

■ Así como la piel humana cubre y protege el cuerpo, las envolventes de los edificios cumplen una función similar cubriendo la construcción y entregándole propiedades de aislación térmica y acústica. El mercado ofrece diversas alternativas de materiales que van desde cristales hasta elementos de direccionamiento de luz. Opciones que además de proteger la construcción, también buscan el ahorro y eficiencia energética de los proyectos.

## DISEÑO Y CÁLCULO DE ENVOLVENTES

# PIEL PROTECTORA

ALFREDO SAAVEDRA L.  
PERIODISTA REVISTA BIT



123RF / ALEKSEY SEMENUSHKIN

# A

## **L IGUAL COMO SUCEDE**

con los seres humanos, la piel de los edificios cumple funciones protectoras y de confort interior. Si bien, muchas veces lo primero

que se aprecia es el aspecto arquitectónico y de diseño de las envolventes, lo cierto es que estos elementos tienen características que van más allá de presentar una bonita fachada y un cerramiento del espacio. Aislación térmica, acústica, protección contra los rayos UV y el viento y control solar, son algunas de las funciones que cumplen y que gracias al continuo avance de las tecnologías en materiales, logran ir aumentando y/o mejorando esas propiedades. “Estas pieles son cada vez más interactivas con el sistema de climatización. En general los edificios son herméticos y establecen la relación con el medio a través de ellas”, cuenta el arquitecto Luis Corvalán, de LCV Arquitectura. Desde termopaneles o cristales aislados hasta módulos cerámicos, las envolventes toman un rol cada vez más importante al momento de proyectar una determinada obra.

## **DISEÑO Y CÁLCULO**

Algunos profesionales indican que si bien es común referirse a las envolventes como fachadas o viceversa, estas son cosas distintas. “La envolvente es el conjunto de todos los cerramientos exteriores de un edificio, es decir los muros exteriores con ventanas y puertas, los techos y los pisos; mientras que la fachada es la cara exterior de los muros exteriores y la parte visible del techo. En algunos casos solo se refiere a la fachada principal”, explica la arquitecta María Blender. De forma similar lo resume Corvalán, indicando que cuando se habla de envolventes se toma en cuenta todo, incluyendo las cubiertas y revestimientos en ángulo.

Cuando se realiza el diseño y cálculo para una obra, se toman en cuenta dos aspectos: la envolvente como tal y la estructura que le dará soporte. Estos elementos responden a funciones diferentes en un edificio, ya que la primera provee la protección contra la intemperie, el clima, la intrusión y controla la comunicación por medio de ella, además de cumplir con una importante función de representación, mientras que la segunda tiene que darle sustento a la envolvente y a las otras partes del edificio. De acuerdo a Arturo Castillo,



GENTILEZA CONSTRUCTORA PUERTO MONTE S.A.

La función de las envolventes es proteger la construcción y entregar mayor confort a los usuarios, gracias a su aislación térmica, acústica y control solar, entre otras.

ingeniero civil y socio de VMB Ingeniería Estructural, las envolventes incluyen habitualmente una estructura de acero o aluminio que soporta la envolvente propiamente tal que en edificios de oficinas es principalmente cristal, pero que cuando recubre muros también puede ser de cerámica, cristal porcelanizado, mármol o granito. "Una envolvente tiene dos partes: la envolvente propiamente tal, que siempre es visible y no tiene más función estructural que soportarse a sí misma, y un esqueleto que no siempre es visible, que recoge las cargas de la envolvente y las traspassa a la estructura principal del edificio", explica el profesional.

Para el cálculo estructural se debe considerar que la envolvente influye con su peso y masa, por lo que hay que verificar que los medios de unión elegidos sean compatibles con las estructuras de la construcción. "En un edificio de oficinas, por ejemplo, la envolvente puede ir en una sola capa de un espesor de unos 20 cm, donde tiene que caber el perfil para estructurar el cristal y este mismo. Entonces se puede asumir desde un inicio el tamaño que puede llegar a tener la capa de revestimiento", ejemplifica Corvalán, lo que es complementado por Castillo, quien señala que un aspecto fundamental en el diseño de las envolventes es verificar que el sistema sea capaz de soportar sin daño las deformaciones que le impondrá el edificio.

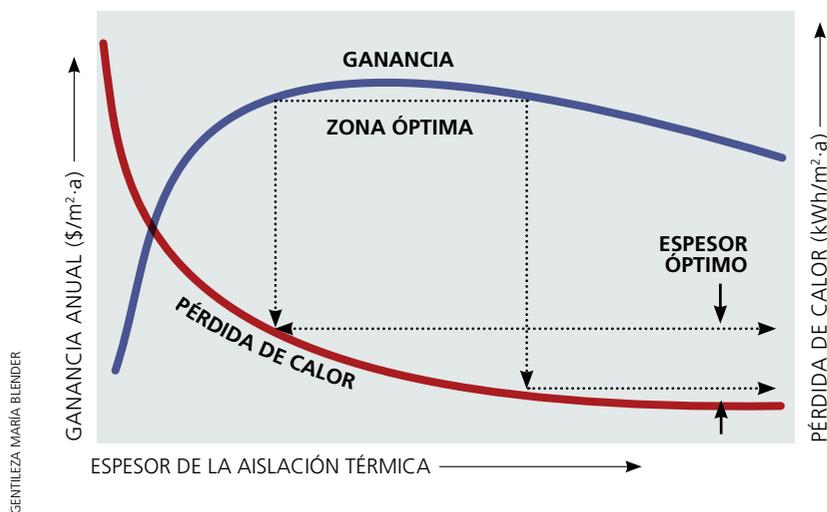
Es en las fases tempranas del diseño de una edificación donde se decide la tipología y materialidad de la estructura, la que dependerá principalmente de su tamaño, uso y presupuesto disponible. Por ejemplo, en términos generales, los edificios de oficinas y departamentos llevan estructuras de hormigón armado, acero o mixto en su totalidad,



Las envolventes hacen referencia al conjunto de todos los cerramientos exteriores de un edificio, es decir los muros exteriores con ventanas y puertas, los techos y los pisos.

GENTILEZA VIDRIOS LIRQUÉN

## BENEFICIO ECONÓMICO DE LA AISLACIÓN TÉRMICA



mientras que para las casas habitacionales hay una gran variedad de sistemas estructurales que varían en precio y durabilidad como albañilería de ladrillo de arcilla, bloques de cemento, hormigón armado, tabiquería de madera o de metal y diversos sistemas estructurales que combinan un núcleo de un material aislante con dos caras de un material que le entrega resistencia y otros donde los elementos aislantes envuelven los estructurales.

Por eso es fundamental conocer bien los componentes que están disponibles para de esta forma usarlos adecuadamente. "Hay que manejar muy bien el tema de las tolerancias de la construcción del edificio, ya que la envolvente tiene que absorber las diferencias, teniendo para ello una capacidad limitada", explica Castillo, agregando que también la deformación térmica debe ser considerada en el proyecto, ya que el edificio y su envolvente están expuestos a diferentes temperaturas y por lo tanto se producen deformaciones que también son distintas y que si no se toman las medidas necesarias pueden generar tensiones internas importantes que producirán daños a las demás partes del conjunto.

Dentro de las metodologías para realizar el cálculo y análisis estructural de estos elementos, se encuentran programas habituales de ingeniería estructural que verifican los esfuerzos producto de cargas de viento y cargas sísmicas. También se verifica (para todos los estados de carga) que el conjunto pueda acompañar al edificio en su defor-

mación sin sufrir daños. "Habitualmente se analizan dos aspectos: el estructural y el térmico, aunque también puede ser necesario uno de protección de ruido", comenta Castillo.

### PROPIEDADES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

La envolvente de una edificación está compuesta de diferentes elementos que en conjunto intervienen en tres temas esenciales que impactan en el confort y el uso de energía: aislación térmica, ventilación e iluminación. Centrándonos en el primero de ellos, la energía térmica de calefacción en un edificio se pierde por diferentes vías: por la envolvente (por transmisión de calor, dependiendo de la calidad térmica y de su superficie), por la ventilación, (sea esta deseada y no por convección) y por pérdidas en el sistema de calefacción.

El objetivo de una envolvente eficiente es conservar el calor en invierno, reduciendo las pérdidas y aumentando las ganancias solares. "En cambio cuando hace calor la envolvente debe minimizar el sobrecalentamiento, es decir evitar las ganancias térmicas", explica Blender. Para lograr lo anterior, la envolvente debe cumplir con ciertas características como que los elementos que la conformen tengan una baja transmitancia térmica (o alta resistencia al paso del calor) y que se eviten los puentes térmicos y las filtraciones de aire. "En el caso de una construcción nueva, estos objetivos se logran en tres aspectos del dise-

## LINEA DE VENTANA

# METRATECH

Mas de 10 años en el mercado.

Única línea de ventana con calidad certificada.

Quincallería desarrollada para excelente funcionamiento y post venta cero.

Cuando se instala esta línea se ofrece servicio de ITO gratis a la inmobiliaria o constructora.



WWW.METRALUM.CL  
 LOS OLMOS 2769, LA PINTANA

Uno de los materiales más utilizados para envolvertes son los cristales, ya que dependiendo del tipo utilizado en determinado proyecto, pueden entregar óptimos niveles de control solar y aislación térmica y acústica.

Una de las formas más conocidas para realizar la instalación de una envolvente acristalada es a través de los muros cortina, sistema que entrega la posibilidad de cerrar los edificios con cristales (generalmente termopaneles), otorgando así una mayor luminosidad a las construcciones.



GENTILEZA GLASSTECH



GENTILEZA MIYASATO ALLUVISA CHILE SPA

ño de la envolvente: orientación y forma (orientación hacia el sol de los principales recintos habitables más forma compacta), comportamiento térmico (envolvente con aislación térmica más masa térmica al interior de la capa aislante) y ventanas térmicamente eficientes más protección solar”, detalla la arquitecta, agregando que la importancia de cada una de estas dependerá del clima del lugar y de las características y uso del edificio.

Son los puntos críticos de la envolvente donde frecuentemente se producen puentes térmicos y filtraciones de aire no deseadas (es aquí donde se generan las condiciones para la condensación y el moho además de un deficiente confort térmico). En muchos casos son los elementos estructurales los que representan estos puentes térmicos. “En todas las construcciones las uniones entre ci-

mientos, piso, muro, ventanas, puertas y techo son críticos y requieren de especial atención en la planificación y en la ejecución”, explica Blender.

Lo más utilizado para abordar el tema térmico es el aire y las tecnologías en cristales, ya que la mezcla de ambas puede ayudar a rechazar el calor y aceptar la luz. Y es que controlando la iluminación se evita el uso excesivo de luces al interior. “En general en Chile nos protegemos lo que más podemos del sol. No hay edificio que no tenga cortinas o alguna forma de control solar, lo que redundará en ahorro de energía”, cuenta Corvalán, agregando que las tecnologías en este mercado van desde cristales simples, laminados (con láminas de color, de resistencia, diferentes espesores, etcétera) y otras que revisaremos más adelante.

En el apartado acústico, este se refiere a un tema de masas, respecto al espesor del material. “Si se utilizan, por ejemplo, cristales de 10 mm, luego uno de 5 y otro de 6 mm se obtiene una enorme aislación porque la onda acústica quiebra primero un cristal, luego pasa por una cámara de aire, lo atraviesa y luego tiene que “romper” otro con diferente espesor, por lo tanto la onda acústica va cambiando”, explica el arquitecto.

Otra de las propiedades que aportan las envolventes tiene que ver con la ventilación. Los edificios habitacionales, deben tener las ventanas de tal manera (en cuanto a orientación y tamaño operable) que permita la ventilación transversal y eficiente. En el caso de Santiago, por ejemplo, la ventilación de los edificios de oficinas debería apoyar la refrigeración, a través de métodos como el de ventilación natural, mecánica o híbrida, de control automático o manual.

Por su parte, la iluminación es abordada preferentemente mediante la construcción de fachadas vidriadas ya que estas superficies por las orientaciones oriente, norte y poniente, permiten inevitablemente que el edificio se caliente, por lo que una medida sencilla y efectiva para abordar este escenario consiste

en reducir la superficie vidriada en beneficio de elementos opacos sin sacrificar la entrada de la luz de día.

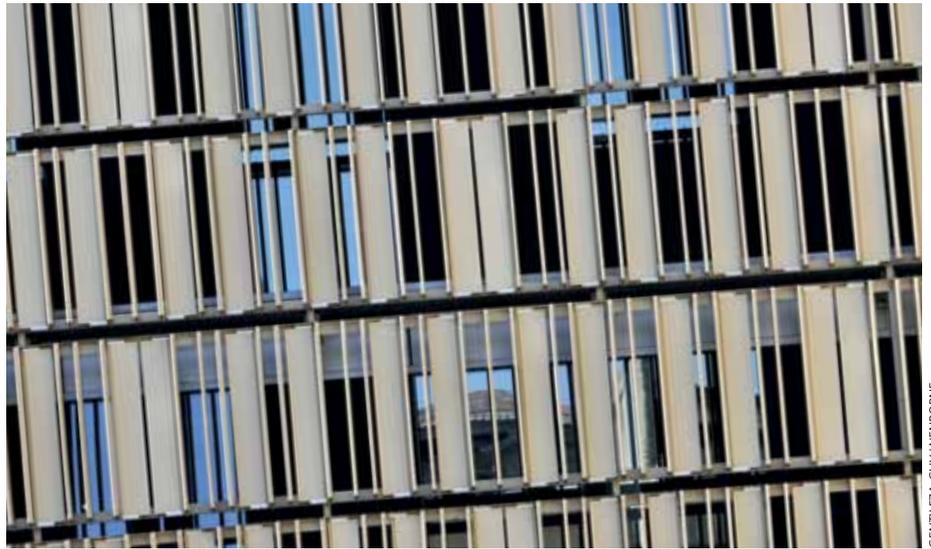
La protección solar por el exterior siempre es más efectiva que por el interior. Aunque esto en edificios altos es problemático por los vientos fuertes.

## MATERIALES E INNOVACIONES

En el mercado existe cada vez más variedad de materiales aislantes: con mayor rendimiento y menor espesor, con mayor resistencia mecánica, a la absorción de agua, etcétera.

Es el caso de los cristales, donde en la actualidad se pueden ver edificios completamente acristalados con una excelente performance en control solar y aislación térmica, que permiten oficinas confortables durante invierno y verano. Una de las formas más conocidas para realizar la instalación de una envolvente acristalada es a través del muro cortina, sistema que entrega la posibilidad de cerrar los edificios con cristales, otorgando así una mayor luminosidad a las construcciones. El término "muro cortina" describe la fachada de una edificación que no lleva más carga que la de su propio peso, las que se transfieren a la estructura del edificio mediante un armazón auxiliar de anclajes y apoyos de acero. En general son de aspecto ligero y están compuestos por elementos resistentes como montantes y travesaños.

La mayoría de los muros cortina, que según sus distribuidores ofrecen una mayor ganancia de energía solar en verano, ahorro energético por climatización y mejor control del aislamiento térmico, se fabrican con termopaneles compuestos por dos cristales divididos por un separador que incluye sales higroscópicas, para absorber la humedad al interior del termopanel y así evitar que el vi-



GENTILEZA GUY WENBORNE

OTRO DE LOS MATERIALES PARA ENVOLVENTES QUE ENTREGAN PROPIEDADES DE AISLACIÓN TÉRMICA, CONTROL SOLAR E ILUMINACIÓN, **SON LOS MÓDULOS DE CERÁMICA, QUE PUEDEN ENCONTRARSE EN DIVERSAS DIMENSIONES EN EL MERCADO.**

drio se empañe. "Los termopaneles poseen propiedades que disminuyen la pérdida de calor, que son potenciadas por un avance en el desarrollo de cristales. Existen vidrios capa dura o pirolíticos, que permiten el paso de la luz a través de la fachada y a la vez irradian y reflejan una porción de la radiación solar hacia el exterior", explica Mónica Budge, jefa del área de Productos Especiales de Vidrios Lirquén, quien agrega que los cristales pirolíticos se utilizan para limitar el ingreso del calor producido por el sol, mejorando así el confort del ambiente.

Otro tipo de cristales que controlan el ingreso del calor solar, pero que cuentan con una mayor transmisión lumínica, son los de Capa Blanda o Soft Coat. "Estos cristales son de alta eficiencia energética y con su uso se reducen los gastos en iluminación artificial, calefacción y aire acondicionado", señala Budge. De acuerdo a los expertos consultados, con un buen uso de estos materiales en edificios de oficina, se podrían alcanzar cifras de ahorro cercanas al 50 o 60% en climatización, gracias al alivio del trabajo de equipos de enfriamiento.

## "COFFERS - LOSAS POTENTES Y RÁPIDAS DE MÍNIMO COSTO"



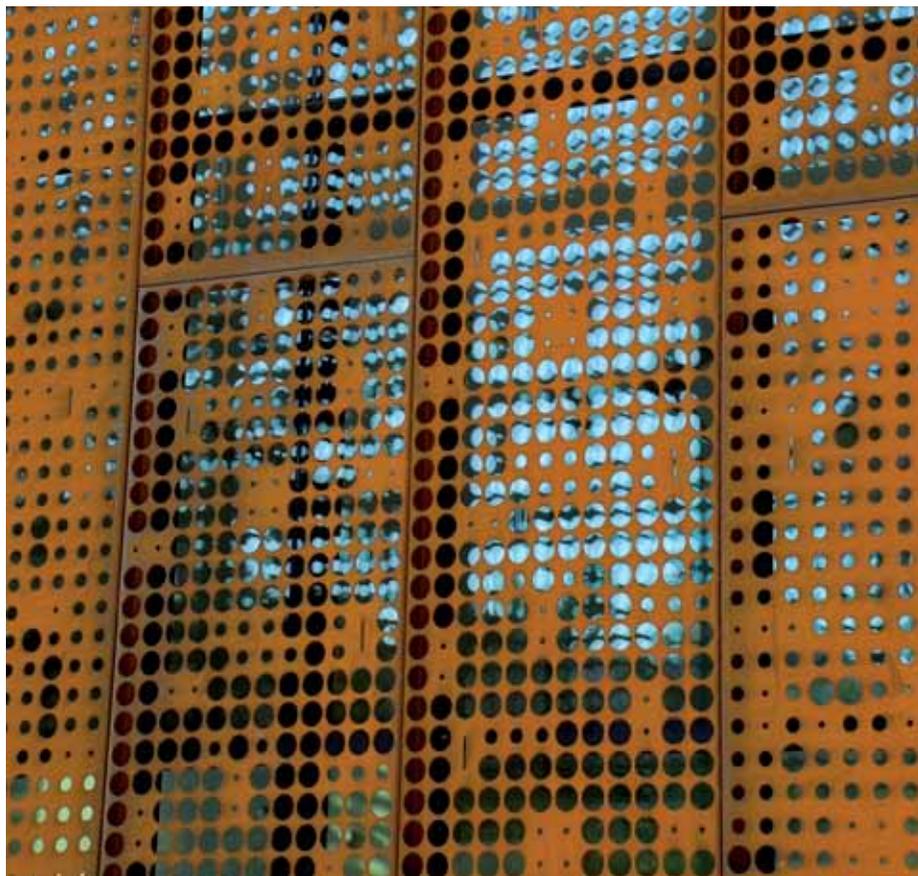
Los "Coffers", son casetones que permiten la ejecución de losas de hormigón tradicional de gran espesor, bajo peso propio y enorme rapidez. Se comportan como poderosas losas nervadas en ambas direcciones. Esto permite ejecución rápida y económica de losas de centros comerciales, por ejemplo.

Form Scaff hace uso de esta tecnología en el Baywest Mall, Port Elizabeth, Sudáfrica y en el West Hills Mall en Accra, Ghana.

Más  
información  
en nuestra web

[www.formscuff.cl](http://www.formscuff.cl)  
[info@formscuff.cl](mailto:info@formscuff.cl)





**Los paneles de acero perforados también son una alternativa para las envolventes que apuntan a mejorar el control solar y protección contra la radiación UV.**

resultando un buen método para el control solar al admitir niveles de luz óptimos que evitan el encendido de luces de forma innecesaria, minimizando la incidencia interior de radiación solar y, por consiguiente, la necesidad de calefacción y clima. “La cerámica en general tiene grandes propiedades de aislamiento térmico, por eso hay varios usos como estos elementos, enchapes, módulos de fibra de cerámica”, agrega Corvalán.

Si bien el mercado de cristales y fachadas presenta variedad, esto no sucede con todos los materiales que podrían ser un aporte para las envolventes. Blender considera que en el país hay un gran potencial de desarrollo de productos de mayor eficiencia, pero que aún no se ha explotado esta veta del todo. “La industria nacional de ladrillos aún no ha hecho el salto hacia ladrillos térmicos, a pesar de que en el mundo las tecnologías necesarias existen hace decenios. O en el caso de la madera, la industria nacional de ventanas de madera no produce ventanas térmicas de forma masiva”, señala la profesional.

El mercado también ofrece cristales pensados para la aislación acústica, desarrollados para atenuar frecuencias bajas como las del ruido del tráfico. Un ejemplo es el “Cristal Laminado Blindex Acústico”, constituido a partir de dos caras de cristal Float, las cuales han sido unidas entre sí a través de una interlámina incolora, blanda y elástica que reduce significativamente el ruido que pasa a través del cristal. “Puede ser una alternativa al doble vidriado hermético (termopanel), pero también puede ser utilizado como componente de este último, permitiendo mayor nivel en la reducción sonora y la posibilidad de acceder a propiedades de control térmico y ahorro de energía”, detalla Budge, agregando, asimismo que el PVB acústico puede ser incorporado a cristales de control solar o térmicos.

El mercado de fachadas es otro que ofrece variedad de materiales con los que se pueden realizar cubiertas para edificios. Van desde paneles de acero perforado que protegen tanto de la luz como de la radiación solar, hasta el uso de elementos cerámicos. En esta última categoría, hay unos hechos de un material llamado NBK que se utiliza para revestimientos planos, pero que en algunos proyectos se invierte su inclinación y separación

## CONCLUSIONES



Al hablar de envolventes se hace referencia al conjunto de todos los cerramientos exteriores de un edificio, es decir los muros exteriores con ventanas y puertas, los techos y los pisos. La función de estas es proteger a la construcción y entregar mayor confort a los usuarios.



**Quando se realiza el diseño y cálculo de una envolvente, se toman en cuenta dos aspectos: la envolvente como tal y la estructura que le dará soporte, ya que estos elementos responden a funciones diferentes en un edificio. La primera provee la protección contra la intemperie, el clima, la intrusión y controla la comunicación por medio de ella, mientras que la segunda tiene que darle sustento a la envolvente y a las otras partes del edificio.**



Para el cálculo estructural se debe considerar que la envolvente influye con su peso y masa, por lo que hay que verificar que los medios de unión elegidos sean compatibles con las estructuras del edificio. También se debe verificar en el diseño que el sistema sea capaz de soportar sin daño las deformaciones que le impondrá el edificio.



**La envolvente de una edificación está compuesta de diferentes elementos que en conjunto intervienen en tres temas esenciales que impactan en el confort y el uso de energía: aislación térmica, ventilación e iluminación. Con las técnicas y materiales adecuados, se pueden lograr importantes ahorros energéticos.**

## EN EL EXTRANJERO

A nivel internacional, aunque aún sin llegada a Chile, se encuentran varios productos y tecnologías para envolventes capaces de mejorar sus propiedades aislantes y térmicas. Muestra de ello, es el denominado "Cool roof" o techo frío, técnica de pintar los techos urbanos con pinturas altamente reflectantes según el ejemplo de las tradicionales casas de las islas griegas. Esto reduciría el calentamiento del edificio por la techumbre y mejoraría el rendimiento de los equipos de aire acondicionado ubicados en el techo, entregando un efecto similar al de los techos verdes, pero a un costo considerablemente menor.

También están los denominados "Schock Isokorb", elementos estructurales de separación térmica que permitirían salientes a la fachada, como balcones y terrazas, sin puente térmico. Por otra parte, los elementos de direccionamiento de la luz de día, especialmente en edificios de oficinas, mejoran el aprovechamiento de la luz natural, reducen el uso

de la luz eléctrica y del aire acondicionado y mejoran el confort y la calidad de los ambientes. Existen protecciones interiores diferenciadas y variables, light shelves y celosías de direccionamiento de luz.

En cuanto a acondicionamiento térmico y ventilación, un sistema muy eficiente para eliminar el calor de edificios es a través de la ventilación nocturna, así como con materiales de cambio de fase PCM. "Estos son materiales cuya entalpía latente de fusión, dilución o absorción es considerablemente más alta que el calor específico de la misma cantidad del material sin cambio de fase", explica Blender. En edificios tienen una función similar a la masa térmica pero ocupando un espacio muy menor. "Existen por ejemplo planchas de yeso cartón, estucos de yeso, o termopaneles con PCM incorporado que logran reducir las temperaturas extremas interiores en unos grados", detalla la arquitecta.

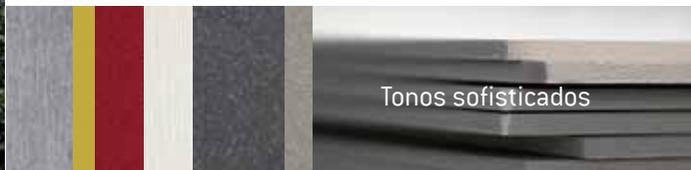
La activación de la masa térmica (en inglés thermo active building system) como sistema

de acondicionamiento térmico de edificios con envolvente altamente eficiente también resulta muy conveniente. "Es un método innovador y económico para la refrigeración y calefacción de edificios, ya que aprovecha la capacidad de almacenamiento de energía térmica de la estructura del edificio, por lo general en edificios de hormigón armado", cuenta la profesional.

Así, con una amplia gama de avances y tecnologías de materiales, se va comprobando la importancia de la envolvente tanto para la protección del cuerpo, como para la eficiencia energética del mismo, por lo que se hace relevante un diseño eficiente en función de optimizar el desempeño energético de la edificación y así requerir un mínimo gasto de energía en calefacción, refrigeración e iluminación, utilizando estrategias que contribuyan a un mayor confort y ahorro energético. Y es que para poder cuidar el interior, es necesario tener una buena piel protectora. ■



**EQUITONE**  
Fibre cement facade materials



EQUITONE [natura]    EQUITONE [pictura]    EQUITONE [tectiva]

Placas de Fibrocemento de Alta Densidad para fachadas de edificios desarrolladas por el Grupo Etex, líder hace más de 50 años en la fabricación de materiales de construcción.