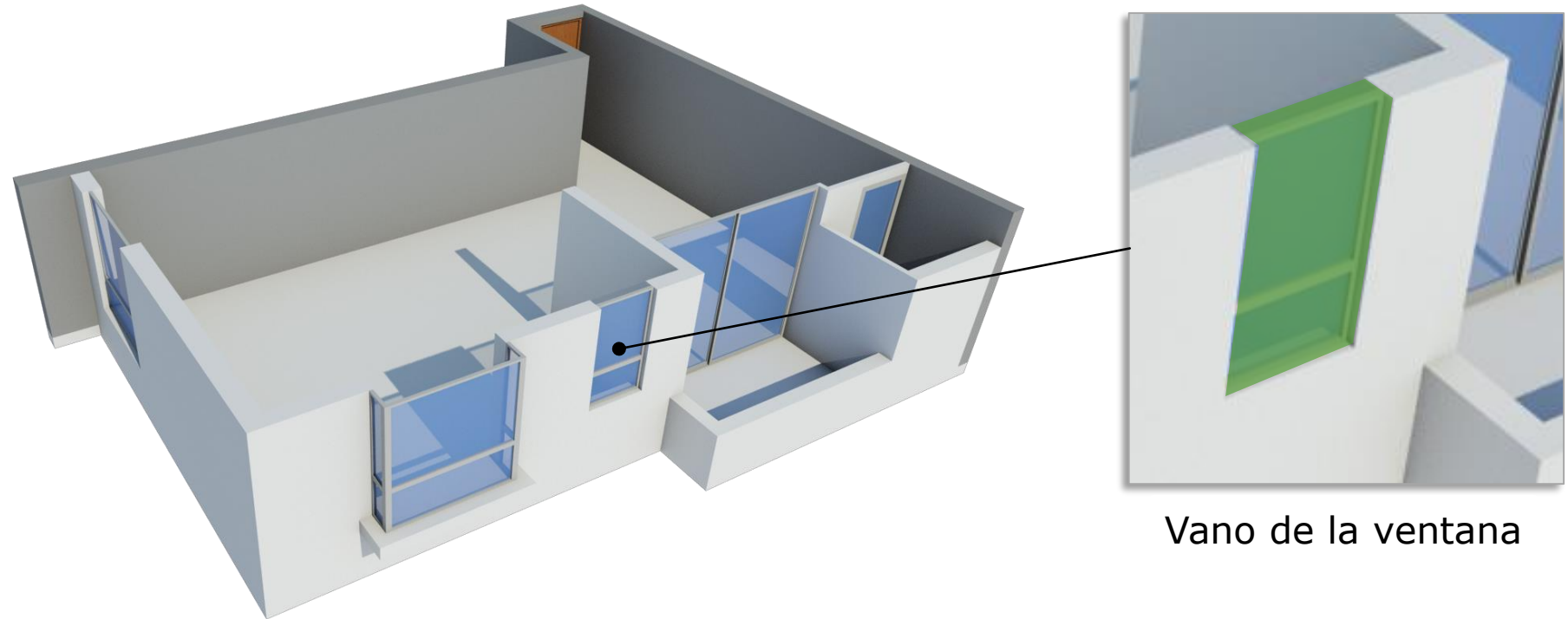
- Por ejemplo, para la superficie de piso se considera el área entre los muros, para los muros se consideran las áreas interiores conformadas por los muros, pisos y cielos, etc.
- El área de la ventana corresponde al área del vano, incluyendo vidrio y marco.



2.2. Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

- Por ejemplo, para la superficie de piso se considera el área entre los muros, para los muros se consideran las áreas interiores conformadas por los muros, pisos y cielos, etc.
- El área de la ventana corresponde al área del vano, incluyendo vidrio y marco.



Vano de la ventana

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
		Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27	Puertas		x	
28	Ventanas 1		x	
29	Ventanas 2		x	
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado			0,70
32	Muro 1		x	1,90
33	Muro 2		x	1,90
34	Muro 3		x	1,90
35	Techo 1		x	0,47
36	Techo 2		x	0,47
		Perímetro (m)	kl (W/Km)	
37	Piso en contacto con terreno 1			
38	Piso en contacto con terreno 2			

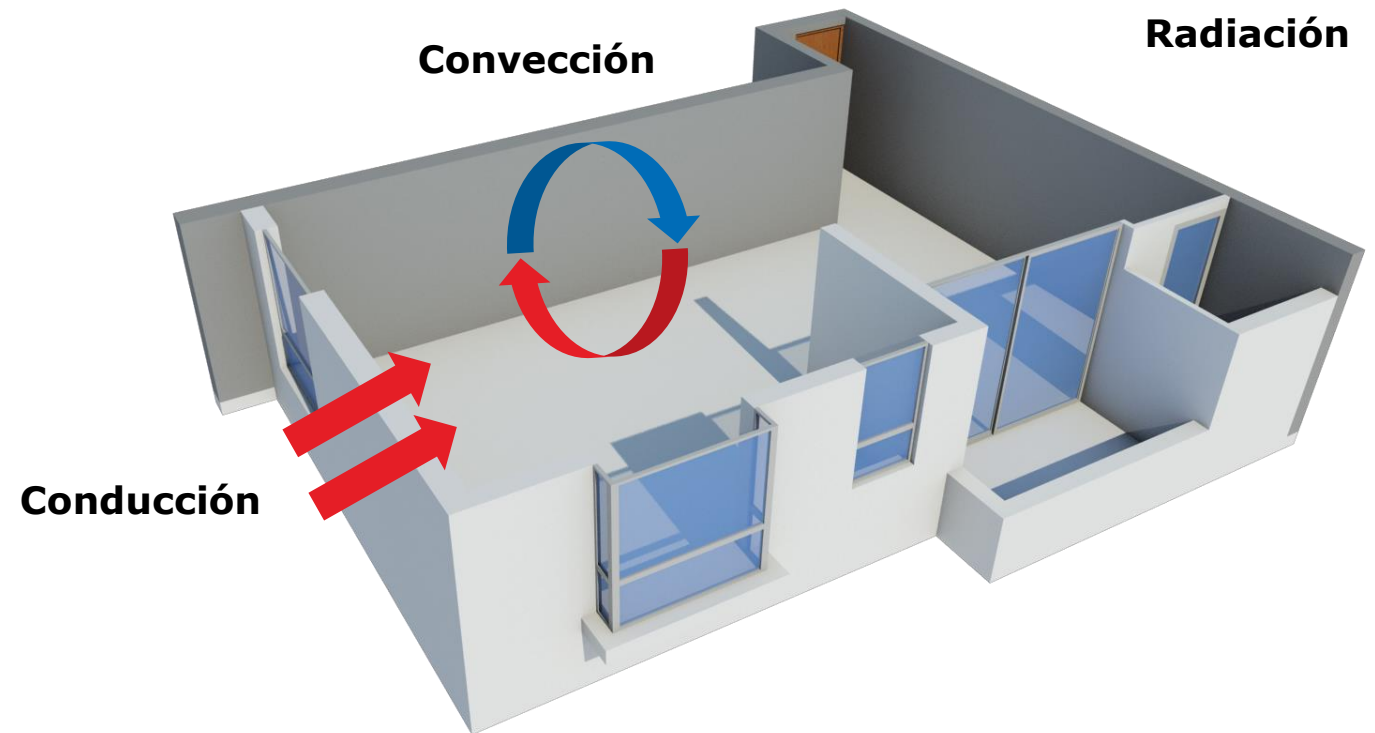
Cálculo de Transferencia de Calor

- Para cada elemento de la envolvente se deben calcular sus Transmitancias Térmicas de acuerdo a procedimientos del Manual CEV.

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor

- **Transferencia de calor por conducción (al interior de sólidos)**
- **Transferencia de calor por radiación (infrarrojos y luz visible)**
- **Transferencia de calor por convección (movimiento de fluidos, en este caso aire)**



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor – Conceptos

Conductividad Térmica, λ o κ (W/m K)

- Cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en W/(m x K).

Material	Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica λ (W/mK)
Hormigón armado normal	2400	1,63
Ladrillo macizo hecho a máquina	1000	0,46
Ladrillo macizo hecho a máquina	1200	0,52
Ladrillo macizo hecho a máquina	1400	0,6
Ladrillo macizo hecho a máquina	1800	0,79
Ladrillo macizo hecho a máquina	2000	1
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042
Lana mineral, colchoneta libre	50	0,041
Lana mineral, colchoneta libre	70	0,038
Lana mineral, colchoneta libre	90	0,037
Lana mineral, colchoneta libre	110	0,04
Lana mineral, colchoneta libre	120	0,042
Madera - álamo	380	0,091
Madera - alerce	560	0,134
Madera - coigüe	670	0,145
Madera - Lingue	640	0,136
Madera - pino insigne	410	0,104
Madera - raulí	580	0,121
Madera - roble	800	0,157

Material	Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica λ (W/mK)
Tablero aglomerado de partículas de madera	400	0,095
Tablero aglomerado de partículas de madera	420	0,094
Tablero aglomerado de partículas de madera	460	0,098
Tablero aglomerado de partículas de madera	560	0,102
Tablero aglomerado de partículas de madera	600	0,103
Tablero aglomerado de partículas de madera	620	0,105
Tablero aglomerado de partículas de madera	650	0,106
Tablero de fibra de madera	850	0,23
Tablero de fibra de madera	930	0,26
Tablero de fibra de madera	1030	0,28
Poliestireno expandido	10	0,043
Poliestireno expandido	15	0,0413
Poliestireno expandido	20	0,0384
Poliestireno expandido	30	0,0361
Poliuretano expandido	25	0,0272
Yeso cartón	650	0,24
Yeso cartón	700	0,26
Yeso cartón	870	0,31

Fuente: extracto anexo A.1 de la NCh 853 2007

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor – Conceptos

Transmitancia Térmica, U (W/m² K)

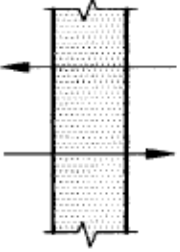
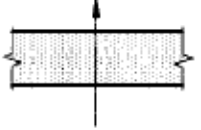
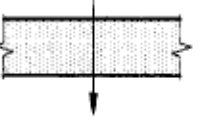
- Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas ente los dos ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en W/(m² x K).

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

- R_{si} : Resistencia térmica de superficie al interior, (m² K/W).
 - R_{se} : Resistencia térmica de superficie al exterior, (m² K/W).
 - e : Espesor del material, **(m)**. (es muy importante trabajar en metros).
 - λ : Conductividad térmica del material, (W/(m K)).
- Respecto a las soluciones constructivas más comunes, es posible identificar elementos homogéneos y elementos heterogéneos simples.

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor – Conceptos

Resistencias térmicas de superficie en $\text{m}^2 \times \text{K/W}$							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

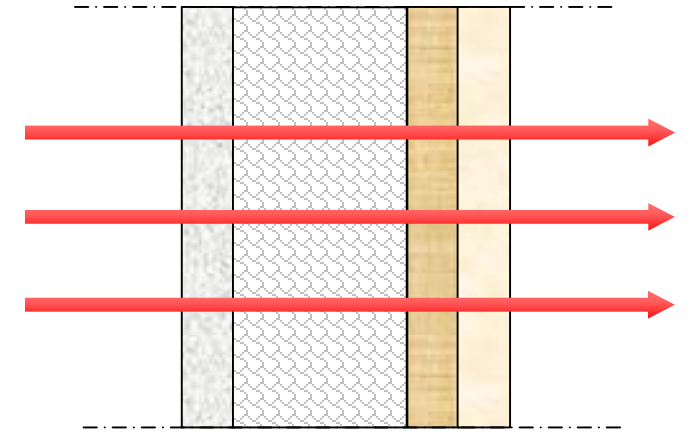
2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

Flujo de calor

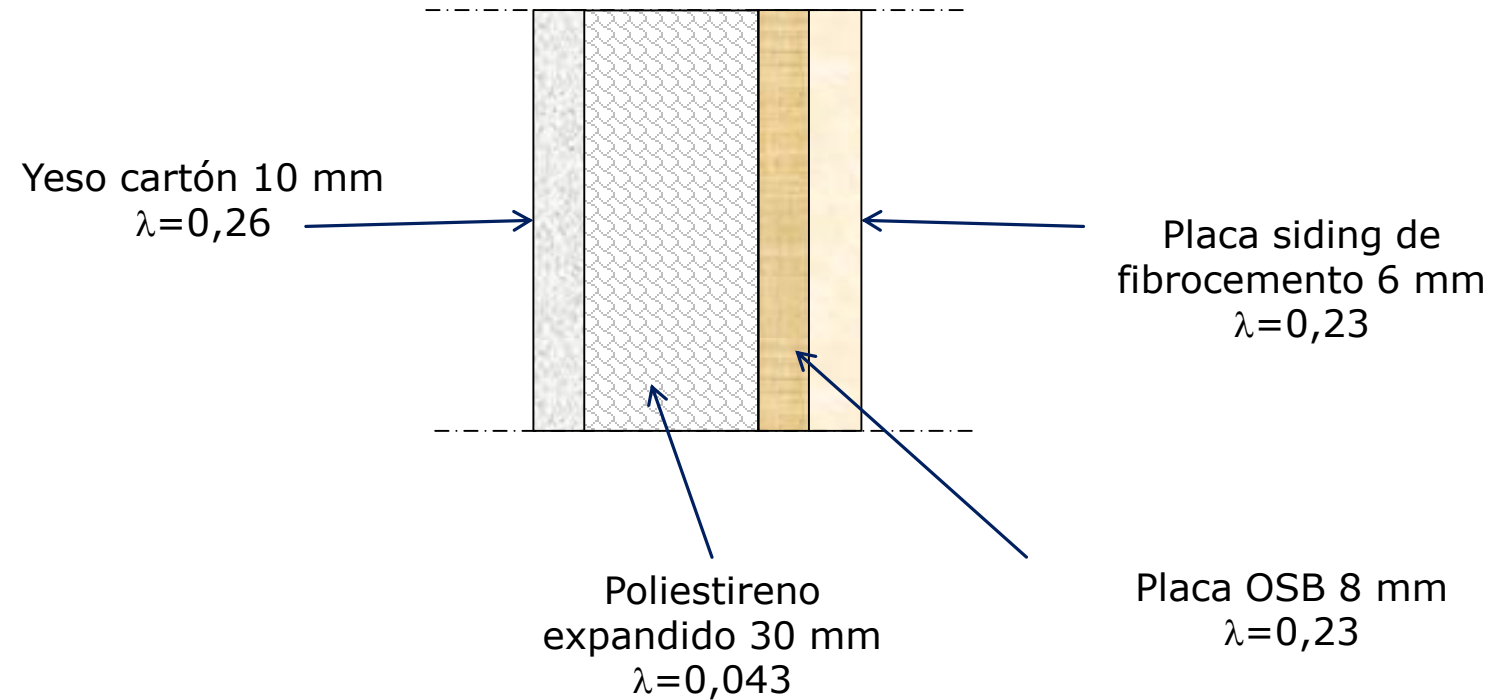


- El elemento homogéneo tiene la misma composición a cualquier altura de una línea paralela al flujo de calor.

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°1



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

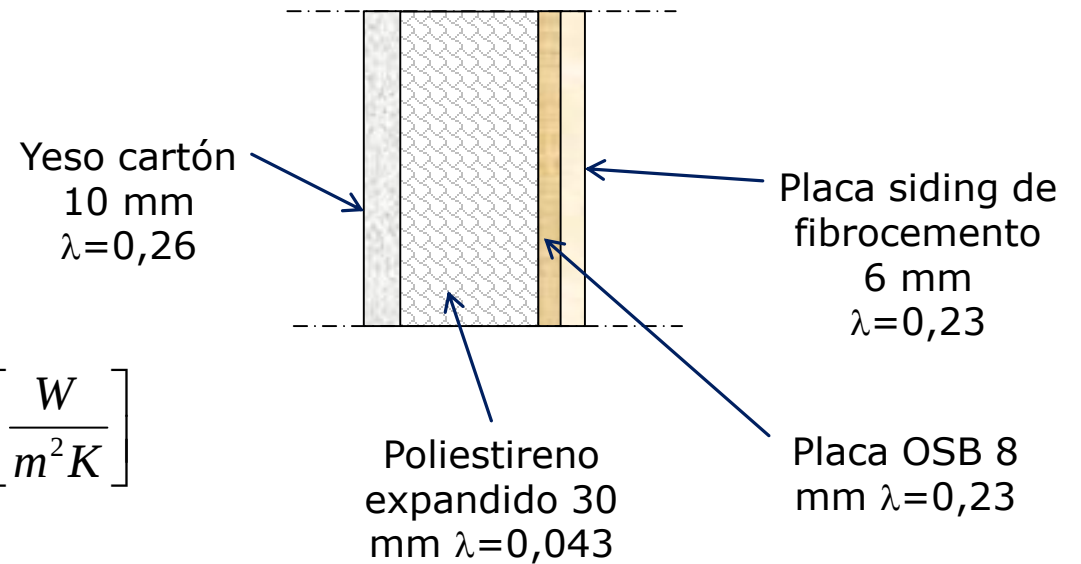
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°1

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{\underset{R_{si}}{0,12} + \underset{\text{Yeso cartón}}{\frac{0,01}{0,26}} + \underset{\text{Poliestireno}}{\frac{0,03}{0,043}} + \underset{\text{OSB}}{\frac{0,008}{0,23}} + \underset{\text{Siding}}{\frac{0,006}{0,23}} + \underset{R_{se}}{0,05}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

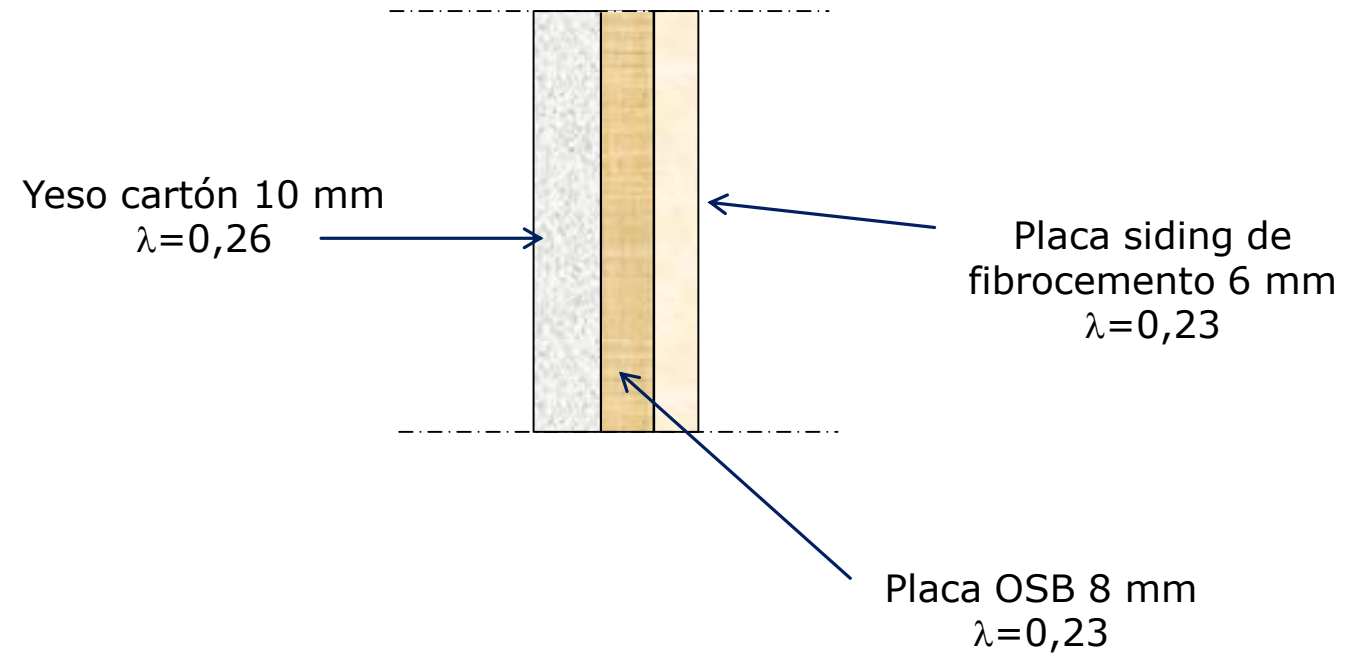
$$U = 1,03 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°2



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

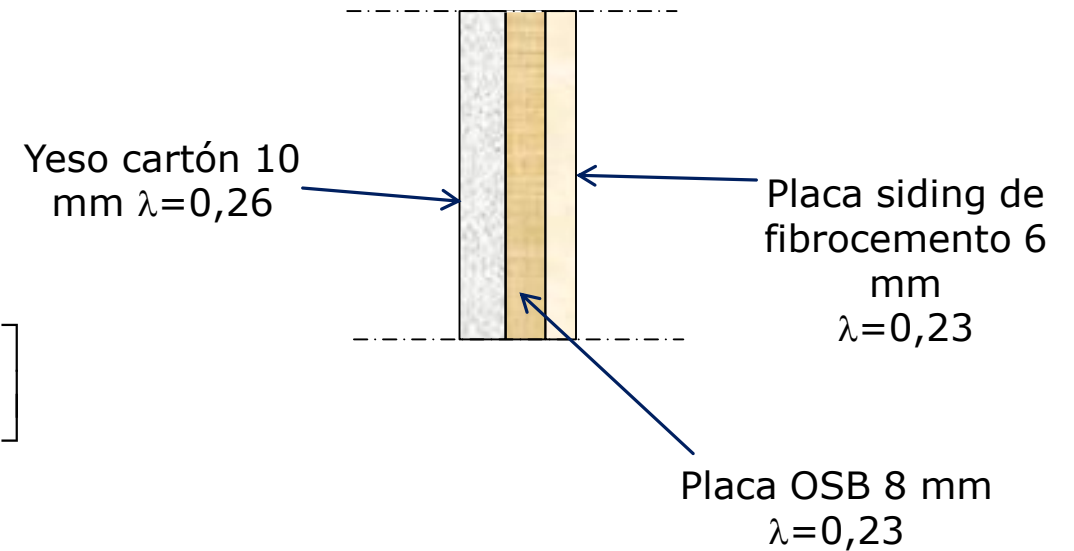
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°2

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{\underset{R_{si}}{0,12} + \underset{\text{Yeso cartón}}{\frac{0,01}{0,26}} + \underset{\text{OSB}}{\frac{0,008}{0,23}} + \underset{\text{Siding}}{\frac{0,006}{0,23}} + \underset{R_{se}}{0,05}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

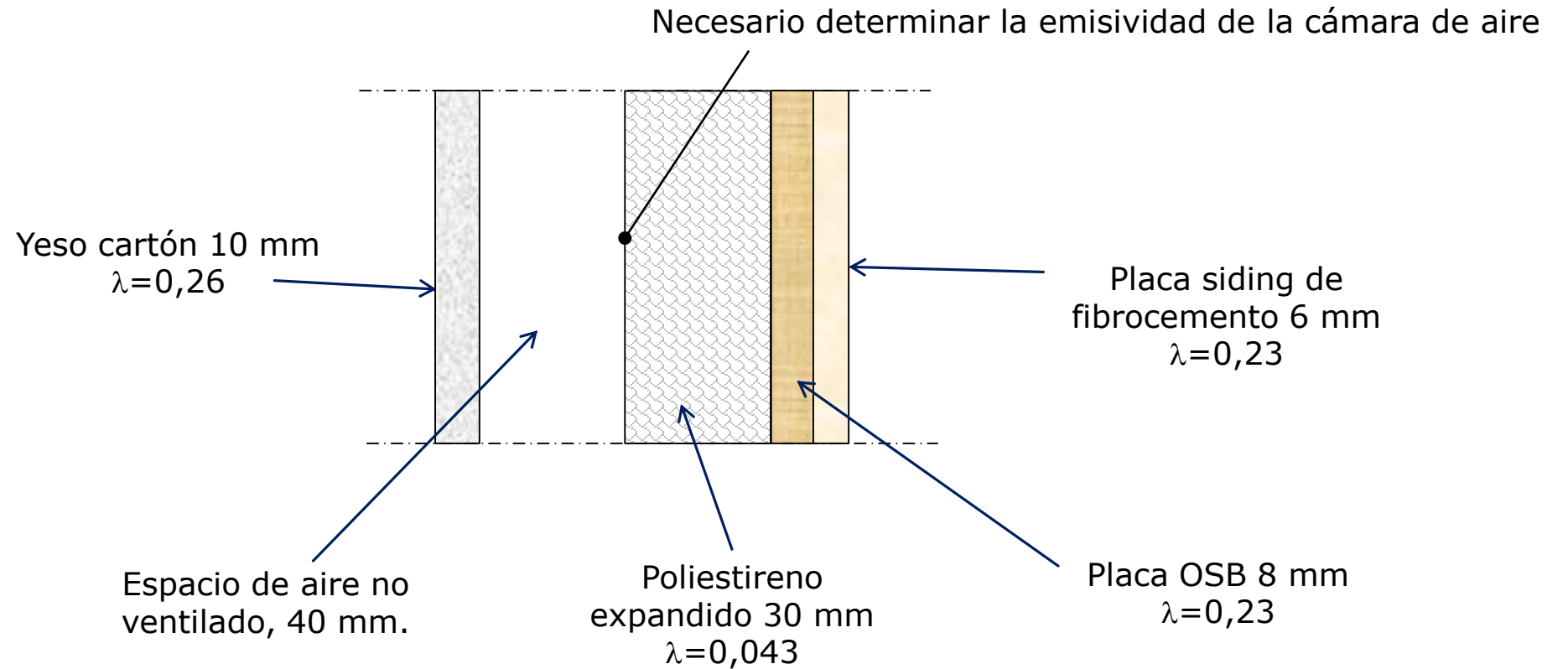
$$U = 3,71 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3

NCh853 – Anexo C

En general se distinguen cuatro casos característicos, ellos son:

- a) caso general (materiales corrientes de construcción, tales como madera, hormigón, ladrillos, vidrio, papeles no metálicos, etc.): $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,82$, ver Figura C.1;
- b) una de las superficies de la cámara es brillante, $\varepsilon_1 = 0,2$, la otra superficie, en cambio, corresponde a materiales corrientes de construcción, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,20$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- c) ambas superficies de la cámara son brillantes, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,2$ de donde $E = 0,11$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- d) una de las superficies de la cámara es muy brillante, $\varepsilon_1 = 0,05$, la otra superficie en cambio, corresponde a materiales corrientes, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,05$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3.

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3

NCh853 – Anexo C

Tabla C.1 - Resistencia térmica por unidad de superficie de cámaras de aire no ventiladas -
Cámaras de aire verticales, flujo térmico horizontal

Espesor de la cámara, mm	Emisividad total, E			
	0,82	0,20	0,11	0,05
	Resistencia térmica, R_g , m ² x K/W			
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,140	0,28	0,32	0,38
15	0,155	0,35	0,43	0,51
20	0,165	0,37	0,46	0,55
25	0,165	0,37	0,46	0,55
30	0,165	0,37	0,46	0,55
35	0,165	0,37	0,46	0,55
e ≥ 40	0,165	0,37	0,46	0,55

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

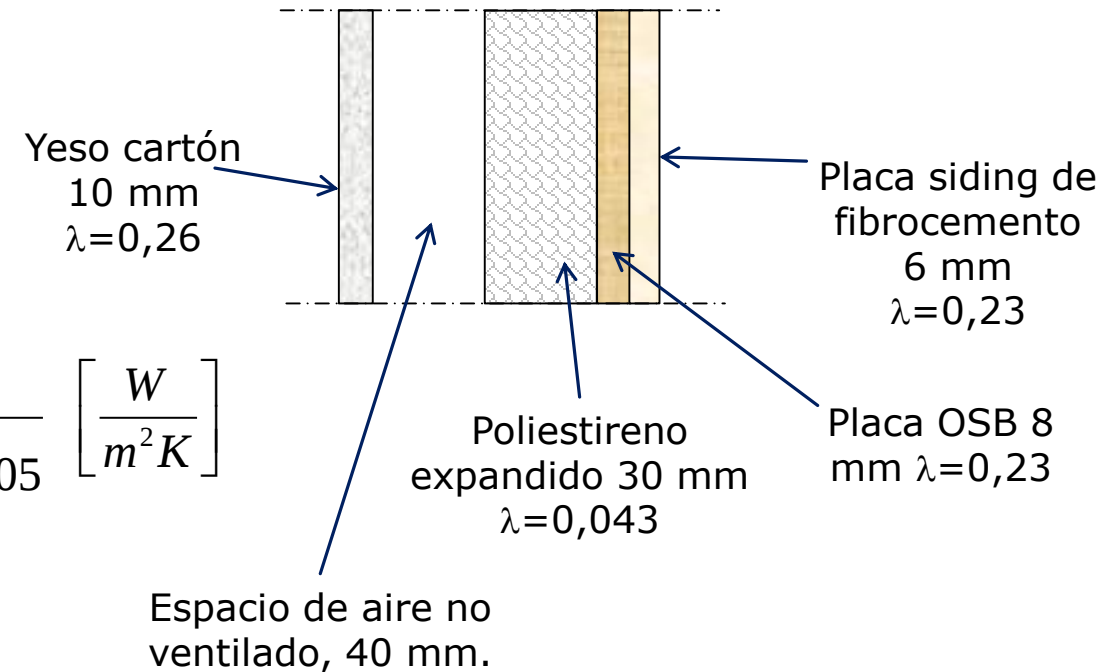
Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_i + R_g + R_e + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,01}{0,26} + 0,165 + \frac{0,03}{0,043} + \frac{0,008}{0,23} + \frac{0,006}{0,23} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Resistencia
cámara de
aire

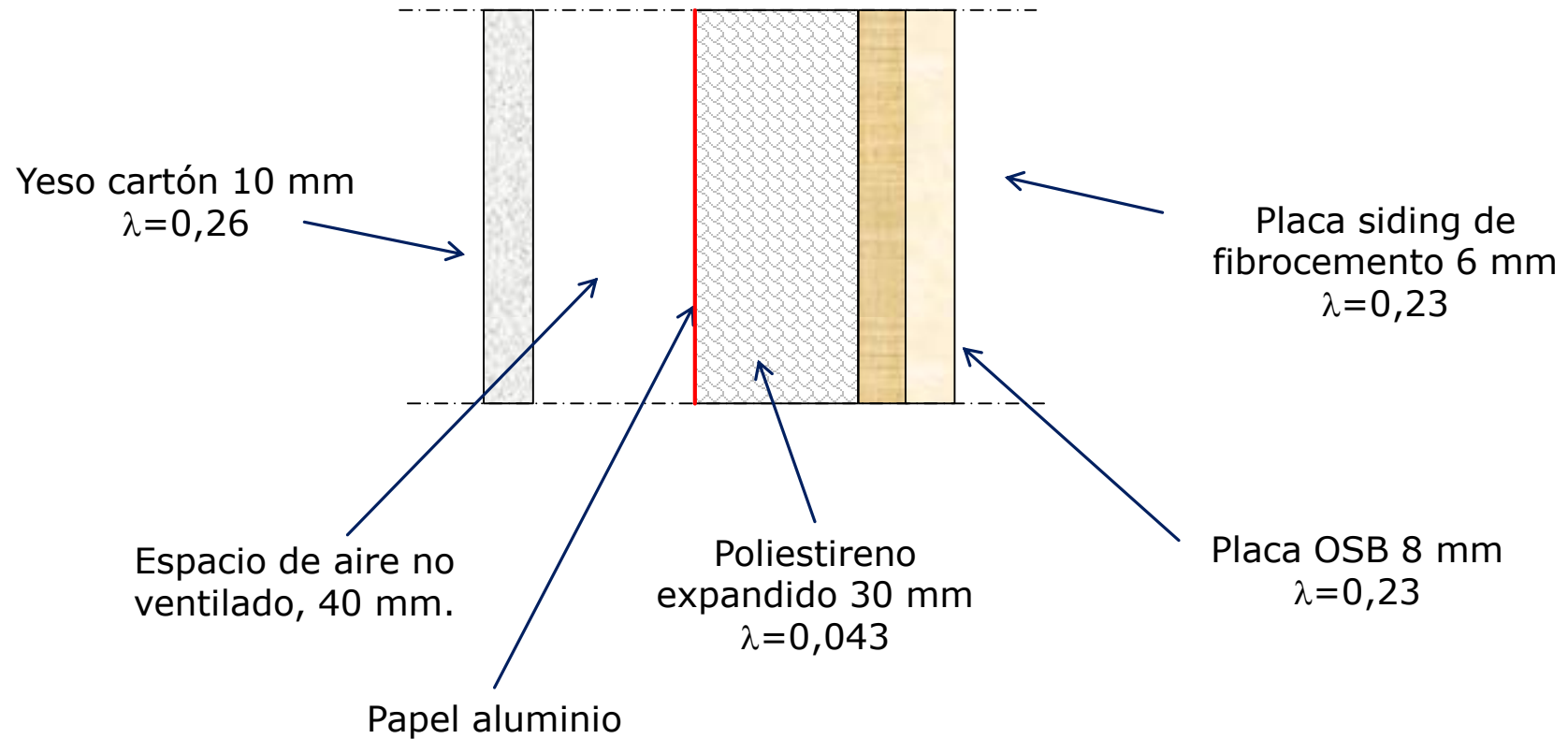
$$U = 0,88 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4

NCh853 – Anexo C

En general se distinguen cuatro casos característicos, ellos son:

- a) caso general (materiales corrientes de construcción, tales como madera, hormigón, ladrillos, vidrio, papeles no metálicos, etc.): $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,82$, ver Figura C.1;
- b) una de las superficies de la cámara es brillante, $\varepsilon_1 = 0,2$, la otra superficie, en cambio, corresponde a materiales corrientes de construcción, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,20$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- c) ambas superficies de la cámara son brillantes, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,2$ de donde $E = 0,11$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- d) una de las superficies de la cámara es muy brillante, $\varepsilon_1 = 0,05$, la otra superficie en cambio, corresponde a materiales corrientes, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,05$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3.

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4

NCh853 – Anexo C

Tabla C.1 - Resistencia térmica por unidad de superficie de cámaras de aire no ventiladas -
Cámaras de aire verticales, flujo térmico horizontal

Espesor de la cámara, mm	Emisividad total, E			
	0,82	0,20	0,11	0,05
	Resistencia térmica, R_g , $m^2 \times K/W$			
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,140	0,28	0,32	0,38
15	0,155	0,35	0,43	0,51
20	0,165	0,37	0,46	0,55
25	0,165	0,37	0,46	0,55
30	0,165	0,37	0,46	0,55
35	0,165	0,37	0,46	0,55
e ≥ 40	0,165	0,37	0,46	0,55

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

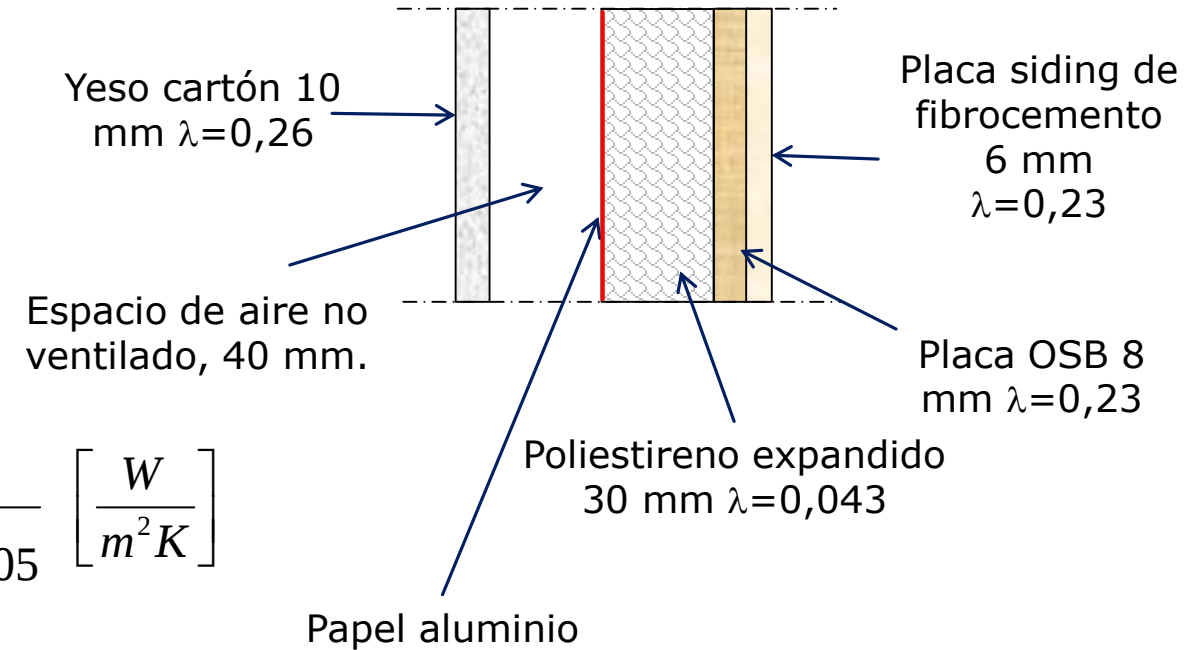
Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_i + R_g + R_e + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,01}{0,26} + 0,37 + \frac{0,03}{0,043} + \frac{0,008}{0,23} + \frac{0,006}{0,23} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Resistencia
cámara de
aire

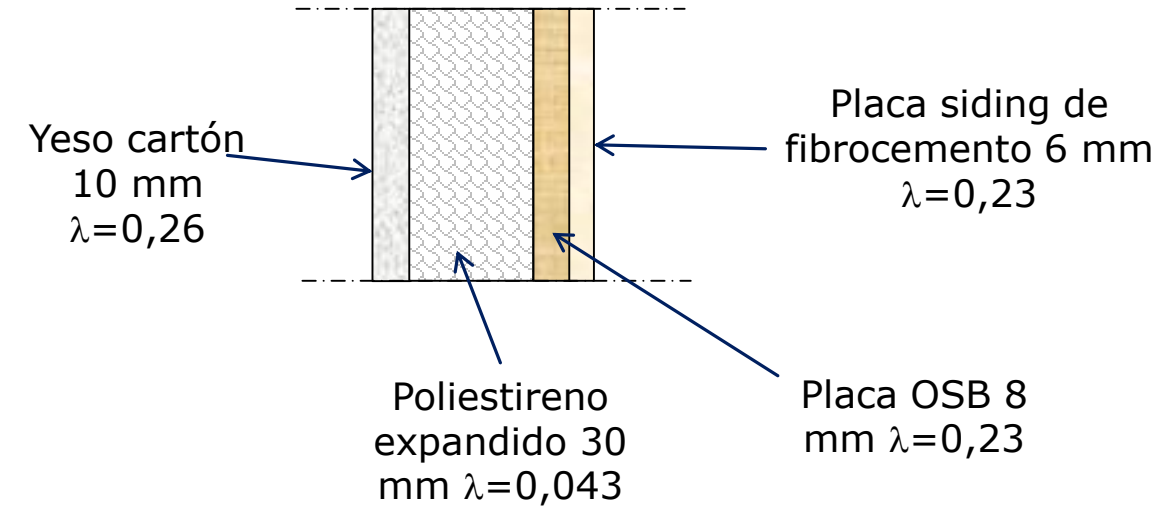
$$U = 0,75 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



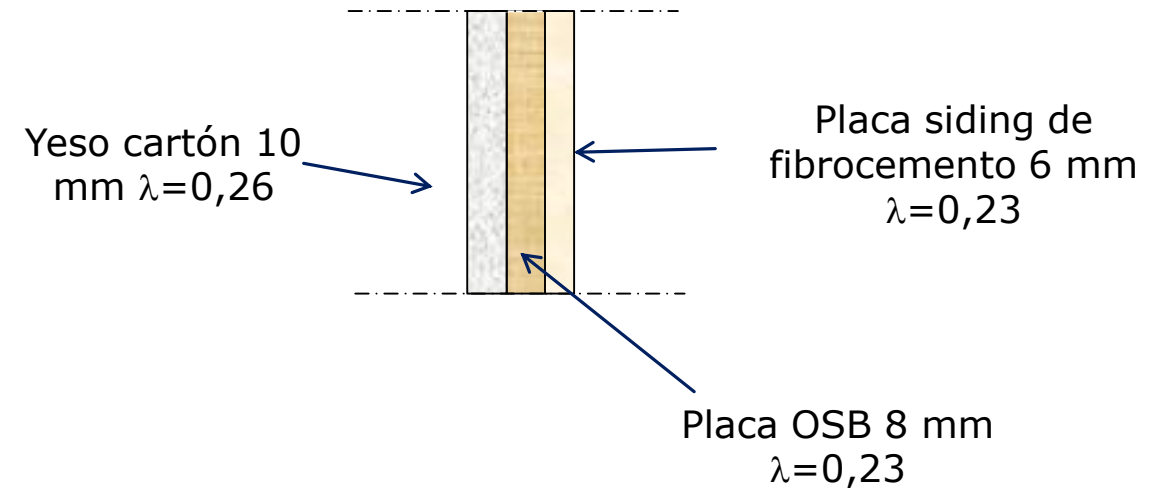
2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Comparación resultados Transmitancia Térmica ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

$$U = 1,03 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$



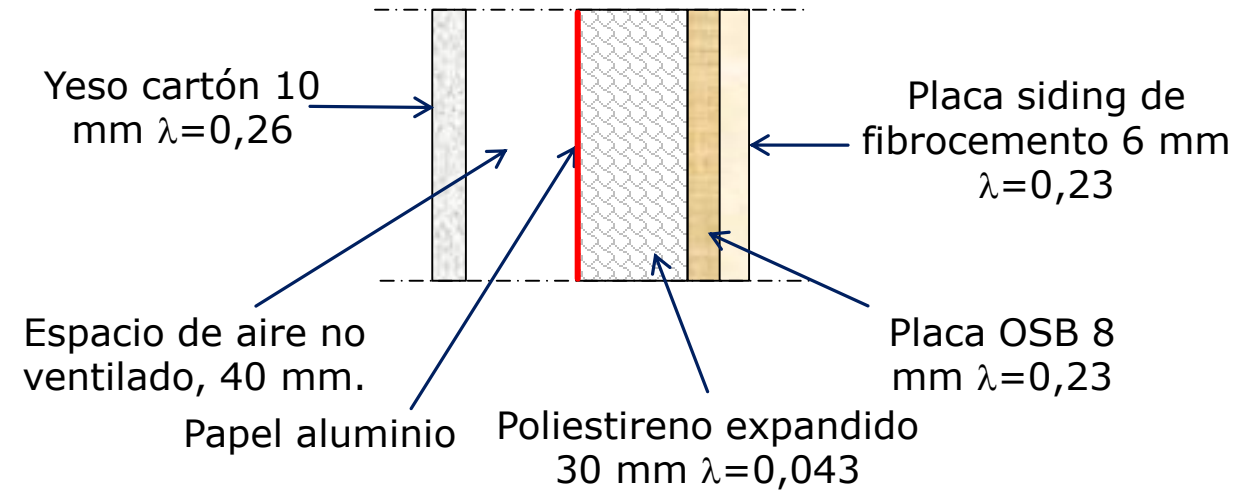
$$U = 3,71 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$



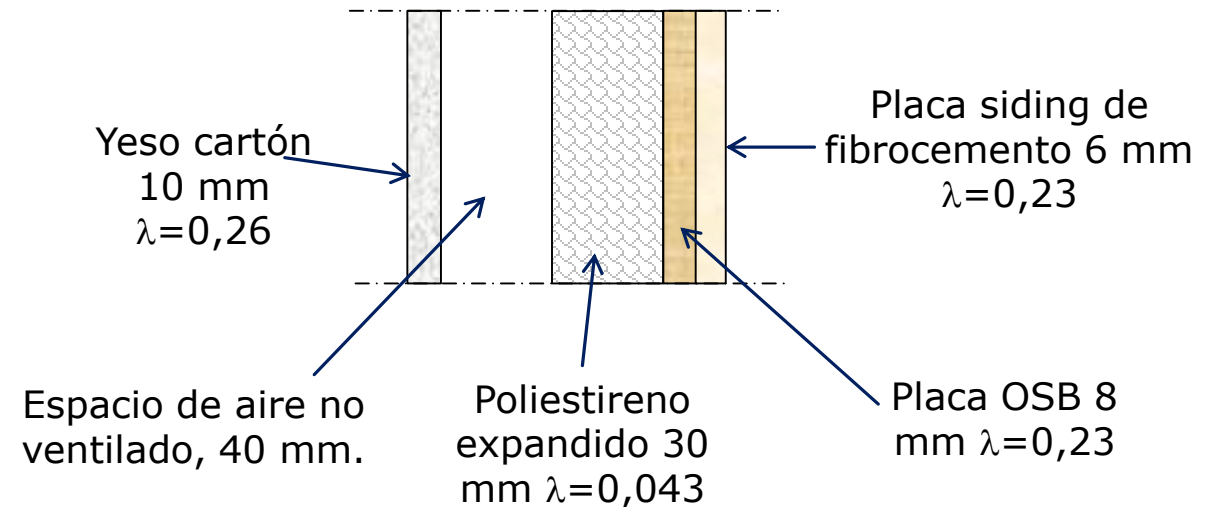
2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Comparación resultados Transmitancia Térmica ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

$$U = 0,75 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$



$$U = 0,88 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

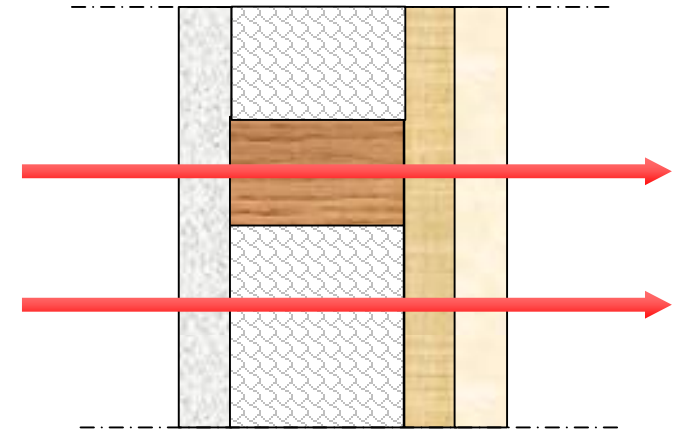
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple

$$U = \frac{U_1 A_1 + U_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

$$U = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i}$$

Flujo de calor



- El elemento heterogéneo tiene composiciones diferentes en la sección.
- Un elementos heterogéneo simple debe cumplir con 2 condiciones:
 - La heterogeneidad queda perfectamente definida por dos planos perpendiculares a las caras del elemento.
 - El conjunto tiene una constitución tal que no se producen flujos térmicos laterales de importancia entre la heterogeneidad y el resto del elemento.

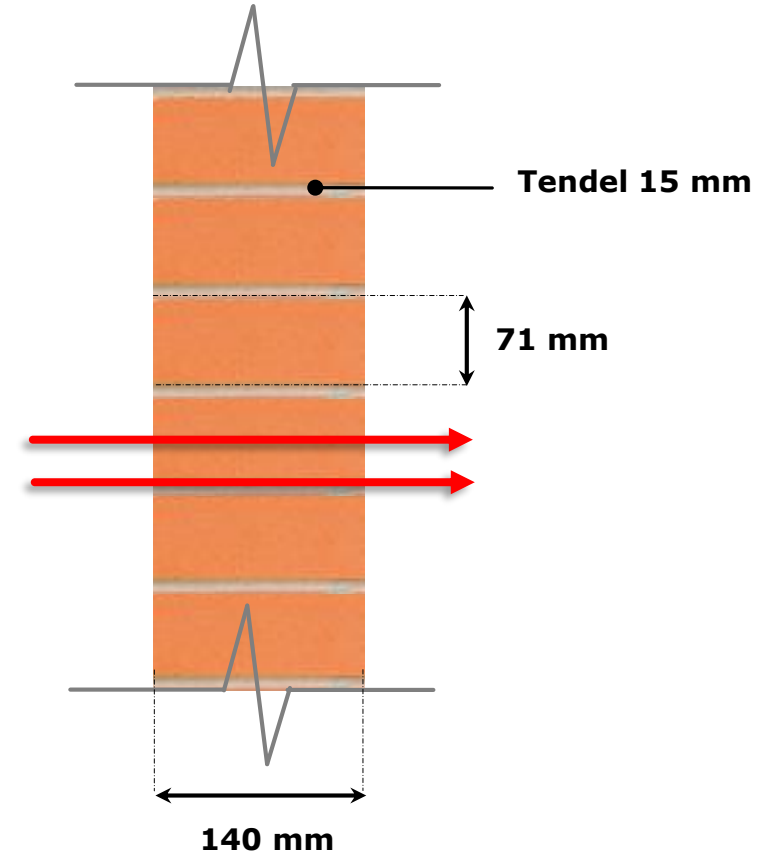
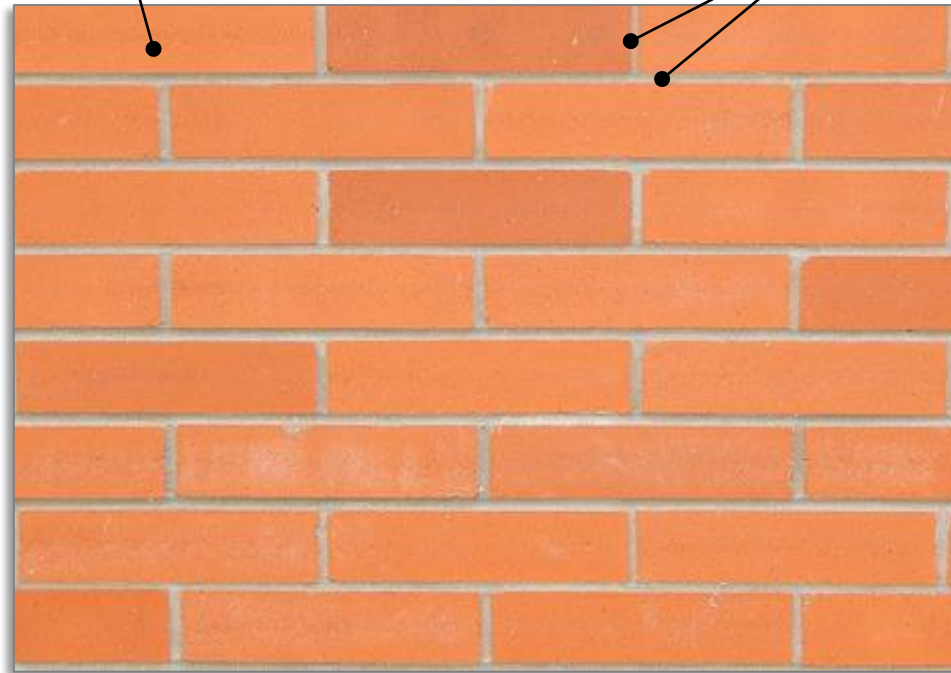
2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple

Ladrillos de 14 x 29 x 7,1 cm
Macizos hecho a máquina ($\lambda = 0,52 \text{ W/mK}$)

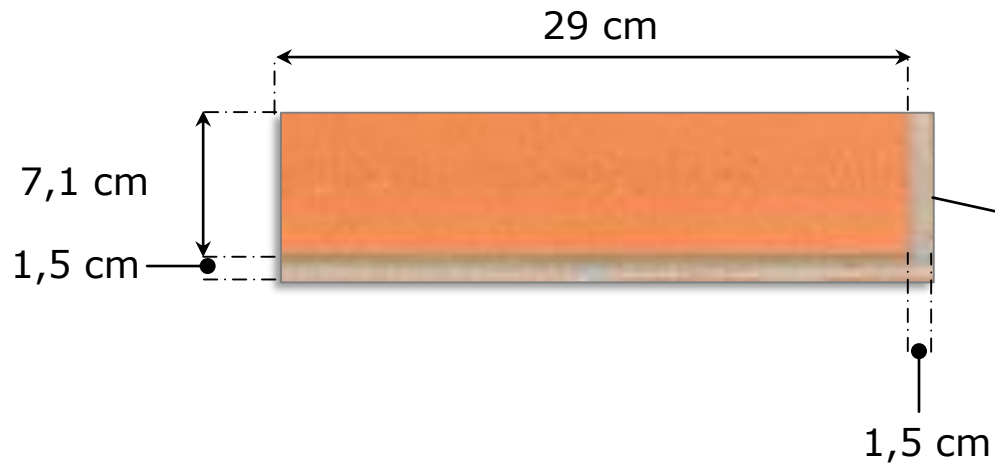
Yaga y tendel de mortero de cemento
($\lambda = 1,40 \text{ W/mK}$) de 15 mm



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

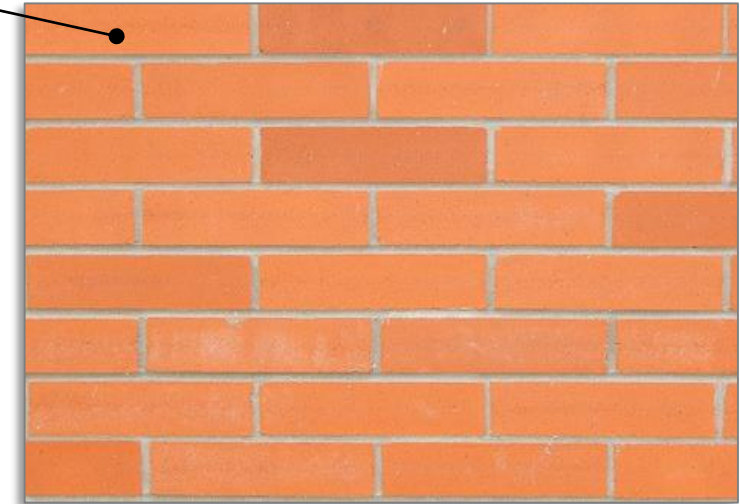
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple



$$\text{Superficie Ladrillo} = 0,29 \text{ m} \times 0,071 \text{ m} = 0,02 \text{ m}^2$$

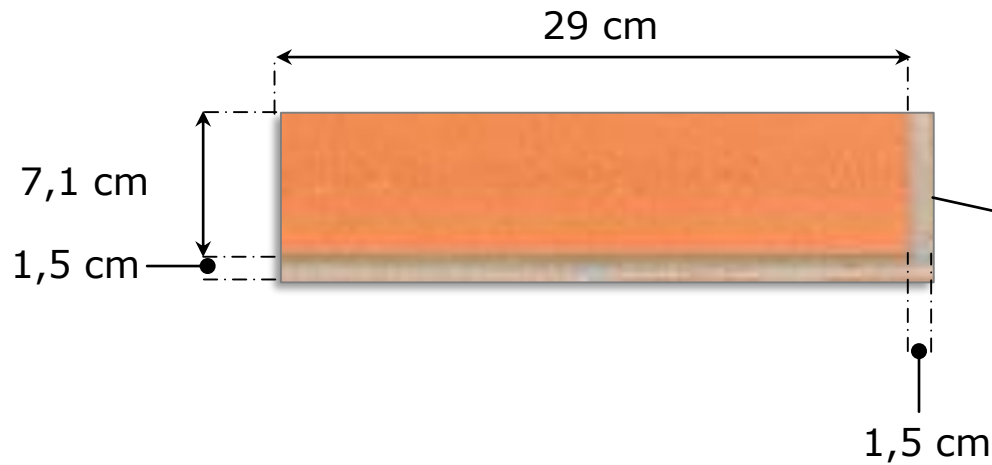
$$\text{Superficie Mortero} = (0,29 \text{ m} \times 0,015 \text{ m}) + (0,086 \text{ m} \times 0,015 \text{ m}) = 0,0056 \text{ m}^2$$



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

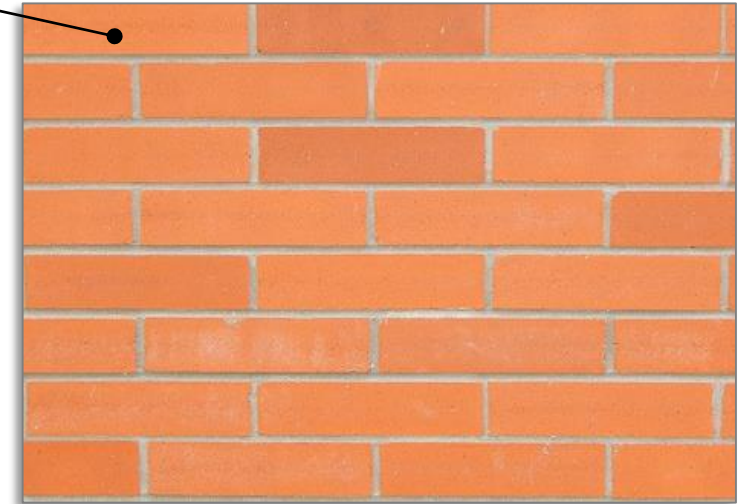
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple



$$U_{ladrillo} = \frac{1}{0,12 + \frac{0,14}{0,52} + 0,05} = 2,28 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U_{mortero} = \frac{1}{0,12 + \frac{0,14}{1,4} + 0,05} = 3,7 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple

Superficie Ladrillo = $0,02 \text{ m}^2$

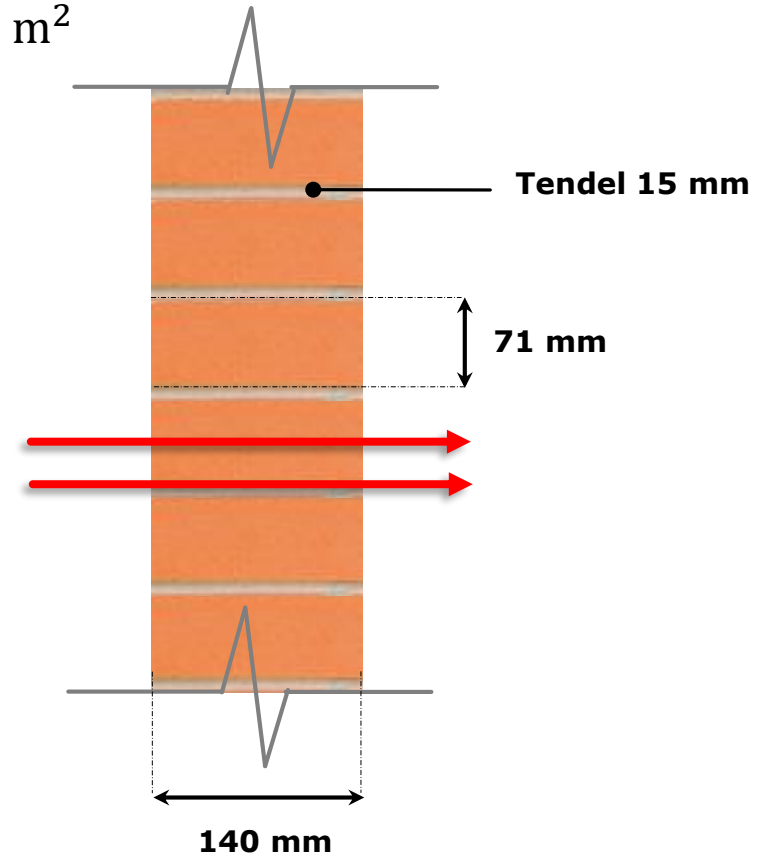
Superficie Mortero = $0,0056 \text{ m}^2$

$$U_{\text{ladrillo}} = 2,28 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$$

$$U_{\text{mortero}} = 3,7 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$$

$$U_{\text{ponderado}} = \frac{U_1 A_1 + U_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

$$U_{\text{Muro}} = \frac{\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \text{Ladrillo} & & \text{Mortero} & \\ \hline U & \text{Área} & U & \text{Área} \\ \hline 2,28 & 0,02 & 3,7 & 0,0056 \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline \text{Área} & \text{Área} \\ \hline \text{ladrillo} & \text{mortero} \\ \hline \end{array}} = 2,59 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$$



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

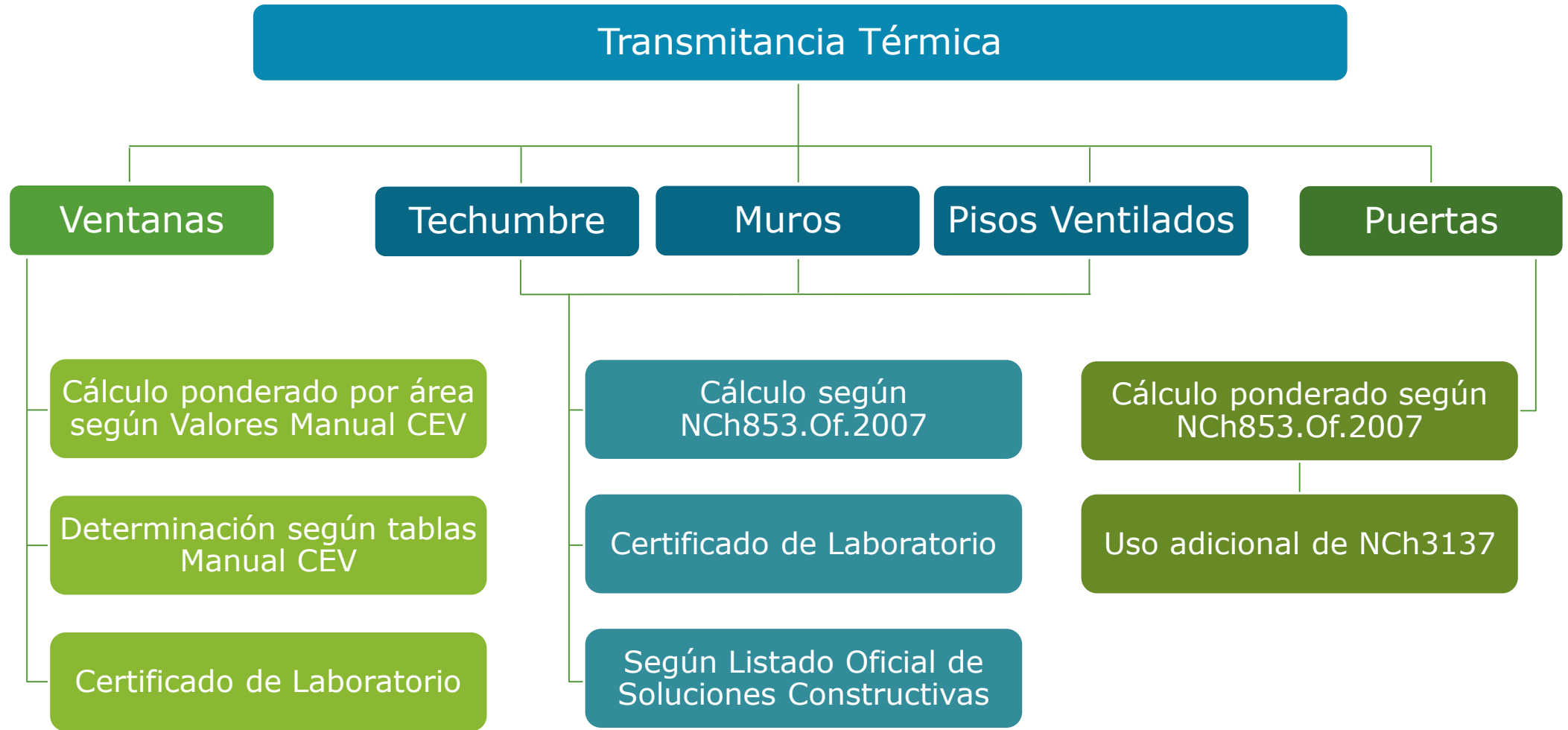
3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
		Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27	Puertas		x	
28	Ventanas 1		x	
29	Ventanas 2		x	
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado			0,70
32	Muro 1		x	1,90
33	Muro 2		x	1,90
34	Muro 3		x	1,90
35	Techo 1		x	0,47
36	Techo 2		x	0,47
		Perímetro (m)	kl (W/Km)	
37	Piso en contacto con terreno 1			
38	Piso en contacto con terreno 2			

Transmitancia Térmica (U)

- Para acreditar la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente, se debe utilizar el documento disponible en la herramienta de cálculo denominado "Formato de Acreditación Térmica para la Calificación Energética de Viviendas".
- A continuación se detallan las alternativas de obtención del valor de transmitancia térmica dependiendo del elemento a acreditar.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 1: Cálculo ponderado por área según Valores Manual CEV.

- Cálculo ponderado de vidrio y marco:

$$U_{ventana} = \frac{U_{vidrio}A_{vidrio} + U_{marco}A_{marco}}{A_{vidrio} + A_{marco}}$$

Donde los valores de U_{vidrio} y U_{marco} , se pueden determinar por diferentes opciones:

U_{vidrio}

1. Determinación según tabla 7 del Manual CEV

2. Certificado de ensayo valido o ficha técnica de fabricante

U_{marco}

1. Marcos macizos – Cálculo según ecuación Manual CEV

2. Marcos no macizos – Determinación según tabla 8 del Manual

3. Certificado de acreditación o cálculo según NCh3137

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 1: Cálculo ponderado por área según Valores Manual CEV.

- Valor de U_{vidrio} :

1. Valores por defecto, en función del tamaño del espaciador. Estos se muestran en la Tabla 7 de Manual CEV.

Ancho del espaciador	U_{vidrio} (W/m ² K)
Vidrio monolítico (VM). Sin espaciador	5,80
DVH con espaciador de 6 mm	3,28
DVH con espaciador de 9 mm	3,01
DVH con espaciador de 12 mm	2,85
DVH con espaciador de 15 mm o mayor	2,80

En este caso, se debe indicar en la declaración del mandante, el espesor de la cámara de aire utilizada en las ventanas. En caso de valores intermedios del espaciador, aproximar a espaciador de menor espesor más cercano.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Método 1: Cálculo ponderado por área según Valores Manual CEV.

- Valor de U_{vidrio} :

2. Valor certificado por algún laboratorio internacional válido. La descripción de los laboratorios internacionales válidos se indica en el Manual CEV o por información respaldada por el fabricante del vidrio.

Certificado de
Ensayo

DECON UC
INSTITUTO DE ENGENIERÍA CIVIL
CONTROL DE INSPECCIÓN ESTRUCTURAL

INFORME DE ENGENIERÍA CIVIL
CONTROL DE INSPECCIÓN ESTRUCTURAL

CLIENTE: HOSPITAL SAN BORJA, ARIASMAN SOLICITANTE (AMERICANAS Y ESTUDIOS)
DIRECCIÓN: D.C. SANTIAGO (PRADO Y BUENOS AIRES) (TAMBIÉN LIMITADA)

ANTECEDENTES

- Con fecha 04/08/15, a las 15:25 horas se inspeccionaron homogeneas de
- El ensayo se realizó el 04/08/15, a las 15:25 horas, según la norma NTC 1562.079.
- Para el ensayo se empleó un ensamblaje modelo W (longitud de penetración igual a 0.225 m), serie N°167857.

RESULTADOS

Item	Descripción	Condición de ensayo del elemento	Transmisión A tipo de vidrio	Espesor d (mm)	Indice g	U (W/m²K)
1	Tipo: ANÁLISIS	SECO	SECO	6.1	45	0.225
2	Tipo: ANÁLISIS	SECO	SECO	6.1	45	0.225

NOTAS:

- El resultado obtenido, representa el valor más probable de la penetración a la temperatura de ensayo de 0.225 W/m²K.

- La norma NTC 1562 indica que en ningún caso la penetración del índice g sea mayor a 0.225 W/m²K, por lo tanto, se recomienda el uso de un elemento.

C.C. ARA D. PENA PARRA
JEFE AREA INGENIERIA
Santiago, Agosto 10 de 2015

5. Instalación de vidrios y
jaldones interiores.

3.8 Propiedades espectro-fotométricas

La radiación solar incidente sobre una superficie de vidrio, se divide en tres partes: la que es reflejada, la que es transmitida y la que es absorbida.

Performance Pilkington Low-E

Espejor	Transmisión Luminosa %	Reflexión %	Valor K	Coefficiente de sombra	Factor Solar
4/12/4	77	16	1.9	0.79	0.96
5/12/5	74	17	1.9	0.73	0.93
6/12/6	71	18	1.8	0.71	0.92

3.9 Características

El factor solar es el cociente entre la radiación solar incidente y la radiación solar transmitida.

Ventajas y Beneficios

- Color neutro
- Superficie prolija
- Energía eficiente

Pilkington Low-E

se produce en 3, 4, 5 y 6 mm.

de espesor, en hojas de 2.440 x 3.300 mm. y 2.130 x 3.300.

El coeficiente de reflexión solar es el cociente entre la radiación solar incidente y la radiación solar transmitida.

En el momento de la instalación, se debe considerar el factor solar.

7. Cálculo

Coloque el vidrio en el marco de la ventana.

Visítanos en www.termopanplus.cl

Información
acreditada del
fabricante

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 1: Cálculo ponderado por área según Valores Manual CEV.

- Valor de U_{marco} :

1. Para marcos **Macizos**, se calcula el valor de U según la siguiente ecuación:

$$U_{marco} = \frac{1}{0,17 + \frac{e}{k}}$$

Donde:

e : Espesor medio del marco.

k : Conductividad del material del marco (W/mk), también llamada λ .

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 1: Cálculo ponderado por área según Valores Manual CEV.

- Valor de U_{marco} :
2. Para marcos **No Macizos**, utilizar valores de tabla 8 según Manual:

Tipo de marco	U_{marco} (W/m ² K)
Metal sin RPT	5,8
Al con RPT	3,3
PVC	2,8
Madera	2,6

Dónde:

- RPT: Ruptura de puente térmico, correspondiente a elementos de baja conductividad térmica o cámaras de aire que disminuyan la conducción de calor a través del marco, a fin de disminuir las pérdidas de calor.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

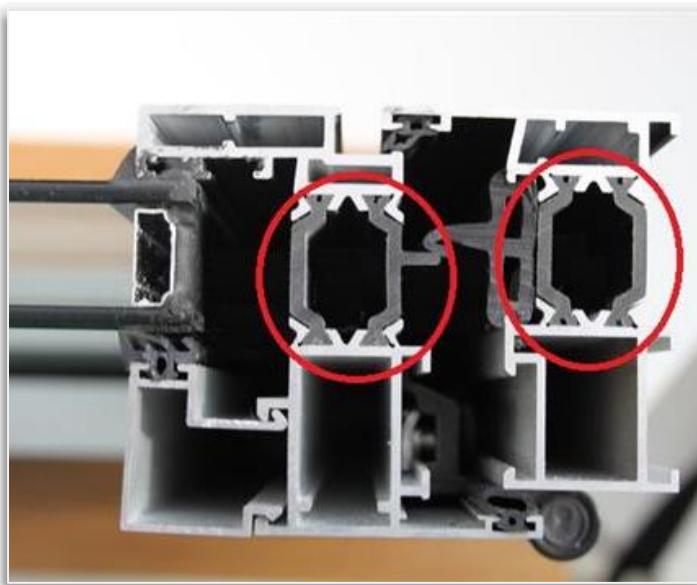
Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Método 1: Cálculo ponderado por área según Valores Manual CEV.

- Valores de U_{marco} :
2. Para marcos **No Macizos**, utilizar valores de tabla 7 según Manual:

Ejemplos de marcos con Ruptura de Puente Térmico:



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 1: Cálculo ponderado por área según Valores Manual CEV.

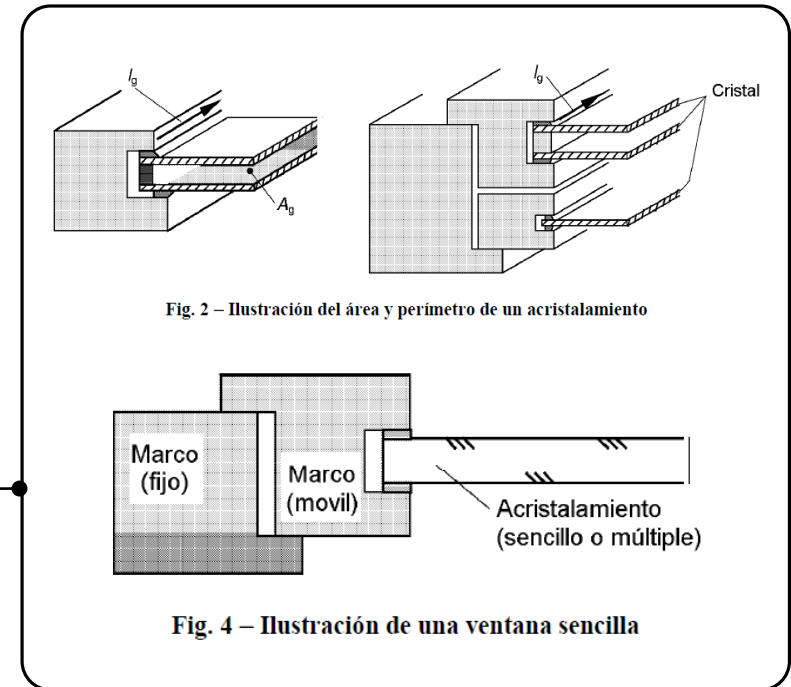
- Valor de U_{marco} :

3. **Utilizar otro valor de U del marco**, acreditado en base a certificado de U del marco o por cálculos realizados por el Evaluador Energético en base a la norma NCh3137 (INN 2008).



Certificado de Ensayo

Normativa NCh3137.Of.08



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 2: Determinación según tabla 9 del Manual CEV.

- Uso de los valores de Transmitancia Térmica según características de vidrio y marco:

Tipo	Metal sin RPT	Al con RPT	PVC	Madera
VS	5.80	5.33	5.14	4.97
DVH 6 mm	3.58	3.28	3.17	3.10
DVH 9 mm	3.35	3.07	2.97	2.90
DVH 12 mm	3.20	2.94	2.84	2.79
DVH 15 mm o más	3.16	2.89	2.80	2.75

- En este caso, se debe indicar en la declaración del mandante, la indicación del espesor de la cámara de aire utilizada en las ventanas.
- En caso de valores intermedios del espaciador, aproximar a espaciador de menor espesor más cercano.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 2: Determinación según tabla 9 del Manual CEV.

- Uso de los valores de Transmitancia Térmica según características de vidrio y marco:

Tipo	Metal sin RPT	Al con RPT	PVC	Madera
VS	5.80	5.33	5.14	4.97
DVH 6 mm	3.58	3.28	3.17	3.10
DVH 9 mm	3.35	3.07	2.97	2.90
DVH 12 mm	3.20	2.94	2.84	2.79
DVH 15 mm o más	3.16	2.89	2.80	2.75

- En caso de no tener acceso a la información respecto del espesor de la cámara de aire (espesor espaciador) se debe utilizar el valor de $U = 3,58$ (W/m^2K).
- Para el caso de doble ventana simple, se puede utilizar un valor de $U = 3,3$ (W/m^2K). Se entiende por doble ventana una solución constructiva en que se ponen dos ventanas independientes en el vano.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Modo 3: Certificado de Laboratorio.

- Este certificado debe ser de la ventana completa.
- En ese caso, el certificado sólo es válido para el tamaño de la ventana indicada en él o para ventanas similares, en que el porcentaje de marco, respecto al porcentaje total del vano, está dentro de un rango del 5% del porcentaje de marco de la ventana ensayada o en que el porcentaje del elemento con mayor U (marco o vidrio) es igual o inferior al porcentaje presente en la ventana ensayada.
- La descripción de los laboratorios internacionales válidos se indican en el Manual CEV. En algunas reglamentaciones internacionales, el "U" de la ventana se separa en "U" del vidrio, "U" de la zona periférica del vidrio y "U" del marco. En estos casos se debe ajustar el "U" del marco a la metodología del presente Manual, de tal forma que la ventana en su conjunto tenga las mismas pérdidas de calor que la ventana calculada en base al método de los 3 componentes.

2.4.- Determinación del Área y Coeficiente de Transferencia de Calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

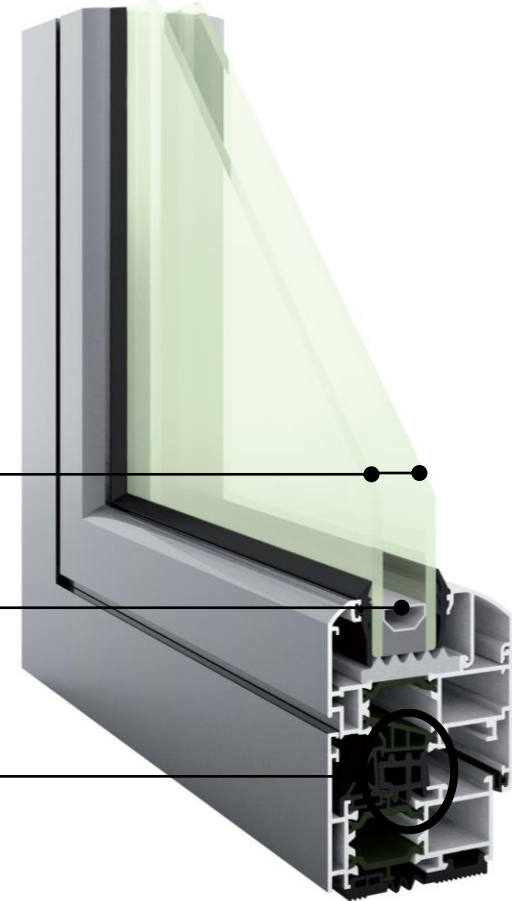
Ejemplo de cálculo de Ventanas

- Ventana de Doble Vidriado Hermético (DVH).
 - Vidrio de 3 mm de espesor.
 - Cámara de aire de 6 mm de espaciador.
 - Marco de aluminio con RPT.
 - Espero de marcos: 7 cm.
 - Área de marco: $0,23 \text{ m}^2$.
 - Área de vidrio: $0,96 \text{ m}^2$.

Vidrios de 3 mm

Espaciador 6 mm

Ruptura de Puente Térmico



2.4.- Determinación del Área y Coeficiente de Transferencia de Calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Ejemplo de cálculo de Ventanas – Modo 1

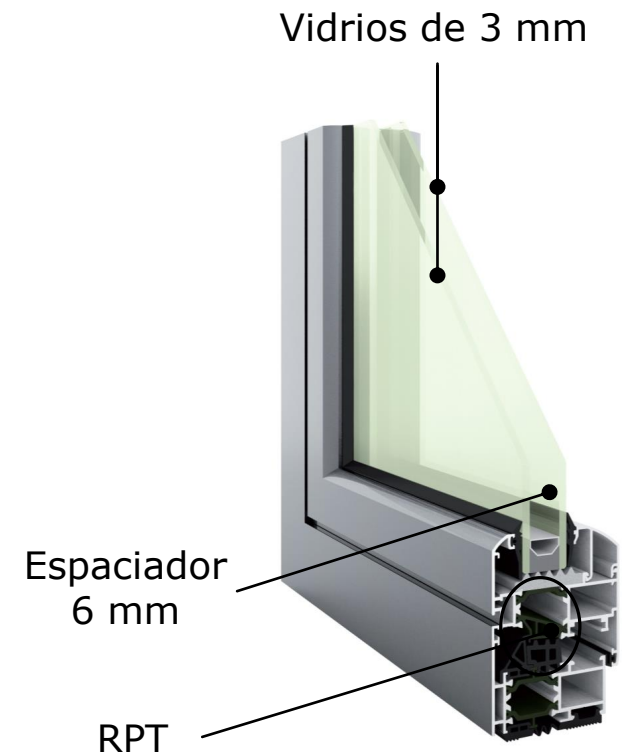
- Ventana de Doble Vidriado Hermético (DVH).

$$U_{ventana} = \frac{U_{vidrio}A_{vidrio} + U_{marco}A_{marco}}{A_{vidrio} + A_{marco}}$$

- Valor de U_{vidrio} :

Ancho del espaciador	U_{vidrio} (W/m ² K)
Vidrio monolítico (VM). Sin espaciador	5,80
DVH con espaciador de 6 mm	3,28
DVH con espaciador de 9 mm	3,01
DVH con espaciador de 12 mm	2,85
DVH con espaciador de 15 mm o mayor	2,80

$$U = 3,28 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$



2.4.- Determinación del Área y Coeficiente de Transferencia de Calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Ejemplo de cálculo de Ventanas – Modo 1

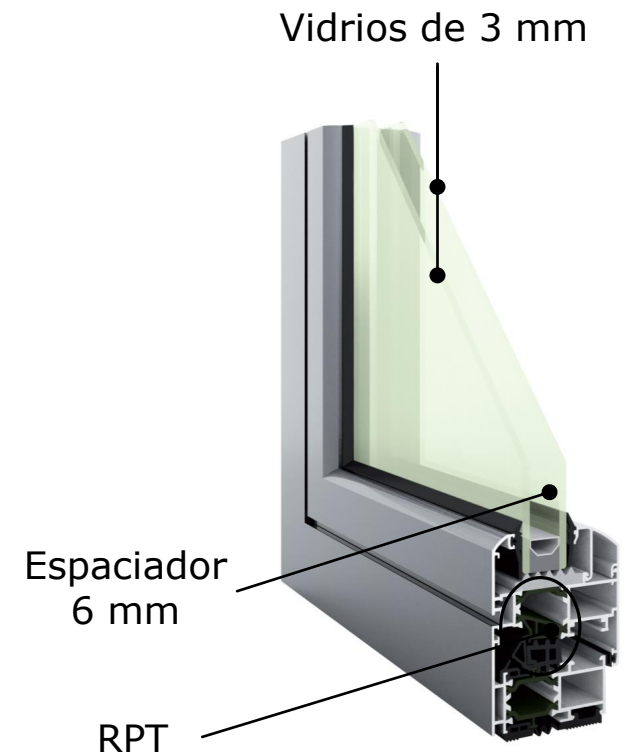
- Ventana de Doble Vidriado Hermético (DVH).

$$U_{ventana} = \frac{U_{vidrio}A_{vidrio} + U_{marco}A_{marco}}{A_{vidrio} + A_{marco}}$$

- Valor de U_{marcos} para marcos **No Macizos**:

Tipo de marco	U_{marco} (W/m ² K)
Metal sin RPT	5,8
Al con RPT	3,3
PVC	2,8
Madera	2,6

$$U = 3,3 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$



2.4.- Determinación del Área y Coeficiente de Transferencia de Calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Ventanas

Ejemplo de cálculo de Ventanas – Método 1

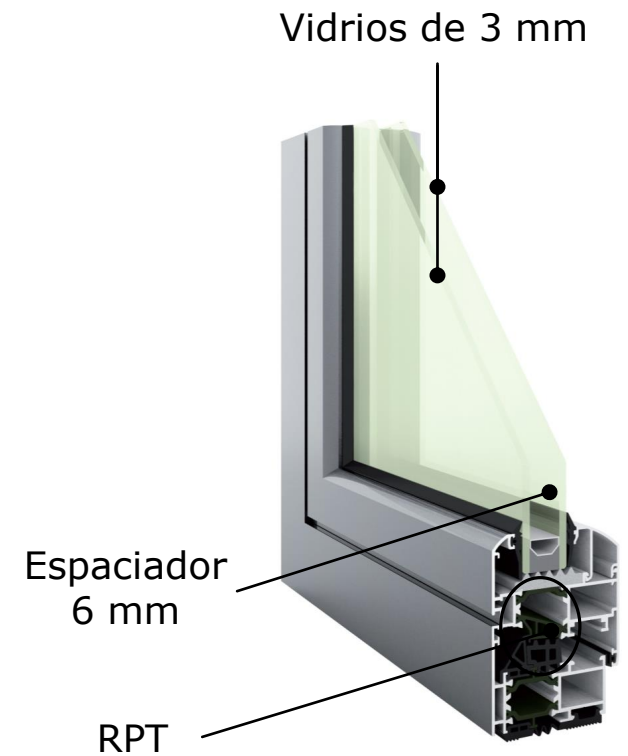
- Ventana de Doble Vidriado Hermético (DVH).

$$U_{ventana} = \frac{U_{vidrio}A_{vidrio} + U_{marco}A_{marco}}{A_{vidrio} + A_{marco}}$$

Vidrio		Marco	
U	Área	U	Área
3,28	0,96	3,3	0,23
Área vidrio		Área marco	

$$U_{ventana} = \frac{3,28 \cdot 0,96 + 3,3 \cdot 0,23}{0,96 + 0,23}$$

$$U_{ventana} = 3,28 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



2.4.- Determinación del Área y Coeficiente de Transferencia de Calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

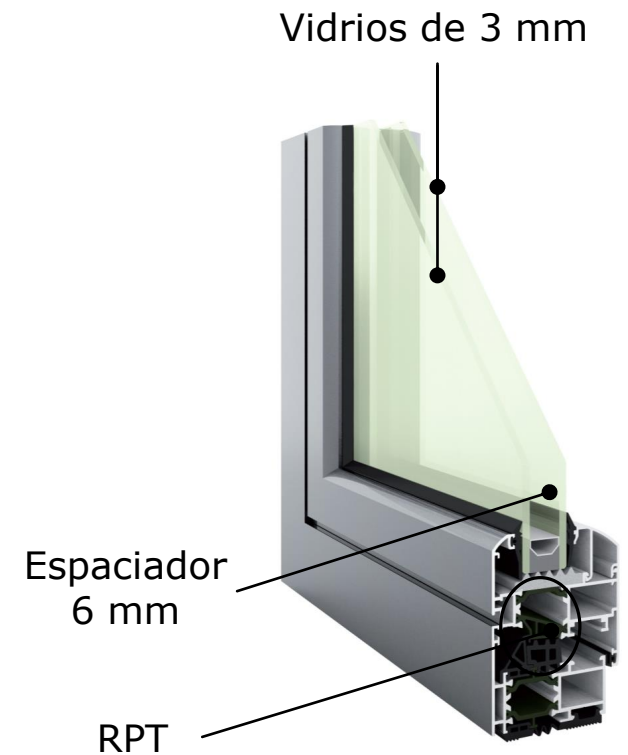
Ventanas

Ejemplo de cálculo de Ventanas – Modo 2

- Ventana de Doble Vidriado Hermético (DVH).

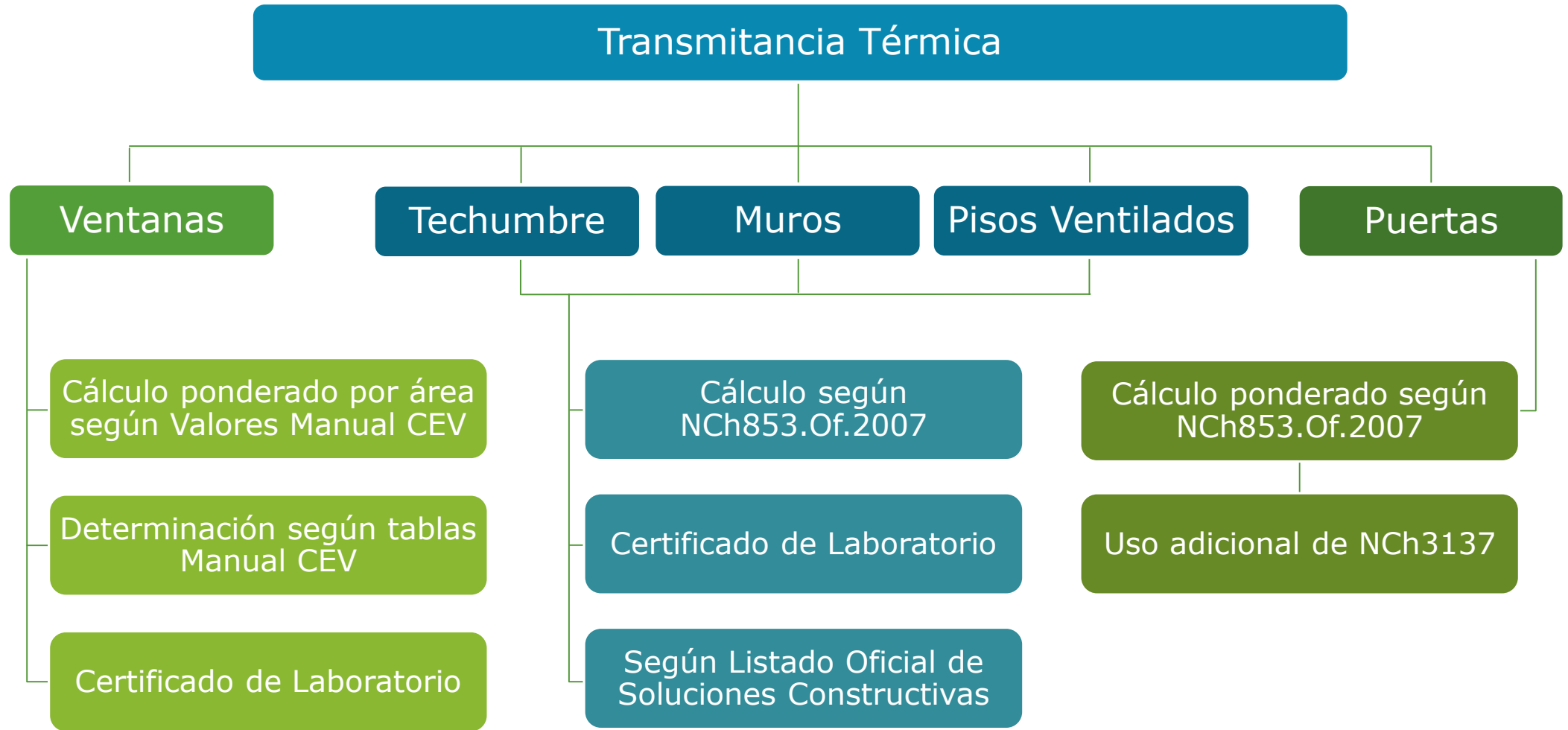
Tipo	Metal sin RPT	Al con RPT	PVC	Madera
VS	5.80	5.33	5.14	4.97
DVH 6 mm	3.58	3.28	3.17	3.10
DVH 9 mm	3.35	3.07	2.97	2.90
DVH 12 mm	3.20	2.94	2.84	2.79
DVH 15 mm o más	3.16	2.89	2.80	2.75

$$U = 3,28 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados **Modo 1:** Cálculo según NCh853.

- Cálculo del valor de U en conformidad a la normativa oficial NCH853(INN2007), debiendo adjuntar el evaluador en dicho caso una **memoria de cálculo correspondiente**.
- A su vez, para obtener los valores de conductividad térmica de los materiales, existen tres opciones:
 1. Utilizar los valores del Anexo A de la Norma NCh853 (INN 2007).
 2. Avalar valor de conductividad térmica a través de certificado de ensayo del material. Para ello, el laboratorio debe encontrarse inscrito en el registro oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
 3. Utilizar un valor de conductividad indicado en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU. En este caso se debe indicar el código del material aislante o solución constructiva de donde se obtuvo el valor de conductividad térmica y se debe adjuntar una copia de la ficha correspondiente.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados **Modo 1:** Cálculo según NCh 853.

- Para esta calificación se deja sin efecto la condición estipulada en el artículo 4.1.10 de la O.G.U.C respecto de exceptuar del cumplimiento de las exigencias térmicas a los elementos estructurales (pilares, cadenas y vigas) en albañilerías confinadas, debiendo incluir estos elementos en el cálculo de la transmitancia térmica del sistema constructivo.
- Al calcular la transmitancia térmica a través de la norma NCh 853, la CEV acepta un cálculo simplificado de transmitancia térmica ponderada en muros de estructura metálica o de madera, utilizando los porcentajes de estructura que se indican en la tabla siguiente:

Tipo de estructura	% de estructura a considerar
Tabiquería de estructura metálica	10%
Tabiquería de estructura de madera	15%

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados **Modo 2:** Certificado de Laboratorio.

- Certificado de ensayo de la solución constructiva (en base a la norma NCh851, INN2008).
- Este certificado de ensayo debe ser emitido por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y debe formar parte de la carpeta de calificación.

Link:

<http://proveedorestecnicos.minvu.cl/>



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Modo 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

- Utilizar una solución constructiva que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Al utilizar esta alternativa, se deberá identificar el código y nombre de la solución en la definición del muro, la solución constructiva utilizada y se debe adjuntar una copia de la ficha correspondiente, la que debe formar parte de la carpeta de la calificación.

<http://www.minvu.cl/>

The screenshot shows the MINVU ALO website. The header includes the logo of the Ministerio de Vivienda y Urbanismo, the text 'Gobierno de Chile', and the contact information 'MINVU ALO 600 901 11 11' with a note 'DESDE CELULARES 02 2 901 11 11'. The navigation menu has tabs for SUBSIDIOS, VIVIENDA (highlighted with a red box), BARRIO, CIUDAD, MINISTERIO, EMERGENCIAS, and OIRS. Below the navigation menu, there are links for MÁS NOTICIAS, BIBLIOTECA, MARCO NORMATIVO, GUÍAS DE AYUDA, PREGUNTAS FRECUENTES, OTROS SITIOS, OFICINAS REGIONALES, and CONTACTENOS. The main content area features a banner for 'MI VIVIENDA' with a photo of a woman and child. Below the banner, there are four columns of links: 'Subsidios Habitacionales', 'Ayuda para el Postulante', 'Información Técnica y Legal', and 'Novedades'. The 'Ayuda para el Postulante' column has a red box around the link 'Listados Técnicos Oficiales'. A red arrow points from the 'VIVIENDA' menu tab to this link. The 'Listados Técnicos Oficiales' link is also highlighted with a red box.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 1

Código

Nombre Solución Constructiva

1.2.M.B1.6		Ladrillo Fiscal Industrializado (290 mm x 140 mm x 50 mm)		
INSTITUCIÓN		Industrias Princesa Ltda.	VIGENCIA	Marzo 2019
MECANISMO DE ACREDITACIÓN				
Cálculo NCh 853		----	Informes de Ensaye NCh 851	X
Ensayes Asociados		----	Institución	N° Informe
NCh	Institución	N° Informe	UBB	16162
851	----	----		16160
850	----	----		16161
AISLANTE TÉRMICO				----
Nombre		----		
Densidad		Conductividad Térmica (λ)	Fuente Conductividad Térmica	
[kg/m³]		[W/m°C]	NCh 853	Informes de Ensaye N°
----		----	----	----

ZONA TÉRMICA	ESPESOR AISLANTE [mm]	RESISTENCIA TERMICA (Rt) [m²K/W]	TRANSMITANCIA TERMICA (U) [W/m²K]	RESISTENCIA AL FUEGO	
1	0	0,48	2,08	F-90	
2	0				
3	0				
4	0				
5	0			Código Listado Fuego	A.2.2.90.01
6	0			Informe de ensaye N°	877.205
7	0			Institución	IDIEM

Valores de Transmitancia Térmica según espesor de aislante requerido por cada zona térmica.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 1

ZONA TÉRMICA	ESPESOR AISLANTE [mm]	RESISTENCIA TÉRMICA (Rt) [m²K/W]	TRANSMITANCIA TÉRMICA (U) [W/m²K]	RESISTENCIA AL FUEGO	
1	0	0,48	2,08	F-90	
2	0				
3	0				
4	0				
5	0			Código Listado Fuego	A.2.2.90.01
6	0			Informe de ensaye N°	877.205
7	0			Institución	IDIEM

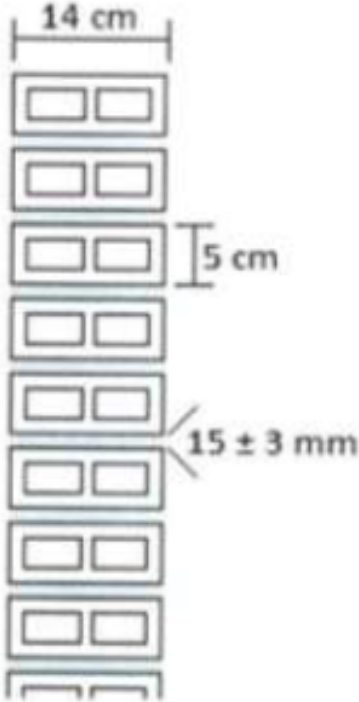
2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 1

Descripción Solución Constructiva	Detalle Constructivo
Muro de albañilería constituido con ladrillos cerámicos hecho a máquina de nombre comercial "Ladrillo Fiscal Industrializado" de dimensiones 290 x 140 x 50 [mm], utilizando un mortero de pega de dosificación 1:3 en volumen, de 15 mm de espesor promedio entre ladrillos (con un máximo de 18 mm y un mínimo de 12 mm). El peso nominal de cada ladrillo es de 1,7 kilogramos.	

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 2

Código 1.2.M.C26.8	Muro tabique perimetral con montantes de acero galvanizado tipo C de 60x38x0,85mm, exterior sistema EIFS Andes Termo FFS sobre fibrocemento 10mm, interior dos planchas de yeso cartón RF12,5mm.						
A. Único valor de Resistencia (Rt) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva							
RESISTENCIA TERMICA (Rt):	----- (m² *K/ W)			TRANSMITANCIA TERMICA (U)	----- (W/m² *K)		
B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:							
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Rt (m² *K/ W)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,78
U (W/m² *K)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,56
Espesor Aislante (mm)	30	30	30	30	30	30	55

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 2

Descripción de la Solución Constructiva				Genérico	----	Marca Comercial	X
Muro tabique perimetral conformado por montantes de acero galvanizado "Metalcón" tipo C de 60 x 38 x 0,85mm, distanciados entre ejes a máximo 40cm y de dos soleras (superior e inferior) 62 x 25 x 0,85mm. Esta estructura está forrada por una de sus caras con dos planchas de yeso cartón "Gyplac" RF de 12,5mm. La otra cara está revestida con una placa de fibrocemento "Permanit" de 10mm de espesor, sobre la cual se adosa el sistema Andes Termo FFS, consistente en la aplicación de poliestireno expandido de densidad 15kg/m^3 y espesor variable según zona térmica, adherido al fibrocemento con adhesivo Drybond o Styroglue. Sobre el poliestireno expandido se coloca el mismo Drybond o Styroglue, reforzado con malla de fibra de vidrio sobre este un imprimante y puente de adherencia Omegaflex Primer y Omegaflex Finish como terminación. Nota: Entre la estructura soportante y el forro que se fija por el lado interior debe ir colocada una barrera de vapor (por ejemplo, láminas de polietileno de 0,05 ó 0,10mm de espesor). En caso de incluir cantería, se debe aumentar el espesor del poliestireno expandido según su densidad.							
Forma de cumplir con las exigencias				Densidad material aislante	Institución		Vigencia
Certificado de ensaye	----	Cálculo (NCh 853)	X	15kg/m^3	Andes Construction Chile S.A.		NCh 853

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

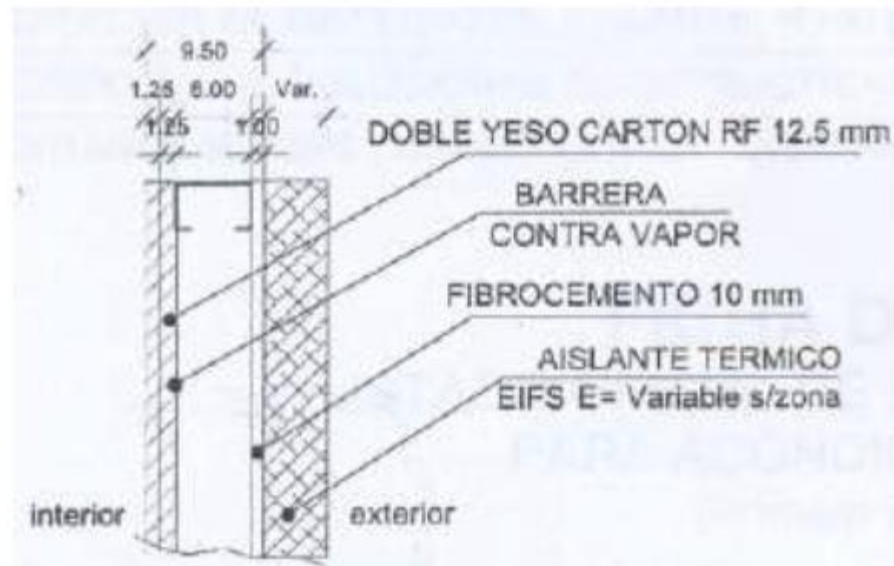
Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

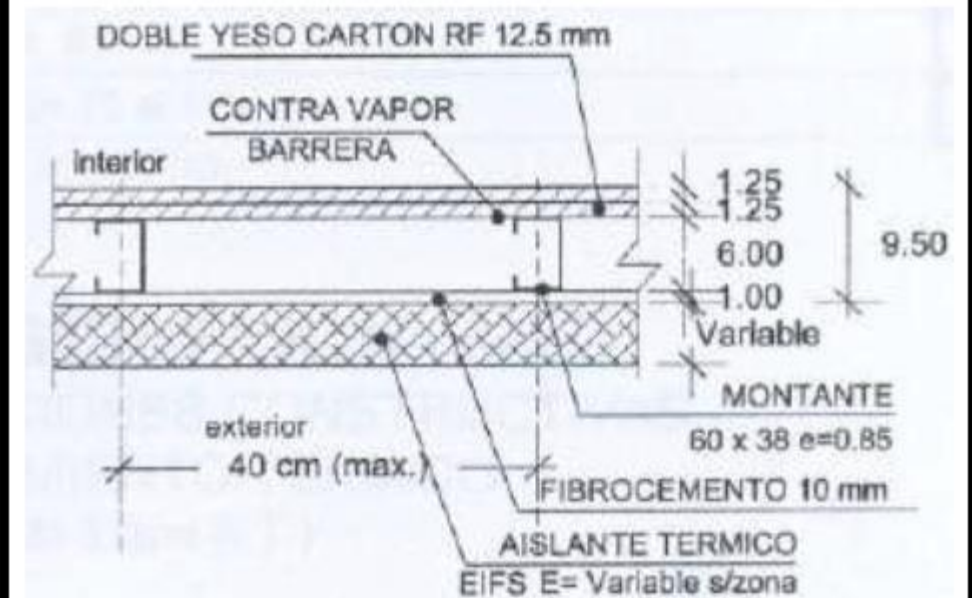
Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 2

Corte:

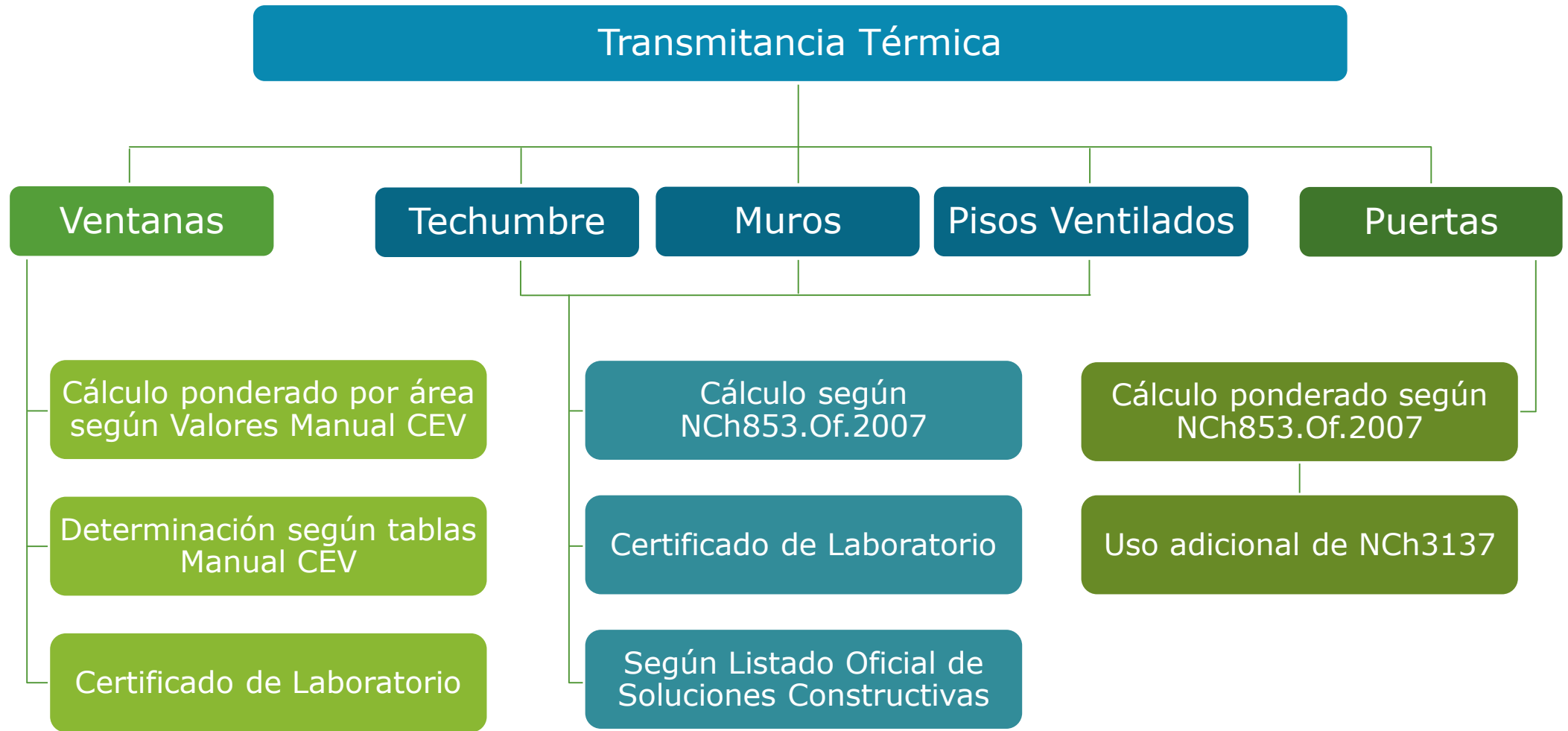


Detalle (opcional)



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Puertas

Método Único: Cálculo ponderado según NCh853.Of.2007

- En el caso de las puertas, si utiliza la opción de cálculo del “U”, se deben calcular como elementos heterogéneos simples (según NCh 853), considerando el marco, la puerta y la estructura de la puerta en forma separada y luego ponderando.
- Adicionalmente, se puede utilizar la norma NCh 3137.



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Puertas

Método Único: Cálculo ponderado según NCh853.Of.2007

- En caso de puertas con superficies vidriadas, considerar el área vidriada como ventana, descontado esta última del área de la puerta y adicionándola al área de las ventanas.
- Para todos los efectos de cálculo de propiedades, esta superficie vidriada y su marco se consideraran como una ventana.

Considerar como ventana



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
		Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27	Puertas		x	
28	Ventanas 1		x	
29	Ventanas 2		x	
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado			0,70
32	Muro 1		x	1,90
33	Muro 2		x	1,90
34	Muro 3		x	1,90
35	Techo 1		x	0,47
36	Techo 2		x	0,47
		Perímetro (m)	kl (W/Km)	

RVM

- Si el número de elementos con transmitancia térmica diferente excede el límite permitido individualmente en la planilla, los primeros elementos (los de mayor superficie) serán identificados en forma independiente según correspondan en el número de casillas disponibles.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

- En la última casilla, se considera el valor del área total (AT) restante y el "U" promedio (U), que se calcula según las ecuaciones siguientes:

$$U = \frac{U_{muros,3}A_{muros,3} + U_{muros,4}A_{muros,4} + \dots + U_{muros,n}A_{muros,n}}{A_T}$$

$$A_T = A_{muros,3} + A_{muros,4} + \dots + A_{muros,n}$$

- Este procedimiento es aplicable tanto para muros, como ventanas, pisos y techos.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

3.- Características térmicas de la envolvente					
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo					
		Area (m ²)	x	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27	Puertas		x		
28	Ventanas 1		x		
29	Ventanas 2		x		
30	Ventana en el techo				
31	Piso ventilado				0,70
32	Muro 1		x		1,90
33	Muro 2		x		1,90
34	Muro 3		x		1,90
35	Techo 1		x		0,47
36	Techo 2		x		0,47
RVM					
		Perímetro (m)		kl (W/Km)	
37	Piso en contacto con terreno 1				
38	Piso en contacto con terreno 2				

Pisos en contacto con el terreno

- Para este tipo de pisos se debe determinar el perímetro y transmitancia térmica lineal.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Cálculo de Transmitancia Térmica Lineal

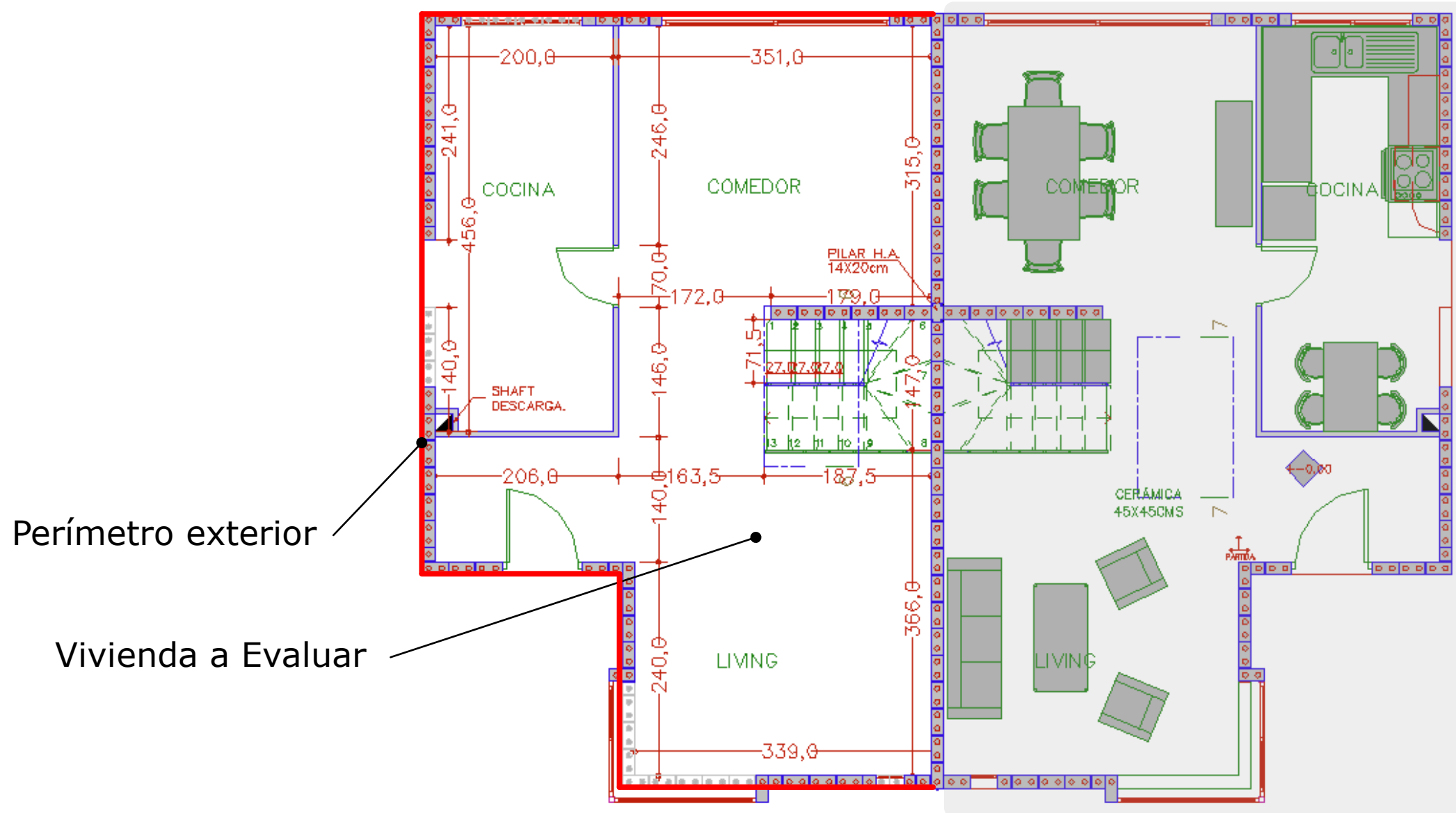
Piso en contacto con terreno

Cálculo según
NCh853.Of.2007

- Corresponde al caso en que el piso de la vivienda está directamente en contacto con el suelo (el caso de los radieres), ya sea a nivel de superficie o enterrado.
- En el caso de que bajo el piso de la vivienda exista un espacio de aire, entonces se debe considerar como piso ventilado.
- Para el piso en contacto con el terreno, se debe considerar una transmitancia térmica lineal (kl) y el perímetro de la construcción. Éste corresponde a todo el perímetro exterior de la vivienda, excluyendo el perímetro de los elementos medianeros o que comuniquen con otros espacios acondicionados.

© 2011 Pearson Education, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America.

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo



2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

Piso en contacto con terreno

Método de cálculo

- De acuerdo a NCh853, según la aislación de piso calculada de acuerdo a la resistencia térmica total R_T , se debe determinar la transmitancia térmica línea K_ℓ de acuerdo a los valores de la siguiente tabla:

Tabla 4 - Transmitancia térmica lineal, según aislación del piso considerado

Aislación del piso o radier	Resistencia térmica total, R_T $\text{m}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{W}$	Transmitancia térmica lineal, K_ℓ $\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$
Corriente	0,15 - 0,25	1,4
Medianamente aislado	0,26 - 0,60	1,2
Aislado	> 0,60	1,0

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
		Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)
27	Puertas		x	
28	Ventanas 1		x	
29	Ventanas 2		x	
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado			0,70
32	Muro 1		x	1,90
33	Muro 2		x	1,90
34	Muro 3		x	1,90
35	Techo 1		x	0,47
36	Techo 2		x	0,47
		Perímetro (m)	kl (W/Km)	
37	Piso en contacto con terreno 1			
38	Piso en contacto con terreno 2			

Valores de U máximos

- En esta columna la herramienta CEV indican los valores de transmitancias térmicas máximas admisibles por elemento constructivo, según reglamentación térmica para cada zona.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

► Valores máximos de Transmitancia Térmica según zona térmica:

1.- Características de la vivienda	
1.1.- Datos generales e identificación del proyecto	
1	Tipo de Calificación Calificación Energética
2	Ubicación del proyecto Zona 1 - A
	Comuna Huechuraba
	Región RM
3	Identificación de la vivienda a evaluar
4	Nombre del proyecto
5	Dirección de la vivienda
6	Tipo de vivienda Casa aislada
7	Rol vivienda
8	Evaluador energético
9	Rol registro de Evaluadores:
	RUT Evaluador
10	Fecha de emisión:
11	Fecha de vencimiento:
12	Informe de Evaluación N°:
13	Solicitado por:
	RUT Mandante
1.2.- Descripción general de los elementos de la envolvente (esto sólo se utiliza en la confección del certificado)	

<

>

Inicio

CE_Chile

Datos Informe y Etiqueta

Resultados Detallados

Notas1

Notas2

Notas3

Calculo Fa

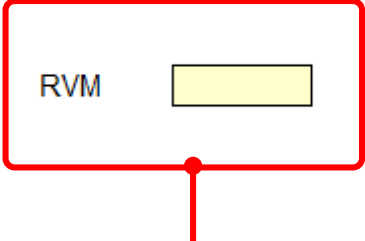
+

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
		Area (m²)	U (W/Km²)	Umax (W/Km²)
27	Puertas		x	
28	Ventanas 1		x	
29	Ventanas 2		x	
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado			0,70
32	Muro 1		x	1,90
33	Muro 2			
34	Muro 3			
35	Techo 1			
36	Techo 2			
37	Piso en contacto con terreno 1			
38	Piso en contacto con terreno 2			

RVM



Relación Ventana – Muro

- En esta celda, se indica la relación del área de ventanas respecto del área de muros de la vivienda.

$$RVM = \frac{A_{ventana}}{A_{muros,e}}$$

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

$$RVM = \frac{A_{ventana}}{A_{muros,e}}$$

- $A_{ventana}$: Área total de las ventanas de la vivienda en m², incluyendo área de vidrio y marco.
- $A_{muros,e}$: Área total de muro bruto en contacto con el exterior, en m². Se entiende por área de muro bruto la superficie de muros exteriores incluyendo los muros, ventanas y puertas. Es decir, esto corresponde a la suma de las superficies de las filas 27, 28, 29, 32, 33 y 34 de la planilla.
- En el caso que el valor de RVM para una vivienda sea mayor de 0,70, se debe llevar a cabo el cálculo dinámico a través del software CCTE, que permite simular el comportamiento dinámico de la vivienda.
- Si el valor de RVM es menor a 0,70, se puede ocupar indistintamente el software CCTE y realizar el cálculo de la demanda de forma dinámica.

2.4.- Cálculos de los coeficientes de transferencia de calor

Ítem 3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo

- El uso de esta opción debe indicarse en el ítem 4, correspondiente a las filas 45 a 47. En la fila 45 se puede escoger entre las opciones de cálculo estático o dinámico.

4.- Definición de la metodología a usar en cálculo de la demanda de calefacción		
45	Seleccionar el tipo de cálculo	Cálculo Dinámico de la Demanda (CCTE) Cálculo Estático de la Demanda Cálculo Dinámico de la Demanda (CCTE)
4.1.- Demanda calefacción utilizando el programa CCTE		
46	Demanda de calefacción de la vivienda	54,0 (kWh/ m2 año)
47	Demanda de calefacción de la referencia	75,8 (kWh/ m2 año)

- En caso de seleccionar el cálculo estático, las filas 46 y 47 no deben ser utilizadas y se debe cuidar que dichas celdas indiquen un valor nulo o que queden vacías.
- En caso de seleccionar el cálculo dinámico (CCTE), se debe ingresar:
 - Fila 46:** Demanda de calefacción de la vivienda, obtenido del programa CCTE.
 - Fila 47:** Demanda de calefacción de la referencia, obtenido del programa CCTE.

Autoevaluación 4

Se debe responder en grupos de 2 a 3 personas

11.- ¿Cuáles son métodos de acreditación válidos para respaldar el valor de transmitancia térmica de una ventana?

12.- ¿Cuál es la metodología para determinar la transmitancia térmica de una puerta no maciza?

13.- Debido a que existen tres métodos para la determinación de Transmitancia Térmica en ventanas, ¿Qué valor se ocupa en caso de obtener distintos resultados?

14.- ¿Cómo debe ser calculado un radier (piso en contacto con terreno) de una casa pareada?



Autoevaluación 4

Se debe responder en grupos de 2 a 3 personas

11.- ¿Cuáles son métodos de acreditación válidos para respaldar el valor de transmitancia térmica de una ventana?

R: Memoria de cálculo de Nch853 Of.2007, Tablas Manual CEV o Certificado de ensayo de un laboratorio válido.

12.- ¿Cuál es la metodología para determinar la transmitancia térmica de una puerta no maciza?

R: Se debe calcular el marco, la estructura y la puerta por separado, como un elemento heterogéneo simple y luego ponderar en función de las respectivas superficies para obtener un U único.

13.- Debido a que existen tres métodos para la determinación de Transmitancia Térmicas en ventanas, ¿Qué valor se ocupa en caso de obtener distintos resultados?

R: Cualquiera de los tres métodos es válido y se debe utilizar el valor que elija el evaluador de acuerdo con su criterio.

14.- ¿Cómo debe ser calculado un radier (piso en contacto con terreno) de una casa pareada?

R: En primer lugar se debe calcular el perímetro exterior a excepción de muro medianero, luego se debe determinar el factor KI según NCh 853 Of.2007.



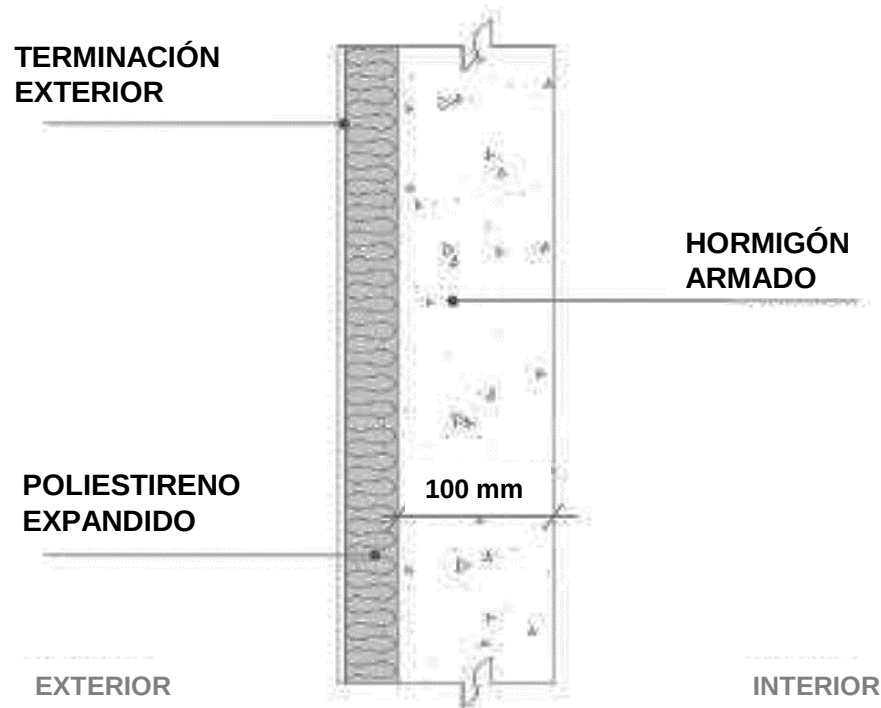
Taller de Ejercicios

**Demanda de energía y
envolvente térmica**

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: Determine la Transmitancia Térmica del muro descrito a continuación.

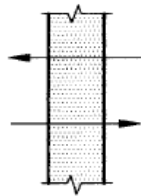
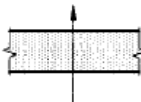
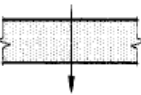
- Muro de hormigón armado de 100 mm de espesor ($d = 2.400 \text{ kg/m}^3$ y $\lambda = 1,63 \text{ W/mK}$) con aislante exterior adherido a la cara del muro, correspondiente a poliestireno expandido de 20 mm de espesor ($d = 15 \text{ kg/m}^3$, y $\lambda = 0,0413 \text{ W/mK}$).
- El revestimiento exterior corresponde a mortero de cemento de 10 mm de espesor ($d = 2.000 \text{ kg/m}^3$ y $\lambda = 1,4 \text{ W/mK}$).
- La solución constructiva se implementara en un conjunto habitacional en Santiago.



2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: Respuesta

Método 1: Cálculo según NCh853

Resistencias térmicas de superficie en m² x K/W							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,10}{1,63} + \frac{0,02}{0,0413} + \frac{0,01}{1,40} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = 1,38 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: **Respuesta**

Método 2: Determinación según Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Código 1.2.G.A5		Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante exterior de poliestireno expandido				
Descripción de la Solución Constructiva				Genérico	X	Marca Comercial ----
Muro de hormigón armado de 100 mm de espesor mínimo con aislante exterior adherido a la cara del muro, correspondiente a poliestireno expandido de densidad 15 kg/m³ o superior. La capa de terminación exterior corresponde a un mortero delgado sobre malla de fibra de vidrio						
Forma de cumplir con las exigencias				Densidad material aislante	Institución	Vigencia
Certificado de ensaye	----	Cálculo (NCh 853)	X	15 kg/m ³	Instituto Chileno del Cemento y el Hormigón	NCh 853

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: Respuesta

Método 2: Determinación según Listado Oficial de Soluciones Constructivas

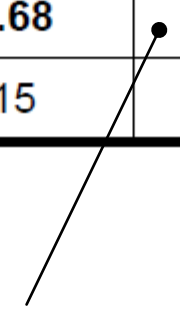
Código 1.2.G.A5	Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante exterior de poliestireno expandido
---------------------------	--

A. Único valor de Resistencia (R_t) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva

RESISTENCIA TÉRMICA (R_t):	--- ($m^2 \cdot K / W$)	TRANSMITANCIA TÉRMICA (U)	--- ($W / m^2 \cdot K$)
-----------------------------------	---------------------------	----------------------------------	---------------------------

B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
R_t ($m^2 \cdot K / W$)	0.59	0.59	0.59	0.71	0.71	0.95	1.68
U ($W / m^2 \cdot K$)	2.11	2.11	1.68	1.68	1.40	1.04	0.59
Espesor Aislante (mm)	10	10	15	15	20	30	60

$$U = 1,40 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$


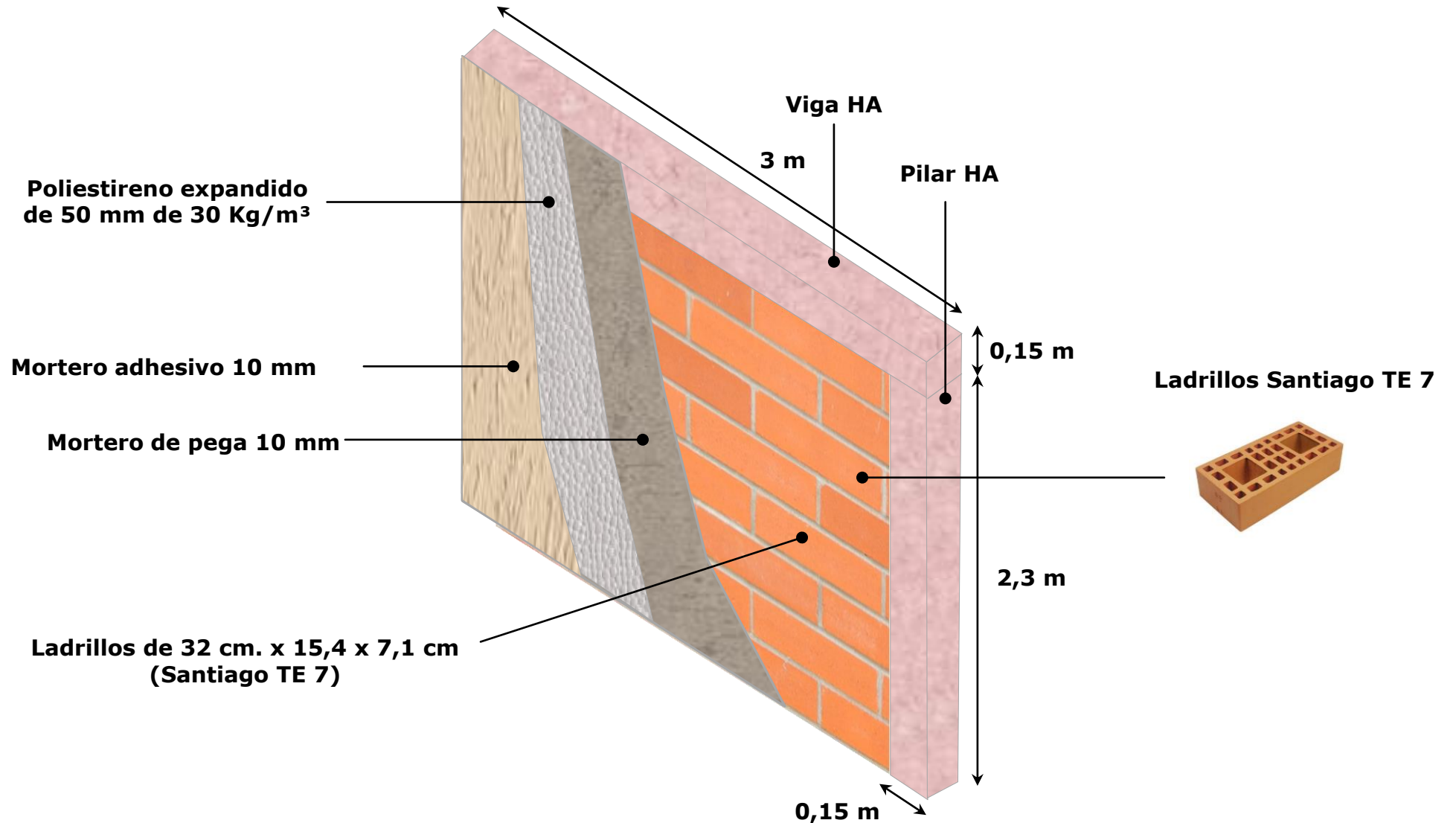
2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Determinar la Transmitancia Térmica de un muro de albañilería.

- Muro de albañilería confinada compuesta por ladrillos de 32 x 15,4 x 7,1 cm (Santiago TE 7) con una tendel y llaga de 15 mm.
- El muro se encuentra aislado exteriormente por un sistema EIFS, compuesto con un mortero de pega especial ($\lambda = 1,13 \text{ W/mK}$, valor obtenido mediante ensayo) de 10 mm adherido al sustrato, una placa de poliestireno expandido ($\lambda = 0,0361 \text{ W/mK}$) de 50 mm de espesor (densidad 30 Kg/m^3) y una terminación de mortero adhesivo de 10 mm pintado color beige grano fino ($\lambda = 1,40 \text{ W/mK}$).
- Además el muro posee cadenas y pilares de hormigón armado ($\lambda = 1,63 \text{ W/mK}$) de 15,4 cm de espesor. Las cadenas tienen 3 m de largo y 15 cm de ancho, a su vez, los pilares son de 2,3 m de alto y 15 cm de espesor.
- **Importante:** La solución constructiva global no se encuentra en el listado de soluciones constructivas y en el listado de materiales de la normativa NCh853 no se encuentran el valor de (λ) para ladrillos perforados hechos a máquina.

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Determinar la Transmitancia Térmica de un muro de albañilería.

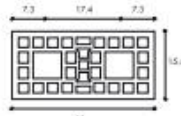


2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Ficha Técnica Fabricante

SANTIAGOTE 7	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 7,1
peso [kg.] ⁽²⁾	3,15
unidades/m2. cantería 1,5 cm	35
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	11,5 unid.
zona térmica	1, 2 y 3



SantiagoTE

Propiedades del Producto

- Resistencia a la compresión: $\geq 150 \text{ Kg/cm}^2$
- Adherencia al mortero: $\geq 4,0 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia al fuego: F 180
- Aislación acústica ⁽³⁾: $\geq 45 \text{ dB (A)}$
- Transmitancia térmica ⁽⁴⁾: $\leq 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Absorción de agua: $\leq 14 \%$

Fuente: Idiem

⁽¹⁾ Tolerancia dimensional según NCh 169 Of. 2001
⁽²⁾ El peso del producto se mide en base seca
⁽³⁾ Índice de reducción acústica obtenida en ensayo sobre muro dividido con ladrillo sin llenado de huecos con mortero
⁽⁴⁾ Ensayo de transmitancia térmica sin revestimiento

Normas

Ladrillo MqP Grado 1, según clasificación de la NCh 169 Of. 2001, que satisface los requisitos especificados en la NCh 1928 Of. 93 modificada el 2003 y NCh 2123 Of. 97 modificada el 2009.
Cumple con las reglamentaciones acústica y térmica, incorporadas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Usos

Ladrillo diseñada para ser utilizado en muros perimetrales y medianeros de vivienda, edificios y estructuras sismorresistentes

Productos Especiales

SantiagoTE Mitad

Para solucionar terminaciones en vanos de ventanas y puertas.



SANTIAGOTE 7	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 7,1
peso [kg.] ⁽²⁾	3,15
unidades/m2. cantería 1,5 cm	35
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	11,5 unid.
zona térmica	1, 2 y 3

SANTIAGOTE 9	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 9,4
peso [kg.] ⁽²⁾	4,19
unidades/m2. cantería 1,5 cm	27
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	9 unid.
zona térmica	1, 2, 3 y 4

SANTIAGOTE 11	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 11,3
peso [kg.] ⁽²⁾	4,78
unidades/m2. cantería 1,5 cm	23
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	7,5 unid.
zona térmica	1, 2, 3, 4 y 5

Terminaciones

Para albañilería a la vista



Liso Rasguñado Mediterráneo Milán Rústico

Para estuco



Rayado





Edición: agosto 2014

Avenida Goussier 3120, Rincón 14 - Las Condes - Santiago - Chile

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Código 1.2.M.B8.1	Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 7"
-----------------------------	--

A. Único valor de Resistencia (R_t) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva

RESISTENCIA TERMICA (R_t):	0.53 ($m^2 \cdot K / W$)	TRANSMITANCIA TERMICA (U)	1.9 ($W / m^2 \cdot K$)
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
R_t ($m^2 \cdot K / W$)	---	---	---	---	---	---	---
U ($W / m^2 \cdot K$)	---	---	---	---	---	---	---
Espesor Aislante (mm)	---	---	---	---	---	---	---

Descripción de la Solución Constructiva	Genérico	----	Marca Comercial	X
El muro ensayado corresponde a un muro de albañilería de 2,2 m de ancho y 2,4 m de alto, el cual se utilizara como muro perimetral de edificios. El muro esta construido con ladrillos cerámicos hechos a máquina de nombre comercial "Santiago Te 7" de dimensiones nominales 320 mm x 154 mm x 71 mm, utilizando un mortero de pega de dosificación 1:3 en volumen, con 15 mm +/- 3 mm de espesor entre ladrillos.				

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: **Respuesta**

Transmitancia Térmica unidad de ladrillo "Santiago Te 7" con mortero de pega:

$$R_{Ladrillo\ con\ mortero} = 0,53 \left[\frac{m^2 K}{W} \right] \leftarrow \begin{array}{|l|} \hline R_{si} + R_{se} \text{ ya se encuentran contenidos} \\ \hline \text{dentro de resistencia entregada} \\ \hline \end{array}$$

$$U_{Muro\ albañilería+EIFS} = \frac{1}{R_{Ladrillo\ con\ mortero} + R_{Sistema\ EIFS}} = \frac{1}{\begin{array}{|c|} \hline 0,53 \\ \hline R_t \text{ ladrillo} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \frac{0,01}{1,13} + \frac{0,05}{0,0361} + \frac{0,01}{1,4} \\ \hline R_t \text{ EIFS} \\ \hline \end{array}} = 0,52 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Superficie Muro Albañilería = 6,21 m²

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: **Respuesta**

Transmitancia térmica vigas y pilares de hormigón de 15,4 cm de espesor:

$$U_{Hormigón Armado} = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} = \frac{1}{\underset{R_{si}}{0,12} + \underset{\substack{R_t \\ \text{hormigón}}}{\frac{0,154}{1,63}} + \underset{R_t \text{ EIFS}}{\frac{0,01}{1,13} + \frac{0,05}{0,0361} + \frac{0,01}{1,4}} + \underset{R_{se}}{0,05}} = 0,6 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Superficie pilares y cadena 1,14 m²

2.5.- Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Valor final de Transmitancia Térmica ponderada:

$$U = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Superficie Muro Albañilería = 6,21 m²

Superficie Pilares y Muros 1,14 m²

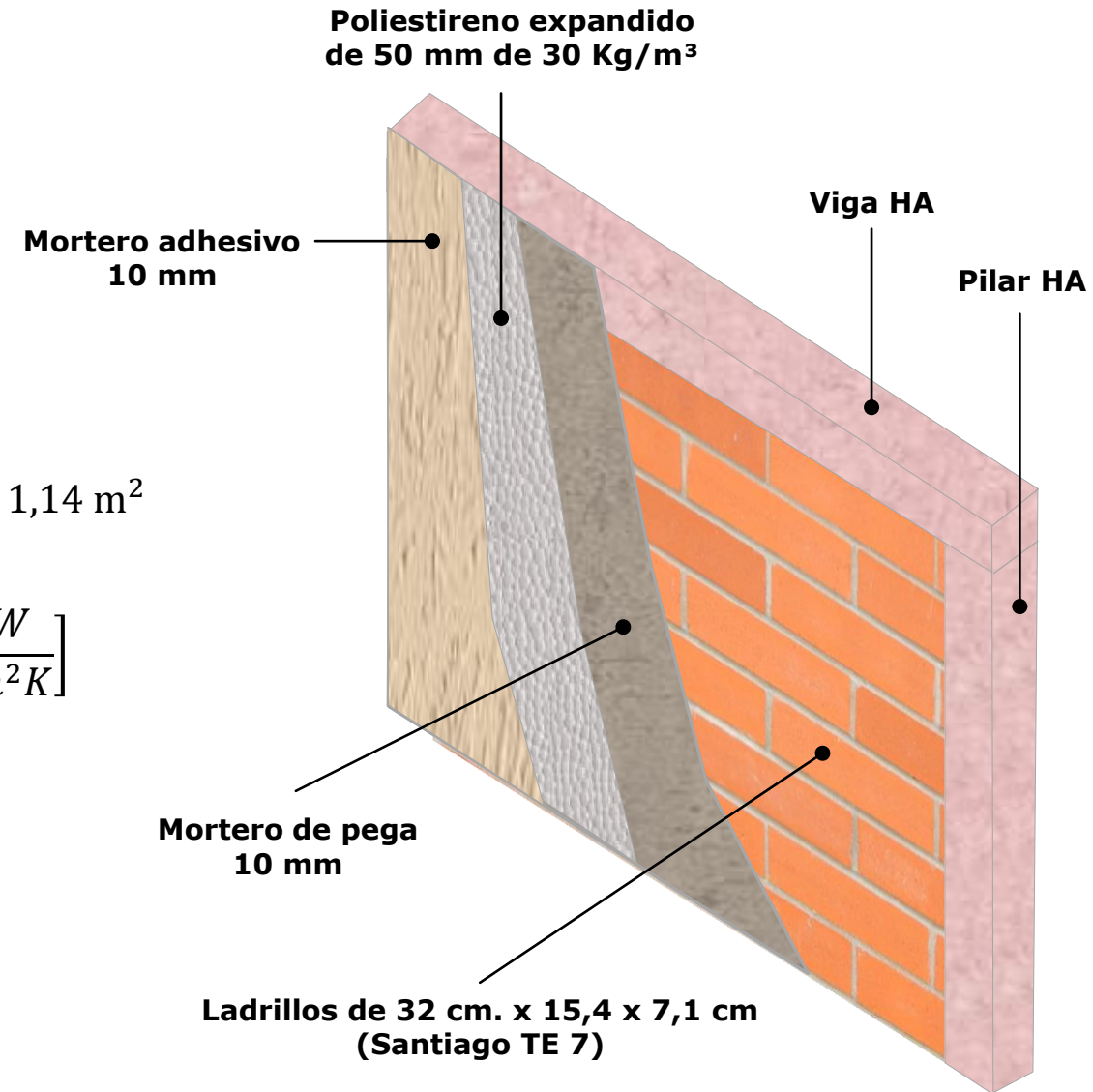
$$U_{\text{Muro albañilería+EIFS}} = 0,52 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U_{\text{Hormigón Armado}} = 0,6 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Albañilería + EIFS		Hormigón A + EIFS	
U	Área	U	Área
0,52	6,21	0,6	1,14

$$U = \frac{0,52 \cdot 6,21 + 0,6 \cdot 1,14}{6,21 + 1,14} = 0,53 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Área Albañilería + EIFS	Área Hormigón + EIFS
6,21	1,14





Fin Módulo

Demanda de energía y envolvente térmica

Gracias