

Cristina Pardal March

Doctora en Arquitectura. Profesora agregada de la ETSAB y miembro del Departamento de Tecnología en la Arquitectura de la UPC.

Una vez definido el objeto de estudio del documento (la fachada del edificio), en el presente capítulo se intenta contextualizar la problemática que nos ocupa, presentando en primer lugar una breve descripción y evolución histórica de los sistemas de fachada más habituales en España, para, a continuación, clasificarlos y valorar su comportamiento frente al fuego. Este marco general permitirá entender la casuística con la que nos encontramos en el ámbito nacional, lo que puede dar una idea del nivel de vulnerabilidad del parque edificatorio actual en relación con la propagación de incendios por fachada.

1.1. Breve evolución histórica de los sistemas de fachada más habituales a nivel nacional

La presente cronología identifica unos periodos que, en algunos casos coinciden con cronologías ya aceptadas, mientras que en otros son propuesta de la autora. Los periodos planteados atienden a la especificidad del tema que se trata de analizar: la propagación del fuego por fachada.

Esta cronología se focaliza en la evolución de los sistemas de fachada en Barcelona y su área metropolitana, con la voluntad de ejemplificar un proceso

que se da a nivel nacional. Dejando al margen acontecimientos puntuales que nos ayudan a datar los periodos —los Juegos Olímpicos del 92 o la celebración del Fórum de las Culturas en el 2004— el hilo evolutivo global es perfectamente extrapolable al resto de ciudades de un cierto tamaño. Sí, es cierto que esta evolución no alcanza por igual, ni en el mismo momento, a todo el territorio nacional. Los cambios que se inician normalmente en las capitales van llegando de forma paulatina al resto de núcleos urbanos atendiendo al grado de conexión con la capital.

El primer, y más amplio, período corresponde a la construcción tradicional propia de los núcleos históricos. Esta construcción se caracteriza por la nula disociación entre estructura vertical y cerramiento de fachada. Este cerramiento portante se construye normalmente con mampostería: piedra o ladrillo; y en algunos lugares muy vinculados al mundo rural con tapial. Difícilmente identificaremos un inicio para este periodo, pero sí un final o, mejor dicho, una evolución hacia otro periodo. Este “final” se sitúa a finales del siglo XIX.

En las últimas décadas del siglo XIX se empezó a gestar el edificio tipo que, con variaciones principalmente de estilo, permitió construir el ensanche Cerdà. Esta construcción urbana mantiene la estructura de muros portantes en fachada. Según A. Paricio, no es hasta 1900 que podemos claramente decir que se crea un modelo replicado durante años. Este segundo periodo, según el mismo autor, lle-

SISTEMAS DE FACHADA

ga hasta 1960, cuando empieza a introducirse el hormigón de manera masiva para la construcción de las estructuras.

En el tercer periodo, y con la introducción del hormigón, los sistemas murarios dejan paso a las estructuras porticadas. Los techos pasan de ser simples entrepisos que apenas contribuyen a la estabilización del edificio a ser un elemento esencial de la estructura. La “desaparición” del muro introduce la pared como divisoria interior y los cerramientos de fachada no portantes. El sistema murario persiste, no obstante, con la utilización del encofrado túnel y los sistemas de paneles prefabricados, muy empleados en áreas de nuevo crecimiento en el extrarradio de la ciudad.

En la década de los 70, las normas tecnológicas, en concreto la Normativa Térmica que aumenta el nivel de exigencia de las envolventes de los edificios, supone el inicio de un nuevo periodo —el cuarto— que concluirá a final de siglo. Es importante destacar que, desde los años 60 y con la generalización del uso del hormigón, el desarrollo de técnicas y sistemas constructivos crece exponencialmente, situación que a día de hoy se mantiene. El empleo de un nuevo material estructural originó, en un inicio, un gran interés en el desarrollo de nuevos sistemas portantes, pero, un poco más adelante, este interés se trasladó a los sistemas de fachada ya liberados de la función portante. La fachada convencional —muy extendida como solución generalizada en vivienda— dio paso hacia los años 80 y 90 a la ventilada o rainscre-

en. Un ejemplo prototípico de esta solución de fachada son las viviendas en la Vila Olímpica de Clotet-Paricio finalizadas para los Juegos Olímpicos de 1992 o el edificio Illa Diagonal inaugurado en 1993 que visibiliza la solución de fachada ventilada de hoja exterior “ligera” que luego se aplicará masivamente en todo tipo de edificios. Se cierra pues con el final de siglo y la implantación de una nueva solución de fachada el cuarto periodo.

El quinto nos lleva hasta la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE) en el 2006 y se caracteriza por unos años de desarrollo de sistemas de divisorias interiores —tabiques—, y fachadas de construcción en seco. Es representativo del periodo el edificio de uso hotelero de MAP arquitectos para el Fórum de las Culturas del 2004. La fachada se resuelve con dos hojas ligeras de construcción en seco y una cámara drenada entre ellas. En este periodo proliferan todo tipo de sistemas muy ligados a la industria y al montaje por personal especializado.

La entrada en vigor del CTE en el 2006, que coincide con el inicio de la crisis financiera, justifica una desaceleración en este desarrollo exponencial de sistemas. Esta normativa solo reconoce soluciones de fachada que incluyan una hoja principal de fábrica de ladrillo. Cualquier solución de fachada en seco necesita justificar que cumple con las exigencias prestacionales que marca la normativa. Con el CTE comienza el sexto periodo que, según parece a día de hoy, estará marcado por cuestiones medioambienta-

SISTEMAS DE FACHADA

Periodos y motores del cambio		Estructura	Fachada
1º hasta 1900	Núcleos históricos. Construcción tradicional.	Muros portantes de piedra o ladrillo. Techos unidireccionales con vigas normalmente de madera.	Muros portantes de piedra o ladrillo normalmente revocado/estucado.
Adecuación a una nueva trama urbana a nivel local en Barcelona			
2º 1900 - 1960	Modelo ensanche barcelonés.	Muros portantes de piedra o ladrillo. Techos unidireccionales con vigas normalmente de madera.	Muros portantes de piedra o ladrillo normalmente revocado/estucado.
Introducción del hormigón a nivel local en Barcelona y según A. Paricio			
3º 1960 - 1977	Construcción de polígonos en la periferia para alojar a la inmigración del campo a la ciudad.	Desarrollo de sistemas estructurales en hormigón: encofrado túnel, distintos tipos de forjado, etc. Grandes prefabricados	La fachada deja de ser portante para ser un cerramiento entre dos forjados. El forjado atraviesa el grueso de la fachada que apoya sobre él. Evitar su entrada en carga obliga a dejar una junta en la parte superior. Esta fachada acostumbra a ser: (de fuera hacia dentro) revoco + 14 cm ladrillo + 10 cm cámara + 5 cm tabique enyesado (fachada convencional sin aislar).
Normativa Térmica NTE a nivel nacional			
4º 1978 - 2000	La ciudad se internacionaliza a raíz de los Juegos Olímpicos de 1992.	Estructuras de pilares y forjados de hormigón.	La fachada se aísla con un material de baja densidad alojado en la cámara. El cerramiento tipo es: (de fuera hacia dentro) revoco + 14 cm ladrillo + 10 cm cámara aislada + 5 cm tabique enyesado (fachada convencional). Comienzan a introducirse otros sistemas de fachada como es la ventilada a la vez que evolucionan los sistemas de panel de hormigón como cerramiento.

SISTEMAS DE FACHADA

Periodos y motores del cambio		Estructura	Fachada
Desarrollo exponencial de sistemas de cerramiento			
5º 2000 - 2006	El Fórum de las Culturas del 2004 justifica consolidar nuevas áreas de la ciudad, la más relevante Diagonal Mar.	Estructuras de pilares y forjados de hormigón.	La fachada ventilada de hoja exterior colgada es la solución más extendida junto con el panel de hormigón no portante, solo de cerramiento. Intentos diversos de prefabricar la hoja interior de la fachada ventilada. La solución que parece imponerse es la hoja interior de tabiquería seca con placa de cemento y juntas encintadas.
CTE; Exigencia energética; NZEB			
6º 2006 - actualidad		Estructuras de pilares y forjados de hormigón.	La fachada ventilada de hoja exterior colgada y hoja interior ligera convive con el panel de hormigón no portante, solo de cerramiento y el SATE, solución muy empleada en rehabilitación.

Tabla 1.1. Resumen de la cronología correspondiente a la evolución de los sistemas de fachada

Fuente: Elaboración propia

les y de ahorro energético, propiciando estas últimas el empleo del SATE (sistema de aislamiento térmico por el exterior), sobre todo en rehabilitación.

Tal como indica la franja vertical de color que acompaña el cuadro resumen de los distintos periodos aquí incluido, hasta 1978 los materiales empleados en fachada eran mayoritariamente incombustibles, y los sistemas de fachada, sin cámara o con la cámara interrumpida en cada planta. La propagación del fuego era de poca trascendencia (verde) a no

ser que lo hiciera por efecto leap frog (propagación a través de las ventanas) (ver capítulo 2). La entrada en vigor de la Normativa Térmica supone una inflexión, al obligar a añadir en muchos casos un material al sistema de fachada, material que, en mayor o menor medida, es combustible. No obstante, no es hasta la generalización del empleo de la fachada ventilada a finales del siglo XX, que este aislamiento puede suponer un problema. Si en la fachada convencional el material aislante se aloja en una cámara interrumpida en cada piso y cerrada —sin aporte

de oxígeno—; en la fachada ventilada la cámara está abierta al exterior y normalmente es continua en toda la altura del edificio. Ante las mismas características de combustibilidad, las diferencias en cuanto a la localización del material crean unas condiciones que favorecen la propagación del fuego por fachada. A todo ello se suma la realidad alarmante de que, en aquel periodo, el uso de aislantes de poliuretano o EPS era muy habitual (rojo). Desde este momento, finales del siglo XX, y en adelante, el desarrollo de sistemas de fachada y la incorporación de nuevos materiales ha tenido un crecimiento exponencial. La evolución ha sido de hecho tan rápida y los motores que la han impulsado tan diversos, que a día de hoy aún cuesta dibujar el mapa completo de cuáles son los diversos sistemas de fachada. Si la clasificación está aún definiéndose, no hace falta mencionar que la relación entre cada uno de estos sistemas de fachada y la propagación del fuego está por analizar.

1.2. Clasificación de los sistemas de fachada y soluciones resultantes de aplicación habitual a nivel nacional

La presente clasificación no ha sido elaborada de forma específica para este documento y, por lo tanto, no está orientada de forma concreta a la problemática de la propagación del fuego en fachada. Se trata de una clasificación elaborada por Pardal y Paricio con la voluntad de ordenar el mapa actual de los sistemas de fachada (atendiendo a lo que se comentaba al final del apartado anterior). El

empleo de una clasificación genérica de los sistemas de fachada adecuada a muy diversos interlocutores nos parece de especial importancia de cara a la futura difusión del documento.

La clasificación se organiza a partir de los tres criterios siguientes:

- I. Las técnicas de puesta en obra de la hoja principal (según la define el CTE).
- II. El mecanismo empleado para lograr la estanquidad al agua.
- III. La relación entre ambos, es decir, si están resueltos o no en un único elemento.

I. Las diferentes técnicas de puesta en obra están asociadas a los distintos materiales. Todo el mundo relaciona la albañilería con el ladrillo o el bloque unidos con mortero, y el montaje en seco con los materiales y sistemas más novedosos. Es en este sentido que las técnicas de puesta en obra de la hoja principal —la que soporta y garantiza la estanquidad al aire de la fachada— adquieren importancia. La técnica empleada nos da información del tipo de material, el tipo de junta, la fijación o mecanismo de unión al soporte, el proceso de ejecución y, en consecuencia, de la relación con la estructura principal.

- *Hormigonera > materiales de formato amorfo al llegar a la obra > hoja principal de hormigón vertido in situ*
Define un plano continuo homogéneo de material incombustible y con una resistencia al fuego que dependerá principalmente del espesor. Esta hoja se aloja entre forjados.

SISTEMAS DE FACHADA

- *Albañilería > llegan a obra pequeños elementos > hoja principal de fábrica de ladrillo, bloque, etc.*
Define un plano continuo homogéneo de material incombustible y con una resistencia al fuego que dependerá principalmente del espesor. Esta hoja se aloja entre forjados.
- *Ensamblaje en seco > llegan a obra semiproductos > hoja principal formada por un entramado panelado.*
Define un plano continuo, aunque heterogéneo, debido a la estructura de entramado. Las características de reacción y resistencia al fuego dependerán mucho de los materiales empleados. Si el entramado suele ser de acero, aluminio o madera, el panelado admite todo tipo de materiales. Suele alojarse tanto entre forjados como pasante por delante de los mismos.
- *Fijación en seco > llegan a obra componentes > hoja principal formada por un panel de gran formato anclado directamente a los forjados*
Define un plano continuo cuya homogeneidad depende de las características del panel que tanto puede ser un panel pesado de hormigón como un módulo unitised ensamblado a partir de perfiles de aluminio y núcleo aislante. Suele alojarse preferentemente pasante por delante de los forjados, pero también podría hacerlo entre ellos.

II. La estanquidad al agua puede lograrse atendiendo a las características del material —su grado de impermeabilidad— o confiando en la geometría.

Si la primera opción permite resolver la fachada en una sola hoja —mono o multicapa— de espesor condicionado a la permeabilidad del material, la segunda se asocia a la estanquidad por drenaje y, por consiguiente, al diseño de una cámara drenada. El mecanismo empleado para lograr la estanquidad es el que permite distinguir entre fachadas de una sola hoja y de dos hojas con todas las complicaciones de diseño que esto pueda comportar. La creación de la cámara escinde la fachada en dos con todas las consecuencias que ello pueda tener.

III. La relación entre la hoja principal y la estanquidad, es decir si estas dos funciones están resueltas o no en un único elemento, da información sobre la posición del aislamiento.

En muchas ocasiones la hoja principal aporta también estanquidad, ya sea gracias a sus características o a las de algún material de revestimiento añadido de forma directa —por ejemplo, un revo-co—. En otras, la estanquidad se logra con elementos añadidos a modo de nuevas capas de una cierta entidad —ventilada o SATE—.

Esta distinción, que podría parecer anecdótica, conlleva una serie de condicionantes en el conjunto del cerramiento. Uno de ellos es la repercusión directa en la posición del aislamiento ya que, si la hoja principal no aporta estanquidad y por lo tanto precisa de la adición desde el exterior de una nueva capa, esta nueva capa permite ocultar un aislamiento exterior a la hoja principal. Si la hoja principal es la

SISTEMAS DE FACHADA

que aporta la estanquidad, la fachada es lógico que crezca hacia el interior y, por lo tanto, el aislamiento se situará en esa cara del cerramiento.

La combinación a modo de matriz de estos tres clasificadores ordena los diferentes sistemas de fachada:

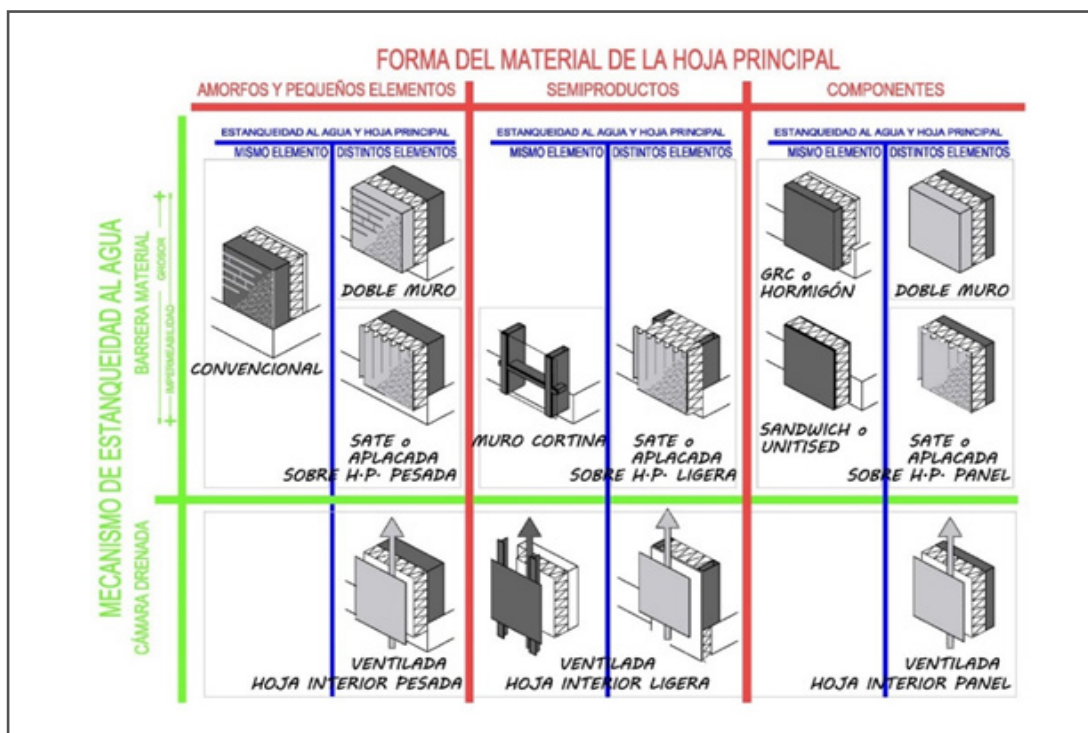


Figura 1.1. Taxonomía de los sistemas de fachada

Fuente: Pardal y Paricio

CONVENCIONAL: Hoja principal de fábrica de ladrillo, bloque, termoarcilla, etc. tomados con mortero. Estos materiales acostumbran a ser no combustibles. Esta hoja de soporte de fachada es a la vez la que, por sí sola o por medio de un revoco, garantiza la estanquidad al agua

y, por lo tanto, queda expuesta al exterior. El material de aislamiento térmico se añade desde el interior y se oculta con un trasdosado que cierra el espacio útil. Este tipo de fachada se apoya sobre el forjado.

SISTEMAS DE FACHADA

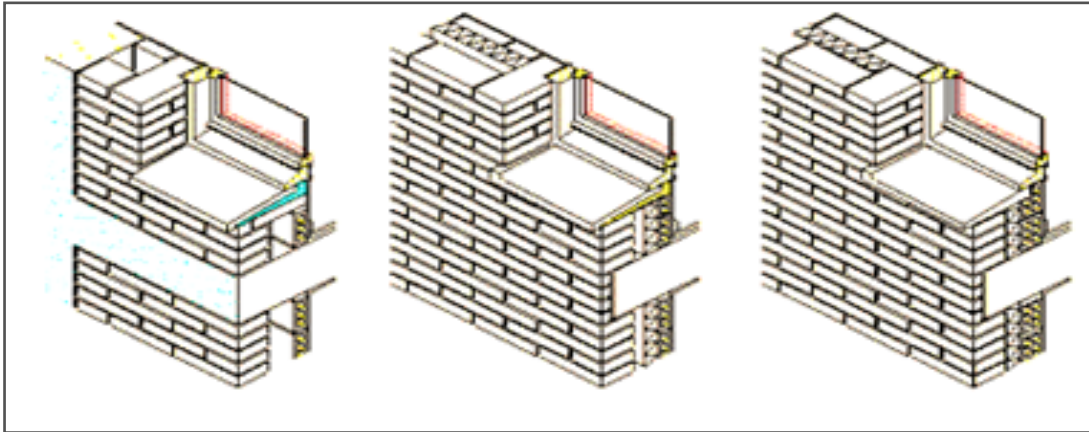


Figura 1.2. Convencional

Fuente: <http://www.hispalyt.es/cd1/hispalyt/071.htm>

SATE: Sistema de fachada que se caracteriza por disponer de un aislamiento en la cara exterior de la hoja principal provisto de un acabado que garantiza la estanquidad del conjunto. Este acabado acostumbra a ser un revoco, pero también puede estar formado por plaquetas amorteradas de poco espesor. El sistema de fachada SATE se puede aplicar tanto

sobre una hoja principal de albañilería u hormigonería, como sobre un entramado de construcción en seco o panel. Dada la variedad que abarca, las características en relación con el fuego de esta fachada dependerán tanto de la naturaleza del material de aislamiento como de la de la hoja principal.

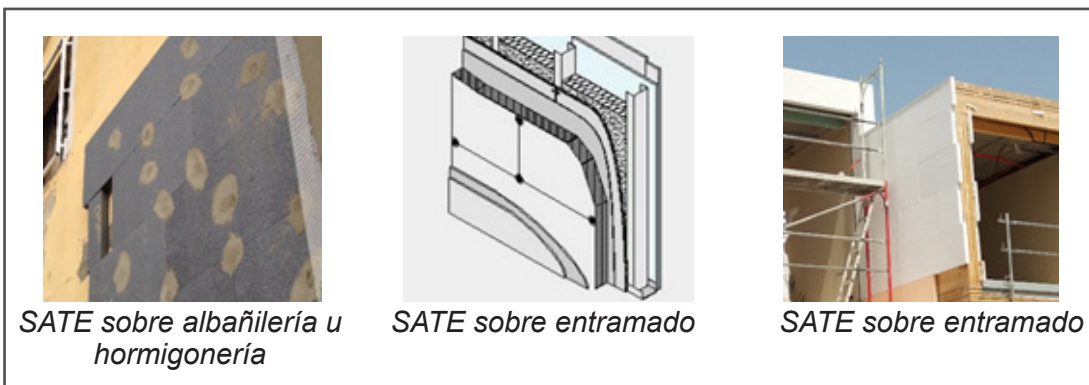


Figura 1.3. SATE

Fuentes: <https://sate-vipal.com/>; <http://www.knauf.es/>; imagen propia

SISTEMAS DE FACHADA

APLACADA: Este sistema se caracteriza por la presencia de dos hojas de una cierta entidad: hoja principal y aplacado; pero sin la voluntad de confiar la estanquidad al drenaje de una posible cámara sino a la impermeabilidad de alguna de las dos hojas. La entidad del aplacado nos hace distinguirlo de un simple acabado. Este tipo de fachadas no disponen de una cámara drenada o especialmente ventilada, pero sí suelen liberar un espacio entre capas resultado del proceso constructivo y de la disposición de los distintos elementos de fijación. El materi-

al de aislamiento suele disponerse entre las dos capas con el objetivo de garantizar su absoluta continuidad por delante de los elementos estructurales.

Si la estanquidad se resuelve en el plano exterior, las placas acostumbran a ser de metal: de zinc o cobre engatilladas, o de acero galvanizado o aluminio —estas últimas en láminas grecadas u onduladas y con juntas solapadas—. El sistema admite que la hoja principal sea de albañilería u hormigonería, entramado de construcción en seco o panel.

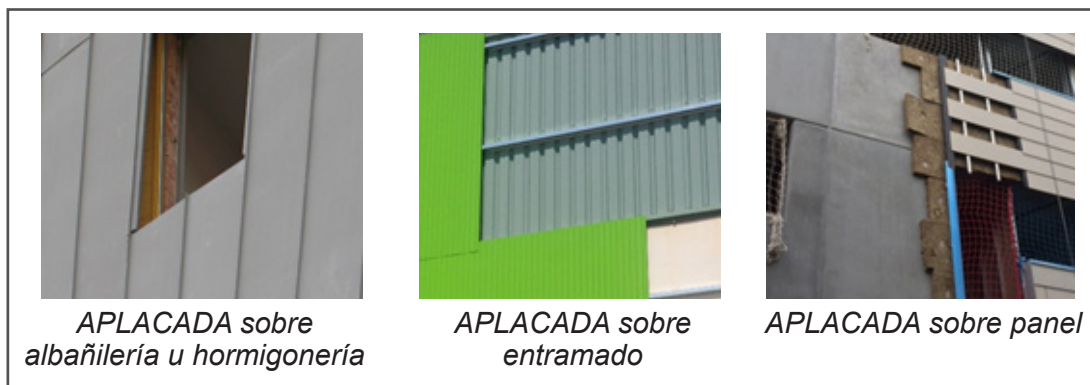


Figura 1.4. Aplacada

Fuentes: imagen propia; <http://panelya.com/>; imagen S. Llusera

DOBLE MURO: Fachada formada por un muro descompuesto en dos hojas de características similares. Entre las dos hojas del muro se sitúa normalmente el material aislante. Si el muro es de entramado, el aislamiento térmico se puede disponer entre montantes. El doble muro es la hoja principal a la vez que resuel-

ve en su cara exterior la estanquidad al agua y al aire. Este doble muro puede ser tanto de albañilería u hormigonería como de entramado de construcción en seco o de panel.

SISTEMAS DE FACHADA



Figura 1.5. Doble muro

Fuentes: Harquitectes; <http://www.knauf.es/>; <https://www.fehr-groupe.com/en/>

VENTILADA: Esta fachada se caracteriza por disponer de una cámara drenada que garantiza, junto con la hoja exterior, la estanquidad al agua.

La cámara se conforma a partir de dos hojas: una exterior de junta abierta y una interior. La interior constituye la hoja principal, estanca al aire y de material apto para estar a la intemperie. Esta hoja principal nuevamente puede ser de albañilería u hormigonería, de entramado de construcción en seco o de panel.

El origen de esta fachada es el rainscreen anglosajón, y el sistema de uso local más similar es el de tabique pluvial.

El material de aislamiento térmico suele disponerse en la cara exterior de la hoja principal o contenido en ella cuando esta es de entramado.

A esta fachada se le supone un buen comportamiento energético en nuestro

clima disipando el exceso de radiación.

Es decir, que la hoja exterior deja en sombra a la interior por lo que, en la medida que la cámara no se sobrecaliente, este efecto será beneficioso en verano.

Evitar el sobrecalentamiento de la cámara precisa que esta renueve el aire, ya sea gracias al efecto chimenea y la convección o a un contacto difuso en toda su superficie con el aire exterior. A pesar de referirnos a esta fachada como ventilada difícilmente se puede garantizar su repercusión a nivel energético en el conjunto del cerramiento.

SISTEMAS DE FACHADA

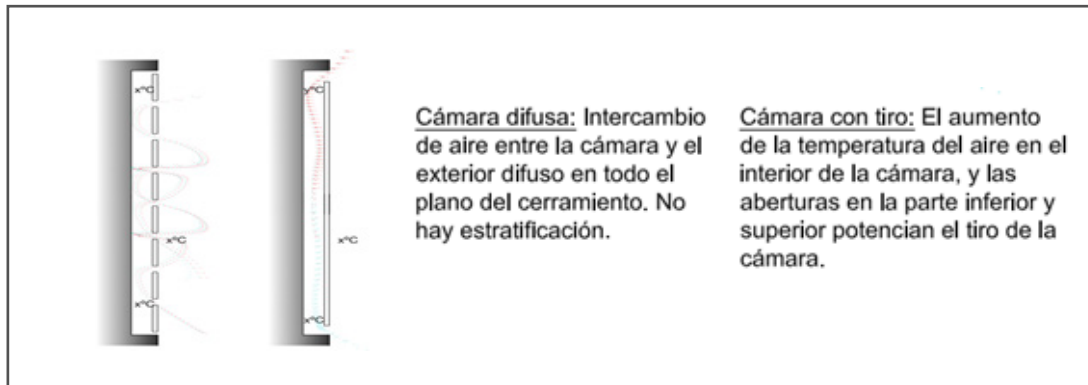


Figura 1.6. Formas de ventilar las cámaras
Fuente: elaboración propia



Figura 1.7. Ventilada
Fuentes: imagen propia; Biosca y Botey; imagen propia

MURO CORTINA: Fachada formada por un entramado de montantes y travesaños como elemento de soporte, normalmente pasante por delante de los forjados.

Logra la estanquidad a partir de las características del material que cierra el entramado y un adecuado sellado de las juntas gracias a mecanismos incor-

porados en los mismos perfiles (sistema stick). Suele relacionarse con cerramientos vidriados montados sobre entramados de aluminio o acero.

La configuración del entramado formando dos planos, normalmente cerrados con vidrio (al menos el exterior), da lugar a la doble piel de vidrio. Esta doble

SISTEMAS DE FACHADA

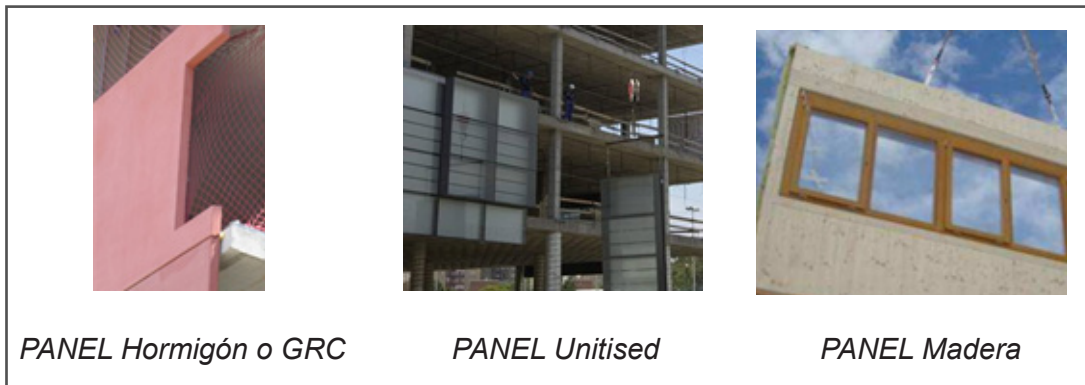
piel crea una cámara, normalmente de dimensiones considerables si la comparamos con la de la fachada ventilada, y que responde a estrategias de gestión del movimiento del aire que pueden ser muy diversas. Según sea este recorrido del aire, la cámara se compartimentará o no en horizontal, en vertical o ambos.

PANEL: Hoja principal formada por paneles de gran formato —como mínimo cubren la luz entre forjados— que, una vez montados, cierran la fachada al agua y al aire y definen su imagen exterior.

Dependiendo del grado de complejidad del panel, especialmente con respecto al diseño de las juntas y los mecanismos de sellado, podemos distinguir diferentes tipos. Estos distintos tipos están muy ligados al material y a la industria que los produce.



*Figura 1.8. Muro cortina
Fuente: imagen propia*



PANEL Hormigón o GRC

PANEL Unitised

PANEL Madera

*Figura 1.9. Panel
Fuente: imagen propia; Technocladd Solutions; S. Bestraten*

SISTEMAS DE FACHADA

1.3. Valoración de la vulnerabilidad de los diversos sistemas de fachada atendiendo a las cinco vías de propagación del fuego.

Tal como se explica de forma exhaustiva en el capítulo 2 de este documento, las vías de propagación del fuego son las siguientes:

- A. Propagación a través de las ventanas, efecto leap frog.
- B. Propagación a través de cavidades en el encuentro del forjado y la fachada.
- C. Propagación a través de las cámaras.
- D. Propagación a través de revestimientos combustibles sobre la hoja principal.
- E. Propagación a través de una hoja principal con elementos combustibles.

De todas ellas, el leap frog no depende del sistema de fachada empleado sino de su composición a nivel formal y, por lo tanto, no va a considerarse a la hora de valorar la mayor o menor vulnerabilidad de cada uno de los sistemas.

En relación con el resto de las vías posibles, puede hacerse una aproximación general, pero, evidentemente, para cada fachada diseñada se debería hacer un estudio concreto.

Como orientaciones generales:

- Las fachadas panel y el muro cortina son susceptibles a la propagación por cavidades en el encuentro del forjado y la fachada, ya que normalmente pasan por delante de los cantos de los mismos.
- Los sistemas de fachada ventilada y aplacada podrían facilitar la propagación a través de la cámara o por la separación entre hojas.
- Los sistemas de fachada ventilada, aplacada y SATE podrían permitir la propagación debida a la combustibilidad de alguno de los materiales sitios desde la cara exterior de la hoja principal hacia afuera.
- Todas aquellas hojas principales que no son de ladrillo u hormigón son susceptibles de facilitar la propagación debido a la combustión de la propia hoja o de alguna de sus partes (sería el caso de un panel sándwich).

La única fachada que no aparece mencionada en los cuatro puntos anteriores es la convencional, cada vez más en desuso.

1.4. Conclusiones del capítulo

- En las últimas décadas, los sistemas de cerramiento de fachada y los materiales empleados en las mismas, han sufrido una gran evolución que apenas ha repercutido en la normativa de referencia a efectos de propagación del fuego.

SISTEMAS DE FACHADA

- La aplicación de la normativa que regula las medidas pasivas de protección contra incendios debe atender a los diversos sistemas de fachada además de a las características del edificio.

Está por hacer un trabajo exhaustivo que relacione los diferentes sistemas de fachada más habituales, atendiendo a su posible estructura de capas, con las distintas vías de propagación del fuego. Actualmente se dispone únicamente de los documentos propios de cada fabricante.

1.5. Bibliografía y otras referencias

- Paricio Casademunt, A. *Secrets d'un sistema constructiu: l'Eixample*. Ed. UPC, 2001.
- Díaz, C., Cornadó, C., Vima, S. "El uso del hormigón armado en los sistemas estructurales de los edificios residenciales modernos del Área Metropolitana de Barcelona". IX Congreso Nacional y I Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción.
- Paricio Ansuategui, I. *La fachada de ladrillo*. Ed. Bisagra, 1998.
- Pardal March, C., Paricio Ansuategui, I. *La fachada ventilada y ligera*. Ed. Bisagra, 2006.
- <http://facad3s.net>