

Técnicas para la rehabilitación de fachadas. Actuaciones desde el exterior

ANA SÁNCHEZ-OSTIZ GUTIÉRREZ
DRA. ARQUITECTA

En este artículo, se exponen sistemas de actuación desde el exterior para la rehabilitación de los cerramientos verticales. Muchas de las técnicas que se van a desarrollar tendrán su mayor campo de aplicación en las viviendas construidas masivamente en los últimos cincuenta años, cuando la necesidad del número de viviendas era considerada un objetivo prioritario frente a la calidad de las mismas. Hoy día, dichas viviendas no cumplen las exigencias de habitabilidad actuales respecto a aislamiento térmico, aislamiento acústico e impermeabilidad. Su rehabilitación es urgente ya que podemos encontrarnos en breve plazo con un parque inmobiliario compuesto de chabolas en altura.

In this article external performance systems are presented for renovation of vertical closures. Many of the techniques to be developed will have their greatest application in dwellings built on a mass scale in the last fifty years, when the need for quantity was a priority and not quality. Now a days these dwellings do not comply with modern habitability requirements in terms of thermal and acoustic insulation and impermeability. Their renovation is urgent because we may soon find ourselves with a reserve of property composed of sky high shanty dwellings

Los cerramientos verticales han sufrido una gran evolución en este siglo, al convertirse en subsistemas no resistentes del edificio y reducir notablemente su espesor.

Nos encontramos con edificaciones construidas hace menos de 50 años cuyas fachadas están constituidas exclusivamente por un asta o media asta de ladrillo cerámico. En otras, a pesar de incorporar una cámara de aire en un muro de dos hojas, los problemas de falta de bienestar higrotérmico se manifiestan de igual modo que en los anteriores.

La rehabilitación de las fachadas debe solventar, entre otros, estos problemas.

La primera medida será aumentar el aislamiento térmico que proporcionan los cerramientos existentes, mediante materiales aislantes que puedan ser colocados en la cara interior del muro, en la cámara interior del cerramiento cuando éste la posea, o en la cara exterior.

Los dos primeros sistemas fueron desarrollados en el número 19 de esta misma revista, por lo que para ampliar el tema me remito al mismo.

La **colocación del aislamiento desde el exterior** del cerramiento, presenta grandes **ventajas** frente a los sistemas de aislamiento por el interior e inyección de aislamiento en la cámara interior del muro:

1. Se suprimen los puentes térmicos y fisuraciones al recubrir en su totalidad los muros. El coeficiente de transmisión útil de la fachada se reduce en un porcentaje importante.

2. Se suprimen los choques térmicos. Se evitan las variaciones bruscas de temperatura en el grueso de la

obra, producidas por las temperaturas extremas del ambiente exterior (día-noche), con la consiguiente estabilidad para la misma.

3. La continuidad del aislamiento térmico evita las diferencias de temperatura entre los distintos puntos de los elementos constructivos del edificio y en consecuencia los movimientos de origen térmico (dilataciones y contracciones) que ocasionan fisuras y grietas, cuyos efectos de degradación y entrada de humedad son indeseables.

4. El cerramiento tiene mayor inercia térmica. Con el aislamiento por el exterior, el grueso de la obra queda protegido por el mismo, aumentándose los intercambios de energía entre el cerramiento y el local, al disponer de una capacidad calorífica superior. No se producen pérdidas de energía generada en el interior que, en general es muy costosa.

5. No se disminuye la superficie útil en el interior de las viviendas. Punto importante cuando nos referimos a viviendas suburbanas construidas entre los años 1940 a 1970, en las que la superficie útil de las mismas oscila entre los 40 y 60 m²

6. No se perturba a los habitantes de las viviendas. Se evitan los reajustes provisionales.

7. Se puede incrementar el aislamiento aumentando el espesor de las placas, en función de las necesidades climatológicas. Además, el aislamiento deberá ser tanto mayor, en igualdad de condiciones de temperatura, cuanto más elevada sea la humedad del aire del ambiente, para evitar posibles condensaciones.

8. Al mismo tiempo que aísla, decora y renueva las fachadas, que en la mayoría de los casos se encuentran en estado pésimo. Se trata de trabajos con una importante carga de diseño, que tienen la satisfacción de renovar estéticamente fachadas muy deterioradas y en muchos casos de aspecto negativo para su entorno urbano.

9. Cuando las conducciones de electricidad, telefonía, etc., discurren por la fachada, hay que suprimirlas siendo una operación costosa. Sin embargo, dicha eliminación favorece la estética del conjunto.

El inconveniente que pueden tener los sistemas de aislamiento por el exterior es el costo más elevado debido al andamiaje, tanto más acusado cuanto más alto es el edificio.

El aumento de espesor hacia el

exterior está permitido en la mayoría de los casos, excepto en algunos cascos antiguos donde en breve plazo es factible que pueda llevarse a cabo si ya en las plantas bajas puede realizarse.

Existen dos sistemas de aislamiento exterior:

- Aplicación por adherencia directa del revestimiento al material aislante.
- Aplicación del material aislante

y revestimiento, dejando una cámara de aire ventilada entre ambos.

A partir de ahora a los primeros se les denominará por las siglas SC y a los segundos por CC. A todos se les añadirá el nombre del revestimiento final.

ADHERENCIA DIRECTA DEL REVESTIMIENTO. (SC)

Sistema SC1. Enfoscado continuo

Se compone de los siguientes materiales:

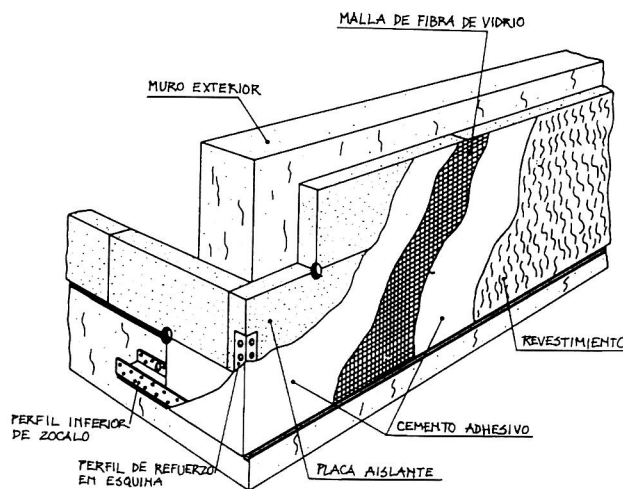
- Cola, destinada a fijar por adherencia el aislante sobre el muro del soporte.

- Aislante, producto de fuerte resistencia térmica, apto para conferir a la pared sobre la que se aplica las características de aislamiento térmico requeridas. Suelen utilizarse generalmente el poliestireno expandido o el poliestireno extruido.

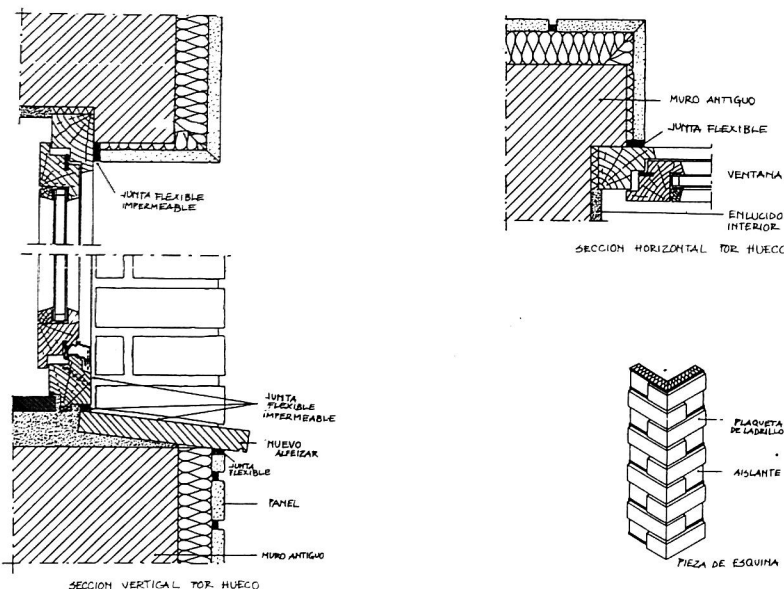
- Revoque, conjunto de los estratos aplicados como revestimiento externo del aislante que contiene la malla de la armadura; los estratos del revoque comprenden el estrato de base de 2 a 5 mm en el que queda ahogada la armadura y el estrato delgadísimo de preparación para asegurar la fijación del estrato de acabado.

- El acabado de este sistema puede ser un enfoscado con proyección de árido o una pintura acrílica o al silicato. A esta capa se confía la protección e impermeabilidad del conjunto por lo que es preciso un estricto control de su espesor (2'5 - 3 mm), de sus características y de su adecuada puesta en obra.

Presenta una superficie homogénea y continua, carente de juntas, con un aspecto diverso de enfoscado liso o rugoso, o de un enfoscado con proyección de árido visto, etc. Es muy adecuado estéticamente en medios urbanos, adaptándose perfectamente al entorno.



Sistema SC1. Enfoscado.



Sistema SC2. Ladrillo caravista.

Sistema SC2. Ladrillo caravista

Se trata de un panel prefabricado compuesto de un aislamiento de poliuretano que lleva adherido plaquetas de ladrillo caravista. Sobre la parte inferior del muro antiguo se fija una guía base. Se coloca el panel sobre la guía y se atornilla al muro existente.

Sistema SC3. PVC

Sistema prefabricado compuesto por un paramento de PVC extrusionado de 1'5 mm de superficie graneada provisto de bordes que permiten el encaje por presión en el montaje y su fijación a la pared soporte. Debajo un aislante moldeado de poliestireno expandido con tacos de apoyo dispuestos a tresbolillo con el fin de asegurar la circulación del aire entre el paramento y el aislante.

Sistema SC4. GRC

Consta de elementos modulares que se componen de una placa de GRC (microhormigón reforzado con fibra de vidrio), de espesor mínimo 6 mm, aislante de poliestireno expandido ranurado y perfiles de aluminio prelacado destinados a asegurar puntos singulares.

Sistema SC5. Aluminio

Paneles de aluminio prelacado con aislamiento de poliestireno en su interior, cuya cara exterior tiene unos resaltes circulares por donde puede circular el aire, dejando una cámara de aire ventilada.

Sistema SC6. Placas de mortero con áridos

Panel prefabricado compuesto por aislamiento de poliestireno expandido y revestimiento a base de mortero hidráulico modificado por resinas orgánicas con incrustación de áridos de mármol o de cuarzo coloreados.

El montaje se realiza mediante fijaciones mecánicas y por encajes horizontales y verticales de las piezas al nivel del aislamiento.

REVESTIMIENTO CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA (CC)

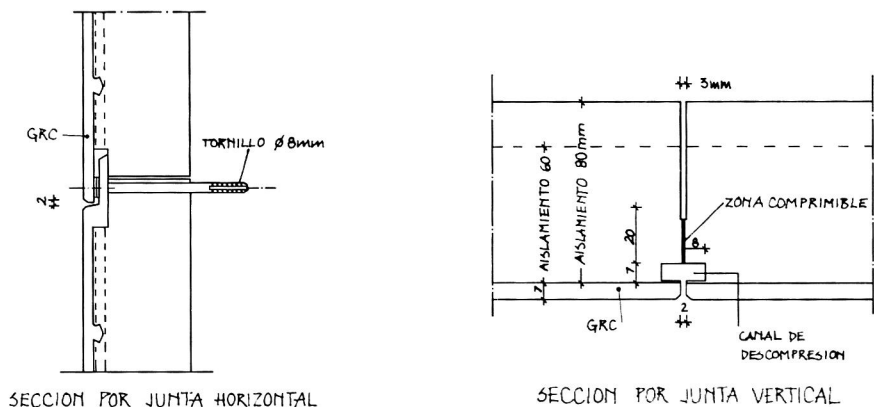
Estos sistemas constan de un aislamiento adherido al soporte, una cámara de aire ventilada y un revestimiento final fijado al soporte mediante una estructura auxiliar.

La aplicación tanto del material aislante como del revestimiento, se realiza mediante fijación mecánica. Se solicita del material aislante un mínimo de resistencia mecánica, y en cuanto al revestimiento puede optarse por una gran gama de soluciones, desde elementos muy ligeros hasta relativamente pesados.

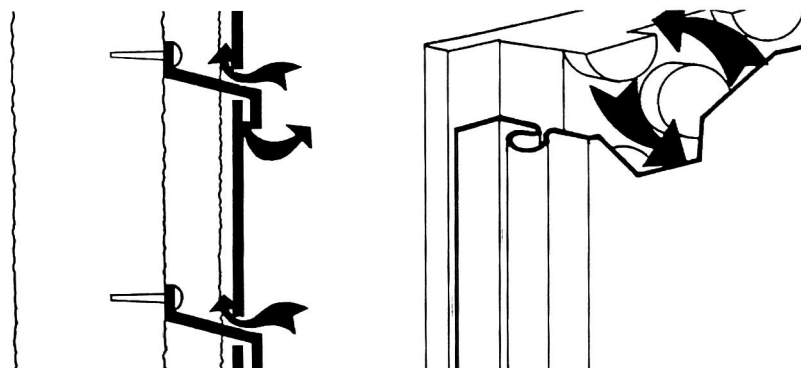
La existencia de una estructura auxiliar y sus correspondientes elementos secundarios de anclaje y separación del soporte es necesaria cuando se utilizan estos sistemas.

Presentan las siguientes **ventajas adicionales** frente a los sistemas sin cámara de aire:

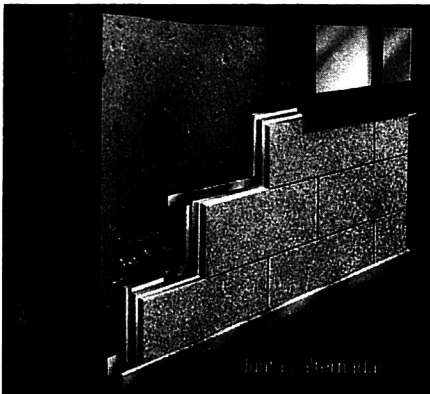
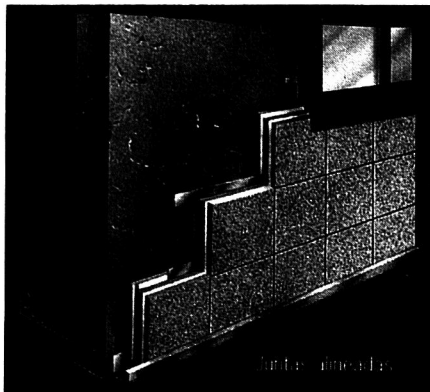
1. Si se produce una infiltración de agua a través de las juntas, es difícil que entre en contacto con el aislamiento y el cerramiento, debido a la separación que supone la cámara de aire ventilada. Dicha agua se evacuará al exterior o se evaporará antes de que penetre en el material aislante, manteniendo íntegra la capacidad aislante del mismo ya que ésta depende en mayor o menor medida de su contenido de humedad.
2. La cámara ventilada permite que el vapor de agua que sale a través del cerramiento sea evacuado. Con ello se evita el riesgo de condensaciones intersticiales.
3. El movimiento de aire en la cámara supone una evacuación del



Sistema SC4. GRC



Sistema SC5. Aluminio.



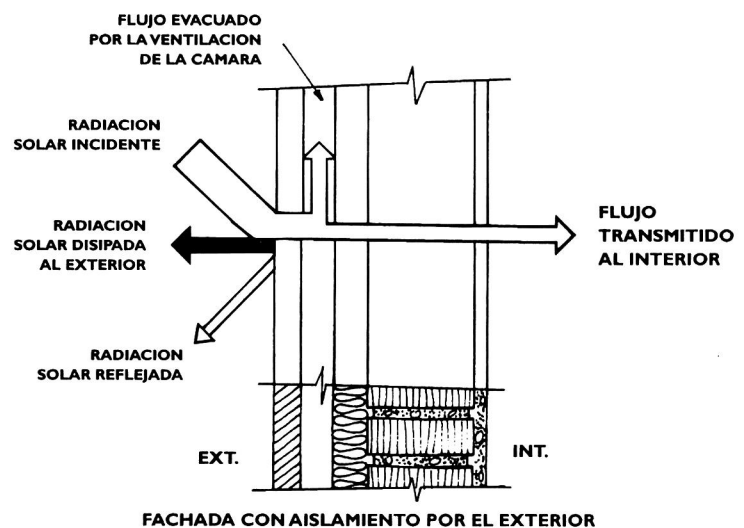
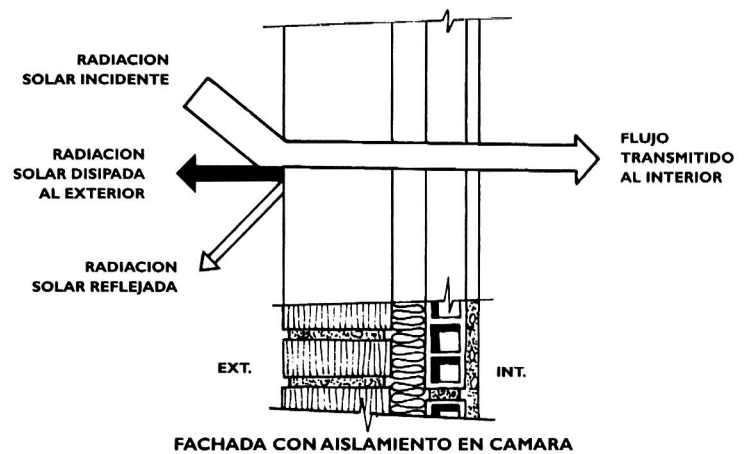
Sistema SC6. Placas de mortero con áridos.

calor, que compensa los aportes solares. Se crea una corriente ascendente de aire caliente que se expulsa permanentemente por los orificios previstos al efecto en la coronación del edificio, o a través de las juntas del revestimiento.

4. La interposición de la cámara favorece una relativa independencia de movimientos del sistema sobrepuesto, amortiguando y minimizando el potencial peligro de roturas en éste por los posibles movimientos diferenciales a que hubiera lugar.

5. La cámara de aire permite, con sus posibles variaciones de espesor, corregir los plomos y alineamientos de la fachada preexistente que, generalmente, presentará una ejecución poco cuidada. Ello redundará en una mejor calidad final del acabado resultante.

6. La disposición de la cámara de aire entre el material de acabado



Comportamiento de las fachadas ante los aportes en verano

y el aislamiento impide que cualquier daño, rotura o fisuración producida en el primero, redunde en una pérdida de la eficacia del segundo, entre otras causas por la simple transmisión de la humedad exterior hacia el interior por contacto directo.

Como **inconvenientes** podríamos citar:

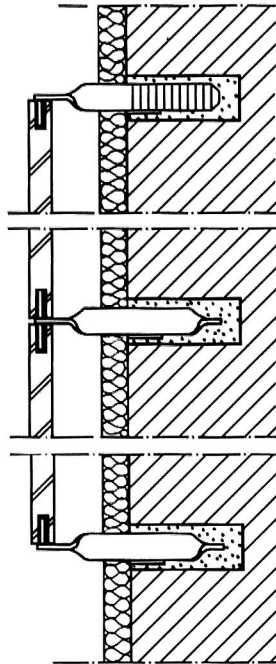
1. Hay que resolver cuidadosamente el sistema en su encuentro con los huecos, en el arranque y corona-

ción del edificio. Normalmente deben ser suplementados con otros materiales en las jambas, remates, etc.

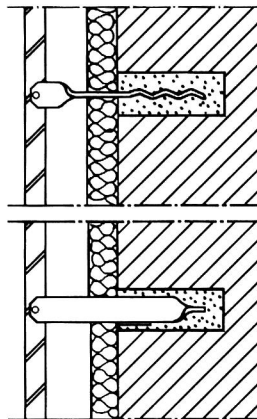
2. Suponen una mayor complejidad constructiva y requieren mano de obra de mayor especialización, por lo que en general, son más costosos que los sistemas sin cámara.

3. Ocupan mayor espacio en planta.

4. Su acabado es discontinuo, mostrando una trama de juntas lineales, lo que requiere especial cuidado



ANCLAJE EN JUNTA HORIZONTAL



ANCLAJE EN JUNTA VERTICAL

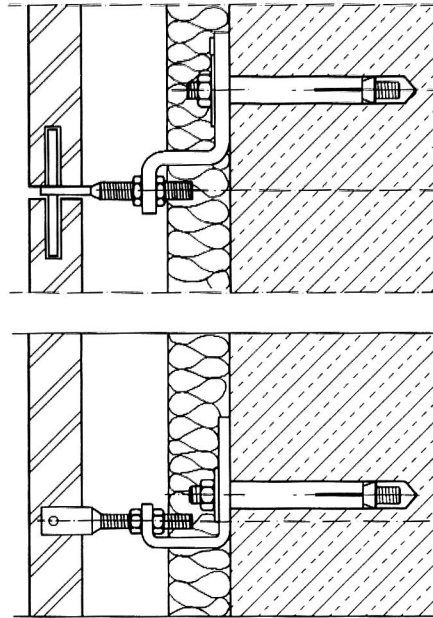
Sistema CCI. Piedra. Anclaje empotrable

a la hora de su integración en el entorno urbano.

Los sistemas con cámara exterior son muy variados. Los materiales aislantes más empleados para estos sistemas son el poliestireno extruido y el poliuretano proyectado.

Sistema CCI. Piedra, marmol, prefabricados de hormigón

El sistema más extendido, no tanto para la rehabilitación como para la obra nueva, es el de revestimiento de



Sistema CCI. Piedra. Anclaje empotrable ajustable

piedra o mármol o incluso de prefabricados de hormigón.

El espesor mínimo de las placas debe ser 3 cm.

Los elementos de sujeción son de acero inoxidable aunque también pueden ser de latón, cobre y acero galvanizado.

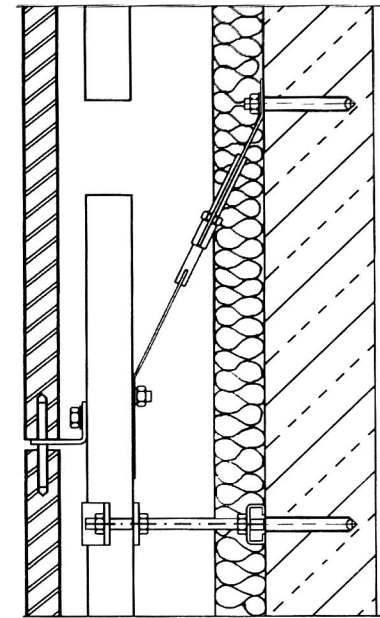
Hay varios tipos de sistemas de anclaje. De entre ellos exponemos tres:

1. Anclajes empotrables. Es el método más tradicional. Se empotra en un soporte resistente, como puede ser el ladrillo macizo (media asta), y se rellena de mortero la zona que se abre en dicho soporte. Si el ladrillo es hueco, tiene que ser un muro de un asta.

Este anclaje es más económico que los otros dos siguientes pero, requiere un replanteo exacto ya que no tiene regulación alguna.

2. Anclajes empotrables ajustables. Es un anclaje tridimensional, regulable en las tres direcciones. Se empotra en muros de hormigón y en muros de ladrillo.

Se emplea cuando la distancia entre el muro de carga y el revestimiento es menor de 13 cm.



Sistema CCI. Piedra. Perfil de cuelgue

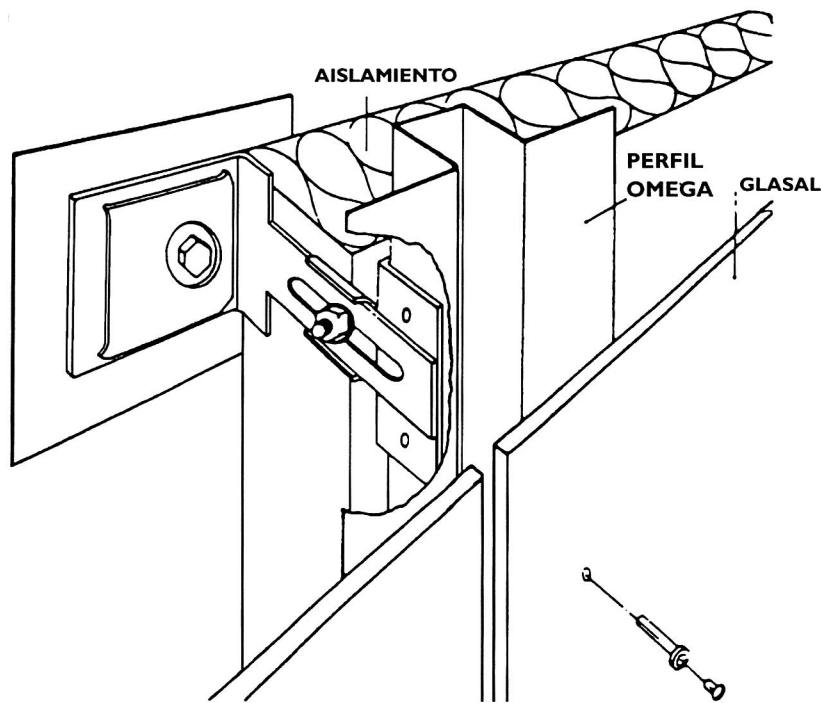
3. Sistema variable de perfiles de cuelgue. Es aconsejable cuando:

- Entre la fachada y el muro de carga queda un espacio considerable, mayor de 13 cm.
- Sólo existe la posibilidad de sujeción del sistema por pisos, en el forjado o en la jácena, porque el muro no tiene la mínima resistencia.
- Se requiere un tiempo de montaje más corto, ya que la colocación de la subestructura es muy rápida.

Sistema CC2. Glasal

El sistema consta de un material aislante adherido directamente a la fachada base existente. A continuación se deja la cámara de aire ventilada de 4 a 6 cm, en la que se dispone una estructura vertical de perfiles ligeros de chapa plegada de acero galvanizado que se sujeta en los forjados y en puntos intermedios con escuadras de longitud regulable, también de acero galvanizado. El material de acabado son placas de 6 mm de GLASAL remachadas a la estructura vertical descrita anteriormente.

El glasal es amianto-cemento fuertemente comprimido, fabricado



Sistema CC2. Glasal

en autoclave y con acabado exterior a base de esmalte mineral de aspecto muy homogéneo y satinado. Se fabrica en planchas de varias dimensiones, cuyo espesor suele ser 6 mm para revestimientos exteriores y 3'2 mm para interiores.

Este mismo sistema permite otros tipos de placas similares como revestimiento:

- La placa Eflex: Es la placalisa de fibrocemento
- La placa Trespa: Es un material compuesto resultado de la combinación de resinas termoestables reforzadas con fibras de celulosa natural, perfectamente prensadas. Las placas disponen de una superficie de color integrada en una de sus caras.
- El tablero estratificado de madera tratado con resinas termoendurecidas, comprimido a altas presiones y temperaturas (Tablero PRODEMA, PARFLEX, etc.)

Sistema CC3. Cerámica

El revestimiento exterior es un gres cerámico resistente a las heladas. Como en todos los sistemas se coloca un

aislante contra la pared existente. Las placas cerámicas de 8 mm de espesor, se unen a una estructura vertical inferior, la cual se fija a una estructura base que va anclada al muro existente.

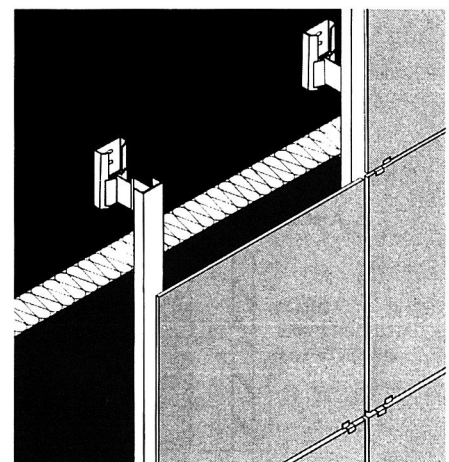
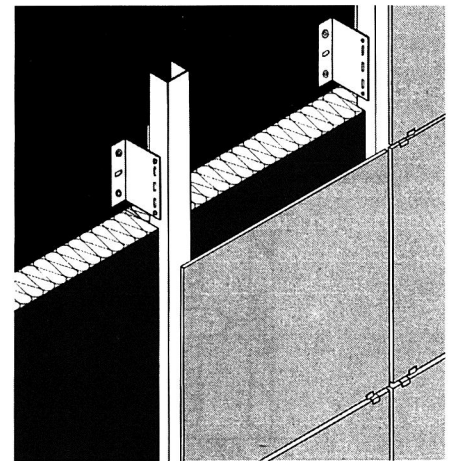
La estructura inferior puede ser de madera o de aluminio.

Sistema CC4.GRC

Sistema similar al anterior pero con placas de GRC como revestimiento final. El GRC es un microhormigón reforzado con fibra de vidrio resistente a la alcalinidad del cemento (para ello se añade circonio).

Este material se utiliza en forma de lámina de 10 mm de espesor aproximado. La falta de rigidez de las planchas de GRC, debido a los pequeños espesores utilizados, se puede obviar con el empleo de nervaduras perimetrales e interiores del mismo material y con un espesor de 20 mm.

Esta estructura auxiliar es más sencilla que las descritas para los aplacados de piedra, debido al poco peso de las piezas de GRC.



Sistema CC3. Cerámica

Sistema CC5. Jesmonite

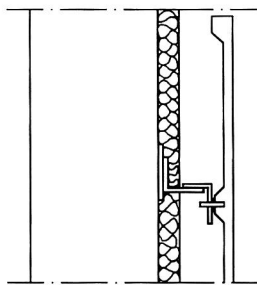
Similar al anterior pero con un acabado de placas de sulfato cálcico modificado y reforzado con fibra de vidrio.

Sistema CC6. Enfoscado

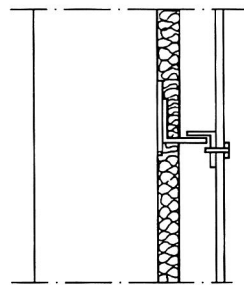
El sistema consiste básicamente en un aislamiento adherido a la fachada, cámara de aire semiventilada, hojas de metal expandido, tipo nervometal, fijadas al muro existente a través de una estructura metálica auxiliar y un enfoscado proyectado o aplicado al metal desplegado.

Sistema CC7. Vidrio

La renovación de la fachada se consigue construyendo una pantalla de vidrio exterior a la actual fachada.



FIJACION OCULTA EN LA NERVADURA DEL PANEL



FIJACION CON TUERCA, PERNO Y ARANDELA VISIBLE AL EXTERIOR

Sistema CC4. GRC

Puede ser:

- Un muro cortina que combina distintos elementos opacos (que ocultan las zonas ciegas de la antigua fachada) con acristalamientos.
- Una fachada con acristalamiento estructural, donde la fachada antigua queda totalmente oculta tras el vidrio.

Entre los paños ciegos de la antigua fachada y la nueva fachada se coloca aislamiento y en las zonas de visión, vidrio aislante, para solventar la falta de aislamiento.

En el caso de que no puedan colocarse por el diseño nuevo, requieren sistemas de climatización junto al vidrio para evitar condensaciones así como para calefactarlos y refrigerarlos.

ANÁLISIS COMPARATIVO

En el cuadro resumen se establece un análisis comparativo entre las distintas soluciones de rehabilitación de fachadas desde el exterior vistas en este artículo, así como su relación con los sistemas de aislamiento desde el interior o de inyección de material aislante en la cámara del cerramiento.

Hay que efectuar las siguientes aclaraciones al cuadro resumen:

- Los valores del cuadro son orientativos. Simplemente se pretende establecer una comparación entre los sistemas descritos.
- Los valores del coeficiente de conductividad térmica "K", se han estimado de acuerdo con la norma NBE - CT - 79.

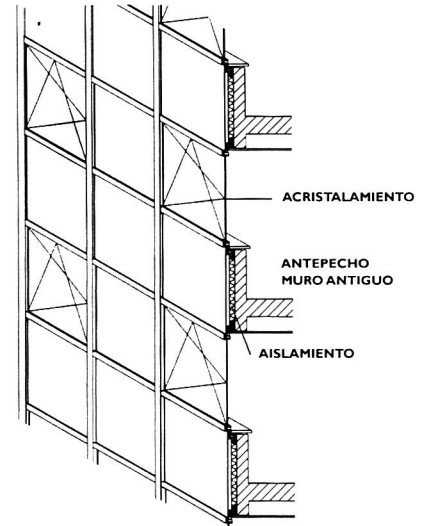
- Para calcular el "K" de las distintas técnicas estudiadas, se halla el aumento de aislamiento que produce cada uno de estos sistemas sobre el muro existente. Se considera para todos los casos una capa de aislamiento de 4 cm.

En los sistemas de aislamiento exterior con cámara de aire, según el apartado 2.3.2 de la norma, se prescinde del aislamiento que proporcionaría la hoja exterior ya que dicha cámara se considera muy ventilada y al estar totalmente abierta con el ambiente exterior, no puede considerarse en calma.

El costo por vivienda se ha calculado para una superficie exterior de 65 m² y una superficie interior de 58 m². Valores aproximados que corresponden a una vivienda de 90 m² de superficie útil.

CONCLUSIONES

1. El riesgo de condensaciones no se elimina totalmente en los sistemas de aislamiento por el interior o de inyección de aislamiento en cámara. En las soluciones de aislamiento por el exterior, sí.
2. En el valor de "K" tiene incidencia el tipo de aislante elegido. Todos los cálculos se han realizado para 4 cm de aislamiento, independientemente del material aislante elegido. Sin embargo, se podrían hacer las siguientes consideraciones:
 - En el caso de aislamiento por el interior, el espesor de 4 cm para el



Sistema CC7. Vidrio

material aislante puede suponer una pérdida importante de superficie interior, por lo que sería necesario disminuir dicho espesor. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esto supondrá un aumento del valor del coeficiente de transmisión térmica "K", debiendo comprobarse si el resultado cumple la normativa respecto a aislamiento térmico y condensaciones.

Cuando se emplea poliuretano por el exterior, se podría disminuir el espesor a 3 cm, ya que debido a su baja conductividad térmica, el aislamiento que proporciona en la mayor parte de los casos sería suficiente. Además este material presenta la gran ventaja de su fácil y rápida ejecución.

En cuanto a los costos, los sistemas más caros son los de aislamiento por el exterior, debido a la incidencia del andamiaje. Sin embargo, ya hemos visto anteriormente que, estos sistemas presentan grandes ventajas respecto a los otros dos en cuanto a mejora del bienestar, ejecución, adecuación estética, etc.

Los sistemas de aislamiento en la cámara interior del cerramiento son los más baratos. Sin embargo, esta solución presenta grandes desventajas

SISTEMAS DE AISLAMIENTO DE FACHADAS

SISTEMA		EFECTIVIDAD		COSTOS			RAPIDEZ DE EJECUCIÓN	DURABILIDAD	OBSERVACIONES	
		ELIMINACIÓN CONDENSACIÓN	K kcal/hm ² °C	RELATIVO	Pts/m ²	Pts/VIVIENDA				
AISLAMIENTO INTERIOR	Trasdosado directo	Probable *	0'59	2'2	4.100 +	208.800	Alta	>30 años	* Riesgo de humedades de condensación superficiales en zonas de puentes térmicos.	
	Trasdosado semidirecto	Probable *	0'59	2'3	4.300 +	220.400	Alta	>30 años	Con temperaturas exteriores extremas, se pueden producir condensaciones intersticiales siendo necesaria la colocación de una barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento.	
	Trasdosado autoportante	Probable *	0'58	2'4	4.400 +	226.200	Media-alta	>30 años	+ Sobre el precio de trasdosado colocado se le ha sumado 1.500 ptas/m ² por reposición de revestimientos.	
AISLAMIENTO INYECTADO EN CÁMARA INTERIOR	Fibra mineral en copos	Probable *	0'71	1	1.860 +	49.880	Alta	No hay datos concretos que la garanticen	* Tiene los mismos riesgos comentados para el aislamiento interior, además de la desventaja de supresión de la cámara de aire.	
	Poliuretano	Probable *	0'45	1'2	2.250 +	89.900	Alta		+ Sobre el precio/m ² de la inyección del aislante, se le ha añadido 1.000 ptas/m ² en concepto de reposición del paramento interior.	
	Urea - formaldehído	Probable *	0'63				Alta			
AISLAMIENTO EXTERIOR	SIN CÁMARA DE AIRE	SC1. Enfoscado	Segura	0'63	4'3	8.000	520.000	Media	20-30 años	
		SC2. Ladrillo	Segura	0'43				Alta	>10 años	
		SC3. PVC	Segura	0'45 *	4'4	8.200	533.000	Alta	>10 años	* Valor de λ dado por la casa comercial. λ = 0'04 W/m°C
		SC4. GRC	Segura	0'55-0'40 *	7'5	14.000	910.000	Alta	>30 años	* Valor de R dado por la casa comercial. R = 1'4 m ² c/w
		SC5. Aluminio	Segura	0'66 *	5'4	10.000	650.000	Alta	>30 años	* Valor de λ dado por la casa comercial. λ = 0'039 W/mk
		SC6. Mortero con áridos	Segura	0'54 *	6'5	12.000	780.000	Alta	>30 años	* Valor de λ dado por la casa comercial. λ = 0'039 W/m°C
	CON CÁMARA DE AIRE	CC1 Piedra	Segura	0'61 * 0'45 +	7'8 9'1 15'6	1/14.500 2/17.000 3/29.000	942.500 1.105.000 1.885.000	Media	> 30 años	* Con 4 cm de poliestireno extruido. + Con 4 cm de poliuretano.
		CC2 Glasal	Segura	0'61 * 0'45 +	8'9	16.500	1.072.500	Media-baja	25-30 años	"
		CC3 Cerámica	Segura	0'61 * 0'45 +	11'3	21.000	1.365.000	Media-alta	30 años	"
		CC4 GRC	Segura	0'61 * 0'45 +	7'5	14.000	910.000	Media-alta	>30 años	"
		CC5 Jesmonite	Segura	0'61 * 0'45 +	9'1	17.000	1.105.000	Media	>30 años	"
		CC6 Enfoscado	Segura	0'54 * 0'42 +	4'6	8.500	552.500	Media	20-30 años	"
		CC7 Vidrio	Segura	0'65	16'1 24'1	30.000 45.000	1.950.000 2.925.000	Media	>30 años	

respecto a las otras, ya que se prescinde de dicha cámara que resuelve en parte los problemas higrotérmicos, existe la incertidumbre del relleno incompleto del espacio interior, y su durabilidad no está demostrada.

4. Dentro de los sistemas de aislamiento por el exterior, el del revestimiento enfoscado es el que tiene un precio más asequible y el que mejor se integra en cualquier entorno urbano.

5. El gran campo de aplicación de estas técnicas serán las viviendas sociales construidas entre los años 1940 a 1970 ya que las patologías son muy repetitivas, pudiendo determinar componentes industrializados y criterios de organización para aplicar de manera reiterativa la rehabilitación. Para el caso de viviendas sociales, los sistemas cuyos costos podrían ser asumibles por los propietarios de dichas viviendas,

contando además con la financiación pública, serían el SC1, Enfoscado; SC2, Ladrillo; SC3, PVC; SC4, GRC; SC5, Aluminio; SC6, Placas de morteros con áridos; CC2, Glasal; CC4, GRC; CC6, Enfoscado.

No sería factible, por su alto costo, el empleo de los sistemas CC1, Piedra; CC3, Cerámica; CC7, Vidrio.