



## Mejoramiento de la envolvente térmica

### Tabla de contenidos

¿Qué es la envolvente?    Calidad de la envolvente    Norma chilena y certificación CES

Soluciones típicas    ⇒    Muros envolventes    ⇒    Vanos (ventanas)    ⇒    Cubiertas y pisos

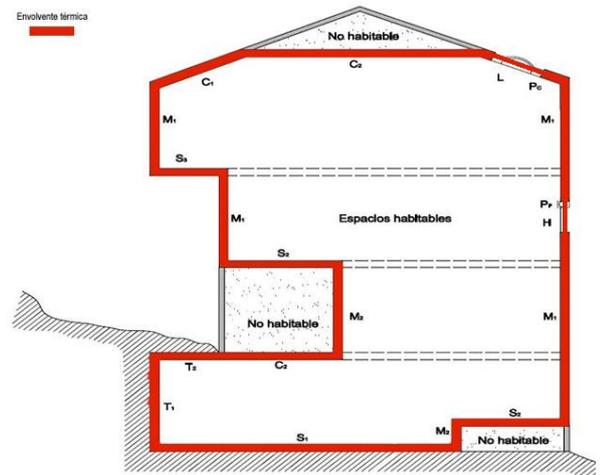
Solución implementada en el CSS    ⇒    Solución para puertas    ⇒    Solución para ventanas y mamparas    ⇒    Solución para muros

Glosario

### ¿Qué es la envolvente?

La envolvente térmica se puede definir como aquel conjunto de cerramientos que separan el interior de una construcción con el exterior. De este modo, se pueden identificar los siguientes componentes de una envolvente (ordenados de mayor a menor importancia):

- Cubiertas o techos
- Fachadas
- Pisos



Cubiertas		
Fachadas		
Pisos		

La envolvente térmica juega un rol fundamental en el gasto energético de una construcción, ya sea un edificio o una casa. Una envolvente bien pensada y bien implementada, permitirá tener un menor gasto en climatización a lo largo de la vida útil de la construcción.

### Calidad de la envolvente

La calidad de una envolvente térmica se mide en el llamado valor U o transmitancia térmica de sus componentes. El valor U se refiere al flujo de calor que pasa por unidad de área de un elemento constructivo y por el grado de diferencia de

temperatura entre dos ambientes que se encuentran separados por dicho elemento. En palabras más simples, el valor U representa la facilidad que tiene el calor para pasar por dicho material, entonces, **para materiales aislantes se buscan valores U pequeños**. Más información sobre este concepto en aquí ([https://es.wikipedia.org/wiki/Transmitancia\\_t%C3%A9rmica](https://es.wikipedia.org/wiki/Transmitancia_t%C3%A9rmica))





## Norma chilena y certificación CES

La norma chilena NCh1079:Of.2008 establece los siguientes valores como recomendados:

Valor U para cubiertas	ZONA CLIMÁTICA								
	1 NL	2 ND	3 NVT	4 CL	5 CI	6 SL	7 SI	8 SE	9 AN
Valor U (W/m <sup>2</sup> K)	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,25	0,25
R100 (m <sup>2</sup> K/W *100)	111	111	153	153	236	236	319	386	386

Valor U para muros	ZONA CLIMÁTICA								
	1 NL	2 ND	3 NVT	4 CL	5 CI	6 SL	7 SI	8 SE	9 AN
Valor U muros (W/m <sup>2</sup> K)	2	0,5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3
R100 muros (m <sup>2</sup> K/W *100)	33	183	108	108	150	150	183	233	316

Mientras que la certificación CES (Certificación edificio sustentable), que es una certificación chilena orientada a las edificaciones de uso público (como nuestro colegio), establece valores más exigentes y además se incluyen valores para las ventanas:

Nivel	Transmitancia térmica (U - W/m <sup>2</sup> K) para cubierta y pisos ventilados									Puntaje*
	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	An	
Bueno*	0,40	0,25	0,40	0,35	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15	3
Aceptable*	0,85	0,38	0,60	0,60	0,47	0,38	0,33	0,25	0,33	2
Mínimo**	1,35	0,80	0,90	0,90	0,80	0,70	0,60	0,30	0,50	

Nivel	Transmitancia térmica (U - W/m <sup>2</sup> K) para muros y ventanas, y Factor Solar Modificado (FSM) <sup>2</sup> para ventanas en fachadas <sup>3</sup> y cubierta										Puntaje*
	Elemento	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	An	
Bueno*	U - Muro	2,1	0,80	0,90	0,90	0,80	0,70	0,60	0,30	0,50	6
	U - ventana y luc.	3,6	2,8	2,8	2,8	1,6	1,6	1,2	1,6		
	FSM - N y NE/NO	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	-	-	
	FSM - E/O	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	-	-	
Aceptable*	U - Muro	2,1	0,80	0,90	0,90	0,80	0,70	0,60	0,30	0,50	4
	U - ventana y luc.	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	1,9	1,9	1,6	1,9	
	FSM - N y NE/NO	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-	
	FSM - E/O	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	
	FSM - lucernario	0,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,3	
Mínimo** <sup>4</sup>	U - Muro	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
	U - ventana y lucernarios <sup>3</sup>	5,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	
	FSM - N y NE/NO	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	-	0,75	-	-	
	FSM - E/O	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	0,6	-	-	

Es importante mencionar que el CSS se encuentra en la zona geográfica número 5 o CI (central interior), de esta manera, en el recuadro del costado se pueden observar los valores que se exigen a las construcciones según la certificación CES

## Soluciones típicas

Dependiendo del componente de la envolvente, existen distintas soluciones.

### Muros envolventes

Se suelen usar sistemas con lana de vidrio ( $\lambda = 0,04$  a  $0,044$  W/m<sup>2</sup>K) o con poliestireno expandido ( $0,036$  a  $0,043$  W/m<sup>2</sup>K), este último material es la solución más típica y puede ser interior o exterior. A

la hora del diseño, es importante considerar los puentes térmicos (ve este link si quieres saber lo que es un puente térmico [https://es.wikipedia.org/wiki/Puente\\_t%C3%A9rmico](https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_t%C3%A9rmico)) que genera cada solución constructiva, por ejemplo, aislaciones exteriores tienden a generar menos puentes térmicos que las soluciones de aislación interior.

## Vanos (ventanas)

Es uno de los elementos constructivos por donde más se puede perder energía, generalmente las normas en Chile establecen valores U muy elevados para las ventanas, ya existiendo soluciones en el mercado que permiten fabricar ventanas con valores U similares a los muros. La solución más típica es el





doble vidriado hermético (DVH) que presenta valores U aceptables, sin embargo aún es difícil encontrar proveedores que especifiquen el valor U de las ventanas que venden. Los marcos de las ventanas también juegan un rol fundamental, siendo los de PVC los más efectivos.

Para las ventanas no solamente es importante la transmitancia térmica, también es relevante el nivel de hermeticidad que tienen, es decir, la capacidad de evitar infiltraciones. Es importante notar que la forma de apertura de la ventana define la capacidad que esta tendrá para poder impedir las infiltraciones. Las ventanas que muestran mejor comportamiento son las **oscilo batientes** seguidas por las de abatir y proyectantes

### Cubiertas y pisos

Similar los muros, las cubiertas tienen altas exigencias, se pueden usar materiales como lana mineral o poliestireno expandido.

Las cubiertas o techos son de fundamentales en la envolvente térmica, teniendo una exigencia mayor que los muros. Esta importancia viene dada por el comportamiento calor, o más bien del aire caliente, el cual tiende a subir, por lo que una cubierta con mala aislación térmica puede significar una gran fuente de pérdida de energía (o ganancia de energía en verano)

El piso es muy importante solo si es ventilado, es decir, si no está en contacto con el terreno. Para pisos en contacto con el terreno, su transmitancia depende de la relación área perímetro. Generalmente, se considera aislación en el perímetro del piso y no se recomiendan anchos mayores a 1,5 metros, aislaciones mayores no influyen significativamente en el cálculo del valor U.

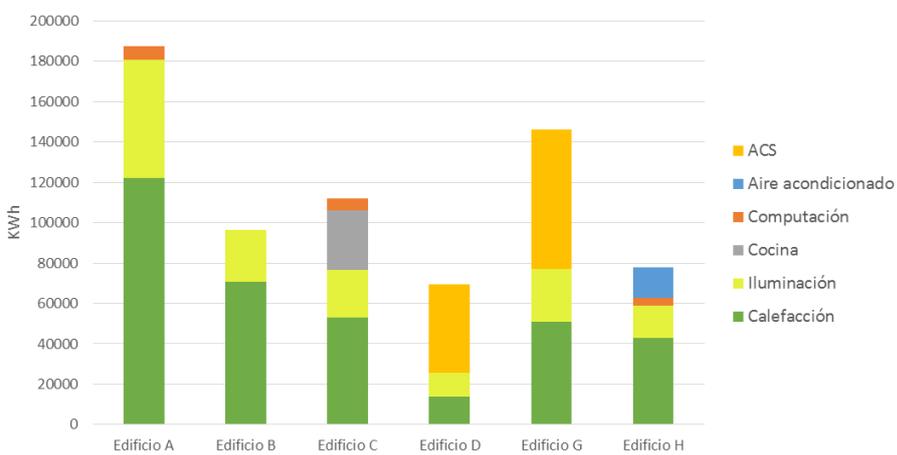
## Solución implementada en el CSS

Con los primeros estudios de sustentabilidad del año 2014, nos dimos cuenta que habían edificios que requerían de un mayor aporte energético para mantener los estándares de confort en nuestras

instalaciones, uno de ellos fue el llamado edificio de la media antigua, edificio que alberga a los alumnos de 7º básico, 8º básico y 1º medio.

En el gráfico de la izquierda podemos observar que el edificio A (Media antigua), es el edificio que más consume energía para la calefacción. Este hecho, nos llevó a pensar en alguna solución para este fenómeno. Luego de evaluar varias alternativas, se decidió que había que solucionar 3 aspectos del edificio.

Distribución del consumo energético por edificio



- Valor U de los muros
- Valor U de las puertas
- Valor U de las ventanas y mamparas





### Solución para puertas

Junto con la remodelación de las puertas de las salas de clases, se aprovechó de incluir puertas con un mejor comportamiento térmico, por lo que se han instalado puertas con un núcleo de poliestireno, obteniendo un valor U de 1,5 [W/m<sup>2</sup>\*K]

### Solución para ventanas y mamparas

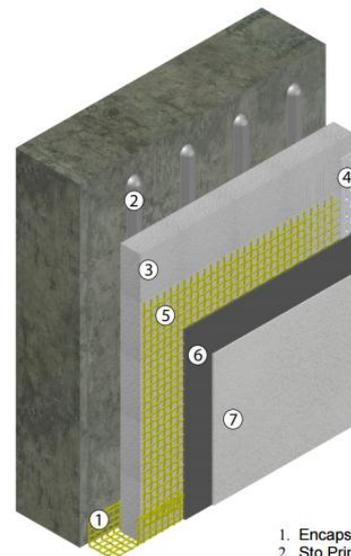
La mayor parte de este edificio ya contaba con doble vidrioado hermético (el llamado termo panel), sin embargo, las mamparas aun eran de vidrioado simple, por lo que se cambiaron por mamparas con DVH, lo que nos permitió obtener un valor U para los vanos del edificio de aproximadamente 3 [W/m<sup>2</sup>\*K]. Además, junto con la instalación de las mamparas, se llevó a cabo un proceso de sellado de las infiltraciones, las cuales se generan por la imperfección de los vanos producidas por el paso del tiempo y los eventos naturales.

### Solución para muros

En esta parte de la envolvente es donde se realizó la mayor intervención, implementando un sistema EIFS (Exterior Insulation and Finish Systems), que básicamente consiste en el mejorado de la envolvente térmica del edificio mediante el pegado de poliestireno expandido, siempre por el exterior de las fachadas, posteriormente revestido con mallas de fibra de vidrio, morteros elastoméricos e impermeabilizantes para luego recibir un acabado final.

Mediante esta solución, hemos aumentado el Valor U de los muros del edificio, de un valor de 4 [W/m<sup>2</sup>\*K] a un valor de 0,8 [W/m<sup>2</sup>\*K] (equivalente al mejor valor de la certificación CES).

Esta mejora permitirá un ahorro en términos de calefacción, manteniendo el estándar de confort del CSS. Esta reducción se estima en alrededor de un 40%, por lo que se dejaron de consumir 54 [MWh] provenientes de la combustión de gas en nuestras calderas, lo que es equivalente a dejar de emitir 10 toneladas de CO<sub>2</sub>.



1. Encapsulado Americano
2. Sto Primer Adhesive
3. Panel Aislante de EPS
4. Esquinero PVC
5. Malla Sto Mesh
6. Sto Primer Adhesive
7. Sto DPR Finish





## Glosario

- **Conductividad térmica( $\lambda$ ):** propiedad intrínseca de un material que describe la cantidad de energía que fluye durante 1 segundo a través de 1m<sup>2</sup> de material, que tiene 1m de espesor, cuando existe una diferencia de temperatura de 1 K entre las dos caras. A menor  $\lambda$ , mejor es el aislante
- **Resistencia térmica (Rt):** Es la propiedad inversa de la conductividad, en otras palabras se puede definir como la resistencia que pone el material al paso del calor. Se buscan valores de Rt grandes. Si se define e como el espesor del material, Rt se define como:

- $Rt = \text{espesor} / \lambda$

- **Transmitancia térmica (U):** El llamado valor U, es el inverso de la resistencia térmica, se refiere al flujo de calor que pasa por unidad de área de un elemento constructivo y por el grado de diferencia de temperatura entre dos ambientes que se encuentran separados por dicho elemento. Se buscan valores U pequeños

- $U = \frac{1}{Rt}$

- **Valor R100:** Es un valor utilizado en algunas normas de la construcción, por lo que existen materiales que vienen etiquetados con este valor, que no es otra cosa que la resistencia térmica multiplicada por 100. Se buscan R100 grandes.

