

# DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL MURO DE TUBOS DE VACÍO PATENTADO POR EnCambio S.L.

**Arturo Lobo**

Versión 10. 20/2/2017



Toda la información contenida en este documento debe considerarse confidencial. No se puede difundir o copiar por ningún medio sin autorización expresa. La información relativa a los productos derivados de la tecnología exige la firma de un acuerdo de confidencialidad y no competencia. La sola posesión de este documento implica la aceptación de estos términos.



**Encambio S.L.**

c/ Mercurio 15. 28224 Pozuelo de Alarcón. Madrid. Spain

T: 34- 913529395 M: 34- 626726345 [www.encambio.es](http://www.encambio.es) <http://www.alcreasolar.com/>

# MURO DE TUBOS DE VACÍO. El nuevo paradigma

## ¿Cuáles son las funciones de una vivienda o edificio?:

- Aportar **seguridad** frente a intrusiones,
- **Protección frente a los elementos** (lluvia, frío, viento, ruido, etc.),
- **Confort térmico, lumínico y de calidad del aire**, que repercuten sobre la salud y la calidad de vida, y
- **Una función estética y de distinción**, aun a costa de un incremento importante de costes.

**El Muro VT o muro de tubos de vacío cumple todas estas exigencias** y constituye un elemento arquitectónico adicional que mejora las soluciones actuales basadas en muros sólidos opacos más acristalamientos, que necesitan de importantes aportes de energía para proporcionar dicho confort térmico, lumínico y de calidad del aire.

A nivel mundial dichos aportes suponen en torno al **15%** de las emisiones de gases de efecto invernadero y un **20%** del consumo energético. Sin embargo para un hogar medio representan el **50%** del consumo energético y es un grave problema para ese **15%** de la población nacional que está en pobreza energética.

**El Muro VT representa un cambio de paradigma.** La envolvente del edificio puede actuar como captador y el confort ya no depende del consumo de energía principalmente. Esto sin mermar en el resto exigencias y sin repercutir sensiblemente en los costes, que incluso pueden disminuir.



Un Muro VT se compone de un vidrio frontal y otro posterior. Entre medias de ambos se dispone una hilera de tubos de vacío encastrados en unas cunas y separados por juntas optimizadas. Todo ello circundado por un marco exterior que aporta mayor rigidez.

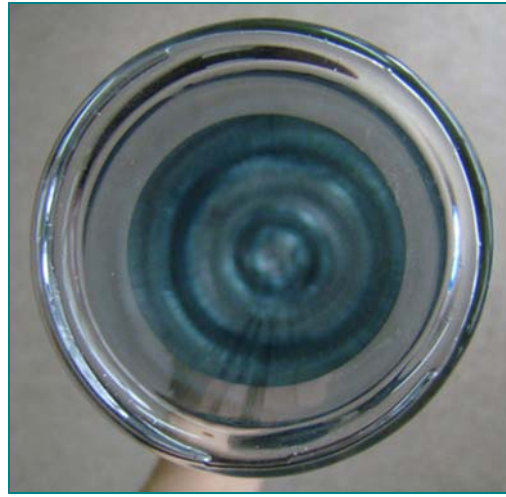


Los tubos de vacío se utilizan ampliamente en captación solar por su poder aislante y llevan un recubrimiento interior selectivo, aunque en nuestro caso se utilizaran tubos totalmente transparentes.



Los tubos de vacío para captación solar realmente se componen un tubo exterior y uno interior con un vacío entre medias, lo que les confiere dicha característica fuertemente aislante. Mientras que espacio dentro del tubo interior puede ubicar lamas u otros elementos.

Las siguientes fotografías muestran una configuración con tubos transparentes, cuya función principal sería la de dejar pasar la luz y la radiación a la vez que se maximiza el aislamiento térmico.



## CARACTERÍSTICAS ESTÉTICAS

---

Sus cualidades estéticas, de novedad, distinción y exclusividad son excelentes. De hecho, esta solución ha sido prescrita por la ingeniería internacional ARUP al arquitecto candidato del **futuro museo Guggenheim de Helsinki**.



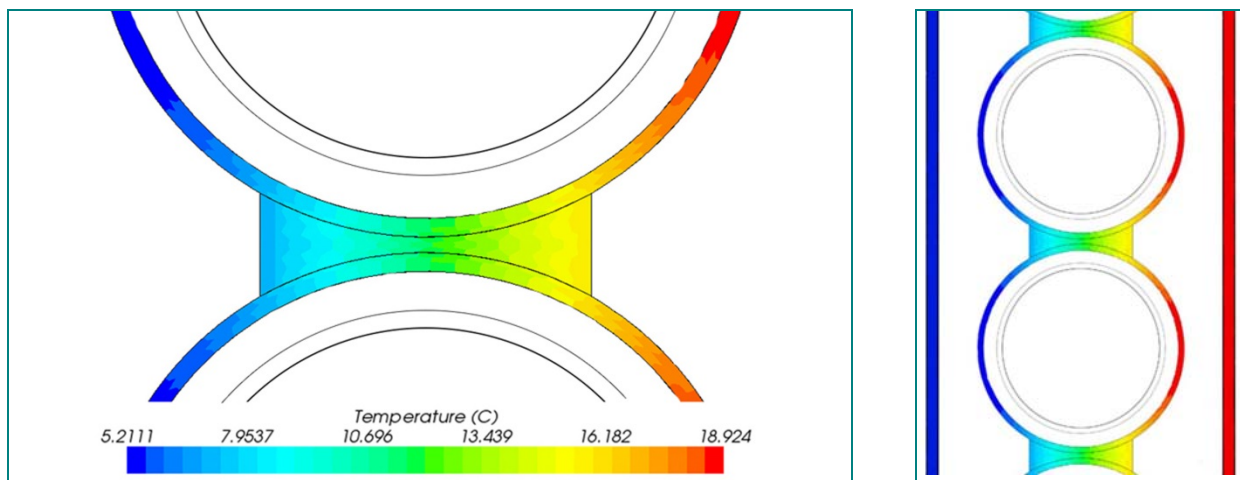
## GRAN AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO.

La conductividad térmica según el análisis por elementos finitos está en torno a 0,5 W/m<sup>2</sup>/°K, dos veces mejor que un muro convencional y más de 6 veces mejor que un acristalamiento doble.

Aquí reside el verdadero cambio de paradigma. En fachadas norte o latitudes altas el muro VT proporciona una estancia llena de luz, como si toda fueran ventanales, pero consumiendo la sexta parte de calefacción o incluso ninguna ya que la radiación difusa exterior pasa al interior.

Los vidrios frontal y posterior del muro VT pueden ser bajo-emisivos, de control solar, transparentes, etc. y en su interior pueden llevar Argón o aire.

El aislamiento acústico está sin cuantificar pero son de esperar valores muy altos ya que el vacío no transmite el sonido.

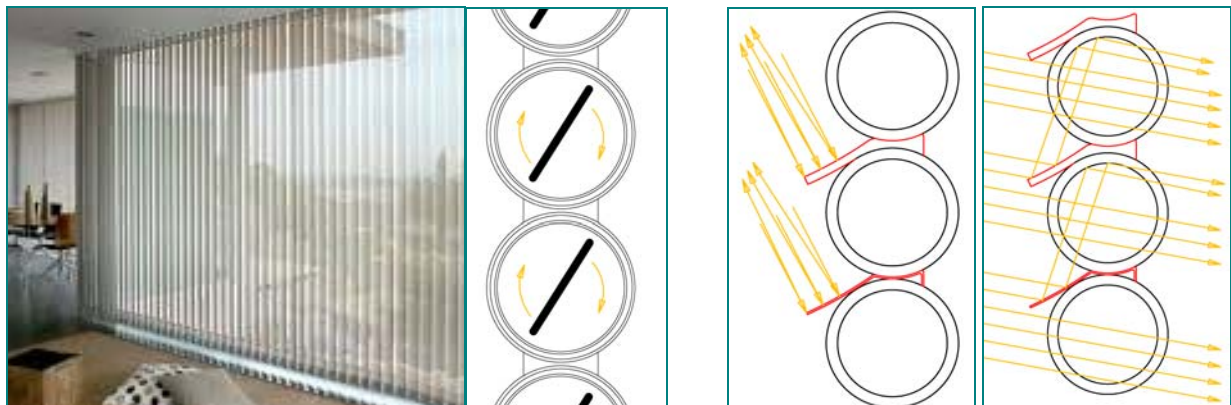


Calculo por elementos finitos de la transmisión de calor a través de los tubos y del Muro VT

## CONTROL DE LA LUZ Y LA RADIACIÓN

En fachadas muy soleadas además del aislamiento térmico se necesita realizar un control de la radiación solar entrante.

En una disposición de los tubos de vacío en vertical, en el interior de los mismos se disponen unas lamas giratorias verticales, quedando una composición similar a la de los estores verticales.



Lamas giratorias verticales dentro de los tubos verticales y tubos horizontales con juntas fijas optimizadas.

Con la salvedad de que el calor que capturan las lamas interiores a los tubos de vacío se queda en interior de los mismos, porque el vacío entre el tubo interior y el exterior, que componen el tubo de vacío impide que pase al interior de la habitación.

Sin embargo con cortinas o estores convencionales la radiación calienta la tela o las lamas y ese calor se queda en la habitación.

En el caso del muro VT el calor captado de las lamas puede ser dirigido al exterior circulando aire por los tubos o al interior de la habitación, convirtiendo al muro VT en un captador de energía térmica. Que puede ser eléctrica si las lamas son fotovoltaicas.

Si la disposición de los tubos es en horizontal, las juntas entre tubos están optimizadas para reflejar la radiación de nuevo al cielo en verano y al interior en invierno.

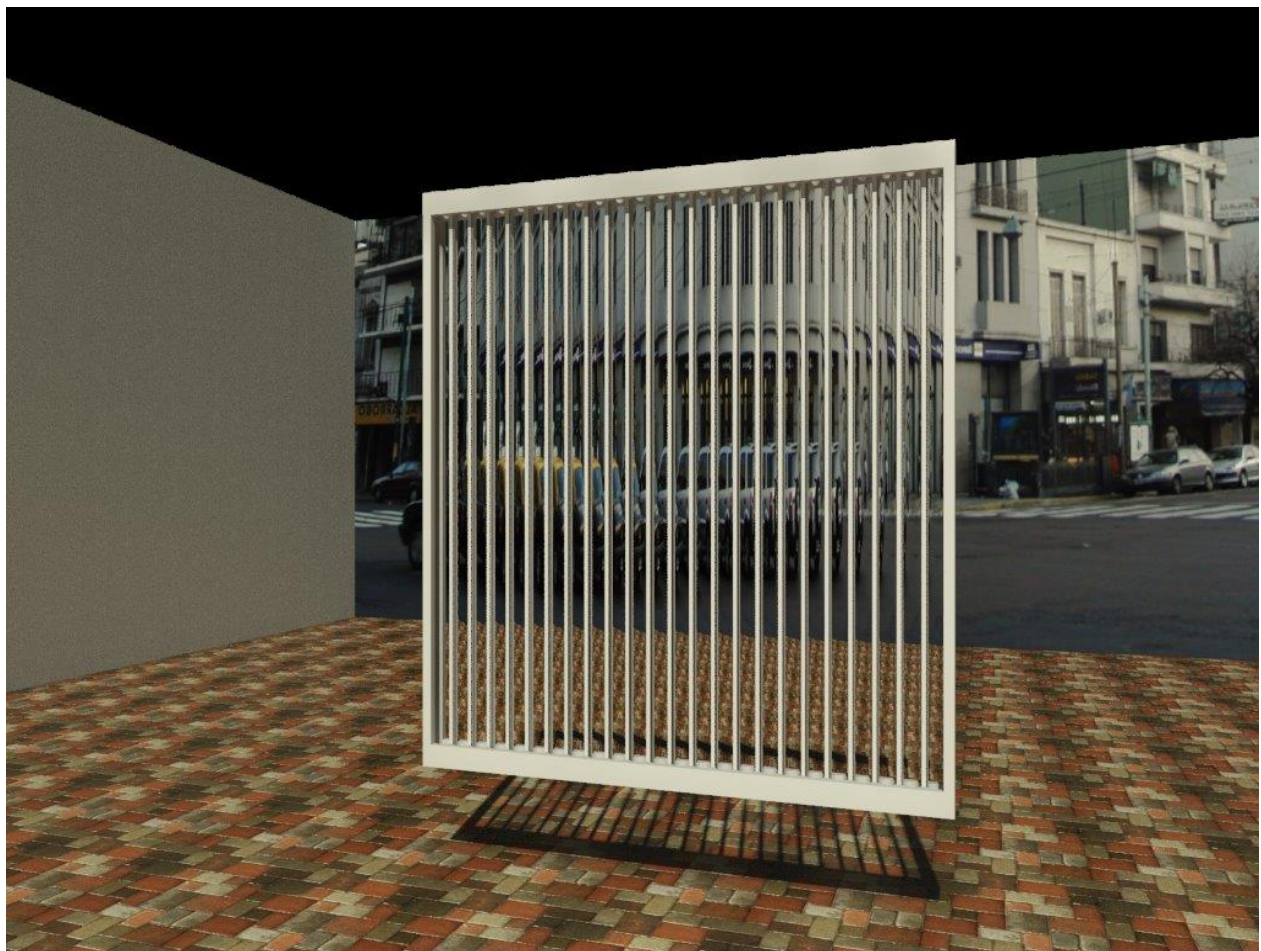
Igual que en el caso anterior esta es otra faceta del cambio de paradigma, una superficie acristalada que en verano reduce el paso del calor al interior incluso más que un muro opaco y mucho más que un acristalamiento convencional o con cristales con filtro solar.

## INTIMIDAD Y DISCRECIÓN

---

La imagen queda distorsionada a su paso por los tubos por lo que el Muro VT cubre directamente los requisitos necesarios de intimidad y discreción.

Mientras que en las partes que se requiera una transmisión clara de la imagen se pueden seguir utilizando acristalamientos convencionales.



## COMPARATIVA CON LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS ACTUALES

---

**Las ventanas** dejan pasar luz, radiación, imagen y aire si se abren, pero tienen un aislamiento térmico y acústico bastante malo.

Por otra parte, necesitan persianas exteriores y/o cortinas que mejoran algunas de esas características a costa de perjudicar otras y suponen un incremento adicional de costes.

Si las cortinas se cierran para aportar intimidad impiden que pase el sol en invierno, mientras que en verano el calor de la radiación se queda dentro de la habitación.

Por otra parte, los cajones de las persianas restan entorno al 20% superficie útil a las ventanas y frecuentemente tienen filtraciones de aire frío en invierno y son poco aislantes.

En el **muro VT**, no necesita cortinas ni persianas exteriores. La intimidad es inherente y el control de luz y radiación se realiza con lamas verticales dentro de los tubos, que controlan la luz y captan o reflejan la radiación incidente

Con el diseño apropiado de las cunas dónde se encastran los tubos, aire puede circular desde el exterior de la vivienda a su interior o viceversa, produciendo una renovación continuada del mismo que es un requisito sine qua non para la salud de las personas.

Adicionalmente el paso del aire por los tubos acondiciona su temperatura, lo que no ocurre cuando se abre una ventana.

El **U-glass** es más caro, mucho menos aislante y no permite la ventilación. Son perfiles de vidrio macizo traslucido de 6 mm de espesor en forma U y su coste va desde 90 €/m<sup>2</sup> (similar al del muro VT) si es simple y sin armar, a 240 €/m<sup>2</sup> si es armado y haciendo cámara. Igualmente, necesita de persianas y/o cortinas para hacer el control de luz y radiación.

El **muro sólido opaco** no permite aprovechar la luz ni la radiación exterior, es menos aislante, es algo más barato si no se trata de fachadas especiales o de diseño, la seguridad frente a intrusiones es mayor, si bien el muro VT puede llevar lamas y barras en el interior de los tubos.

No obstante tener suficiente luz natural en la estancia es un requisito para la salud y el ánimo que en países al norte se paga "cueste lo que cueste".

## COSTE

---

**Del mismo orden que el de un muro convencional**, al que sustituye enteramente, y unos 30 €/m<sup>2</sup> más que un triple cristal.

## PESO

---

En torno a 10-30% superior a un triple cristal. La hilera de tubos pesa 22 kg/m<sup>2</sup>

## DIMENSIONES

---

Dada la variedad de tubos existentes, se puede cubrir cualquier paramento o superficie de fachada sin necesidad de tiradas o fabricaciones a medida.

Las dimensiones estándar de los tubos van desde 120 cm a 210 cm de longitud, con 70 mm de diámetro, pero considerando que los tubos necesitan cuna y que el muro VT

puede ir apoyado en el forjado o sobre un murete de ladrillo, se puede cubrir elegantemente cualquier superficie exterior.

## ROBUSTEZ Y SEGURIDAD

---

Su diseño compacto y el propio espesor del muro, en torno a 12 cm, junto con el espesor de los vidrios confieren al Muro VT unas características estructurales y de seguridad muy importantes.

Adicionalmente el interior de los tubos puede contener lamas o tubos metálicos sin mermar las características aislantes o captadoras.

## APLICABILIDAD

---

El muro VT es especialmente útil en climas fríos o con defecto de luz, en fachadas norte, o dónde se necesita un control solar o sombreado.

La aplicación más apropiada de este muro es para sustituir cerramientos opacos, no ya muros cortina o ventanales en los que se requiera ver imágenes nítidas.

Es una solución alternativa muy ventajosa para:

- Todo tipo de fachadas con lamas o control solar,
- En oficinas a pie de calle que necesiten intimidad,
- En entornos ruidosos,
- En la parte baja de ventanales o en partes altas,
- Para cubiertas y tragaluces,
- polideportivos, piscinas cubiertas, naves industriales, etc

## PRESUPUESTO PARA HACER LOS PRIMEROS DEMOSTRADORES FUNCIONALES

---

El objetivo es crear uno o varios prototipos funcionales que sirvan para verificar el aislamiento térmico y sonoro, la estética atractiva, la transmisión de luz, la distorsión de la imagen, etc

Los tubos de vacío hay que importarlos de China, único lugar dónde producen tubos de 70 mm de diámetro, abiertos por ambos lados o sólo por uno, y con recubrimiento captador o completamente transparentes.

Se pueden traer tubos para hacer varios prototipos por unos **1100-1900 €** dependiendo del nº de tubos, aunque realmente la mayor repercusión en dicho coste es por el transporte.

Hacer un primer prototipo puede costar en torno a **500 €/m<sup>2</sup>**, ya se decidiría el tamaño apropiado. En este precio:

- Se incluyen:
  - ❖ Las juntas entre los tubos.
  - ❖ El marco para los tubos (las cunas dónde encajan verticalmente los tubos y los laterales del comienzo y final de la hilera de tubos).
- No se incluyen:



- ❖ Los trabajos y materiales propios de la cristalería (los cristales frontal y trasero, pegarlos a ese marco, y posiblemente poner un fino perfil en U a lo largo de todo el contorno para dar mayor rigidez).

**No es necesario en principio desembolsar esas cantidades sino adquirir el compromiso de pagarlas contra factura.**

El proyecto es muy apropiado para una joint venture entre varias empresas y ya hay una empresa de transformación del vidrio que ha mostrado su interés y pone sus instalaciones y el vidrio para desarrollar los prototipos y en principio sin ningún coste hasta que el proyecto demuestre su viabilidad.