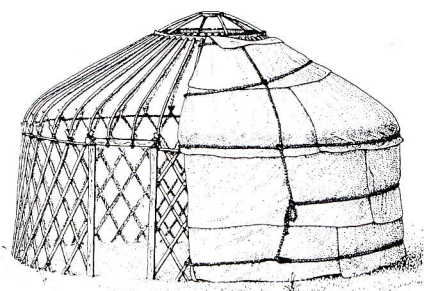


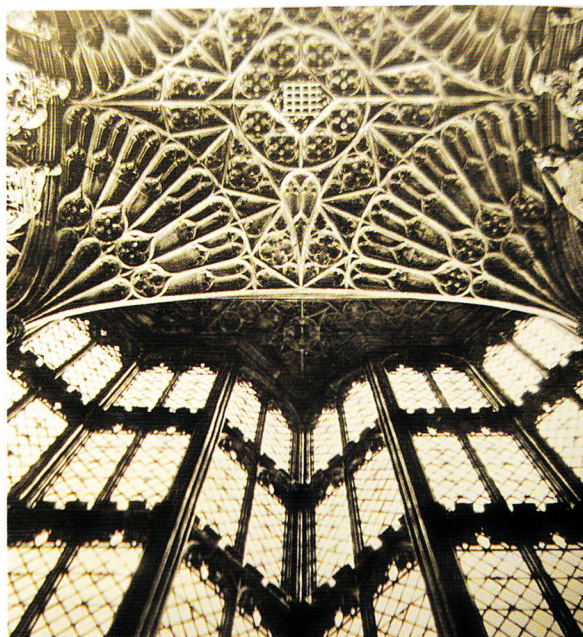
Una historia superficial

Como un deseo antiguo, la arquitectura busca la piel idónea para un cuerpo que cada vez es más ágil y dinámico. Han sido necesarios muchos años de avances y retrocesos para definir una técnica de fachadas ligeras que protagoniza algunas de las imágenes arquitectónicas más características del siglo XX.

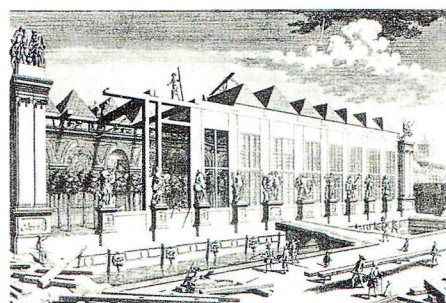
Yurta de las tribus nómadas de Asia Central. Construcción en madera, cuerda y lona.



Abadía de Westminster. Capilla de Enrique VII.



Orangerie del Belvedere. Viena, 1737.



La generación de una nueva forma arquitectónica o de una técnica constructiva no es nunca casual ni es consecuencia de una invención instantánea, sino que responde a un largo proceso, a la maduración de unas ideas, a veces a un deseo intemporal que de repente encuentran la circunstancia y los medios para poder desarrollarse. Es el caso de las fachadas ligeras, cuyos antecedentes han precisado no sólo del desarrollo de la tecnología adecuada que las haga posibles, sino de una evolución de las ideas formales que se tenían de la arquitectura para poder asumirlas, para integrarlas en un nuevo concepto estético.

En realidad, desde una visión antropológica todos los útiles humanos no son sino extensiones de las propias capacidades corporales del hombre, y la arquitectura correspondería, tras el vestido, a una segunda piel capaz de crear una mayor protección climática y un ámbito de privacidad. La traducción que hacen algunos pueblos primitivos de esta necesidad es tan literal como para emplear la propia piel de los animales en la creación de habitáculos, como hacen los tuaregs en el Sahara, los indios americanos o los beduinos del desierto, que tejen sus tiendas con pelo de cabra o de camello. También las fibras vegetales en forma de tallos, hojas o ramas, sirven al hombre en sus estados primarios para hacer chozas o cabañas, que todavía hoy tienen vigencia en países como Irak, donde se hacen importantes construcciones de haces de juncos, o incluso en Estados Unidos, que conserva en Nebraska una tradición de construcción de casas con pacas de paja o de turba.

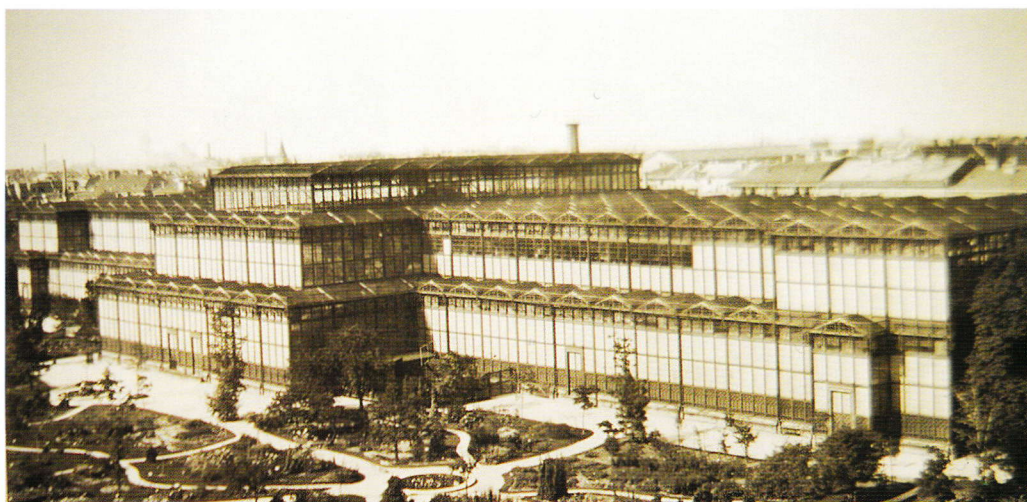
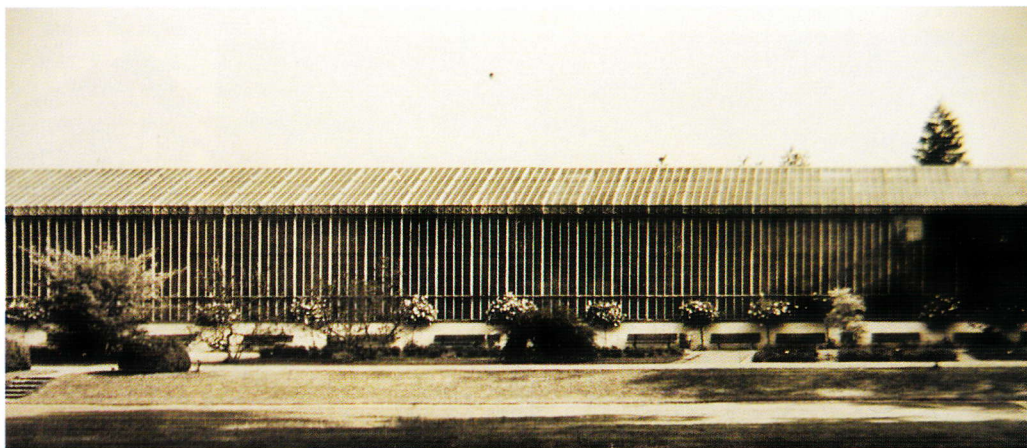
Todas estas técnicas de construcción ligera tienen, no obstante, poco papel en el desarrollo de la arquitectura mundial por su fragilidad, y lo que se hace durante muchos años es una arquitectura de muros de carga compuesta por materiales pesados que forman el sistema estructural a la vez que el cerramiento. Tiene que surgir un movimiento constructivo como el gótico para que se pueda intuir de nuevo esa analogía biomórfica que separa las funciones protecto-

Green House en el
jardín de
Nymphenburg,
Munich, 1807.
Friedrich von Sckell.

ras de la piel de las sustentantes de la osamenta. En su afán de ligereza y luminosidad, este estilo ideado en la Edad Media crea un sistema estructural de nervaduras que conducen las cargas a unos haces de columnas y a unos arcos inclinados o arbotantes, liberando a los muros de la necesidad de soportar las bóvedas, con lo cual pueden ser éstos finos y transparentes, a veces tejidos como una filigrana de piedra y cristal que permite inundar de luz el interior de templos y palacios.

El hierro, un material revolucionario

Desapareció este sistema constructivo sustituido por otros estilos y debe de ser algo más que una casualidad que tras tantos siglos de arquitectura masiva volvieran a aparecer las construcciones ligeras con la recuperación que el siglo XIX hizo del gótico. El nuevo gótico, ahora replanteado por el teórico Viollet Le Duc, puede contar con un material que habría sido el sueño de los canteros medievales: el hierro viene a revolucionar la historia de la construcción al permitir abordar mayores luces con unas estructuras que se afinan hasta lo inverosímil. Los muros desaparecen como tales, para convertirse en rejillas formadas por vigas y soportes que propician la idea de crear fachadas ligeras, y surgen éstas de forma espectacular de las desprejuiciadas mentes de los ingenieros. Todos reconocen como primer gran ejemplo de construcción ligera del siglo XIX al Crystal Palace de Joseph Paxton, gigantesco invernadero creado para la Exposición de Londres de 1851, que tiene precedentes en otros invernáculos, algunos bastante anteriores, como el del jardín de Nymphenburg, en Munich, proyectado por Friedrich Ludwig von Sckell en 1807, y aun antes



en invernaderos de madera como la Orangerie del Belvedere en Viena, de 1737, que se cerraba en invierno mediante una fachada modular y desmontable.

Es el XIX un siglo lleno de récords y de inventos que encontraron su escape en los palacios de las Exposiciones Universales y en grandes construcciones civiles como las estaciones de tren. Son unos años en los que se crea una importante construcción industrializada y en los que aparecen los antecedentes de los paneles de cierre ligeros. Así, el primer edificio conocido que utiliza la chapa de hierro en sus fachadas es el almacén naval de Sheerness, construido en 1858 por el ingeniero G.T. Greene. Tiene unos sencillos cerramientos en los que alternan cuatro niveles de bandas de vidrio con sus respectivos antepechos de planchas nervadas, siendo este material un tema recurrente de arquitectura industrial y agrícola que no se populariza hasta mucho más tarde, aproximadamente a partir de 1940. El edificio todavía se encuentra en servicio, quedando aún algunos

elementos de fachada originales. Además de estos usos industriales, el hierro también se empleó para hacer casas prefabricadas enteramente de metal, como las que a partir de 1848 realizó en sus fundiciones de Derby la Britannia Iron Works.

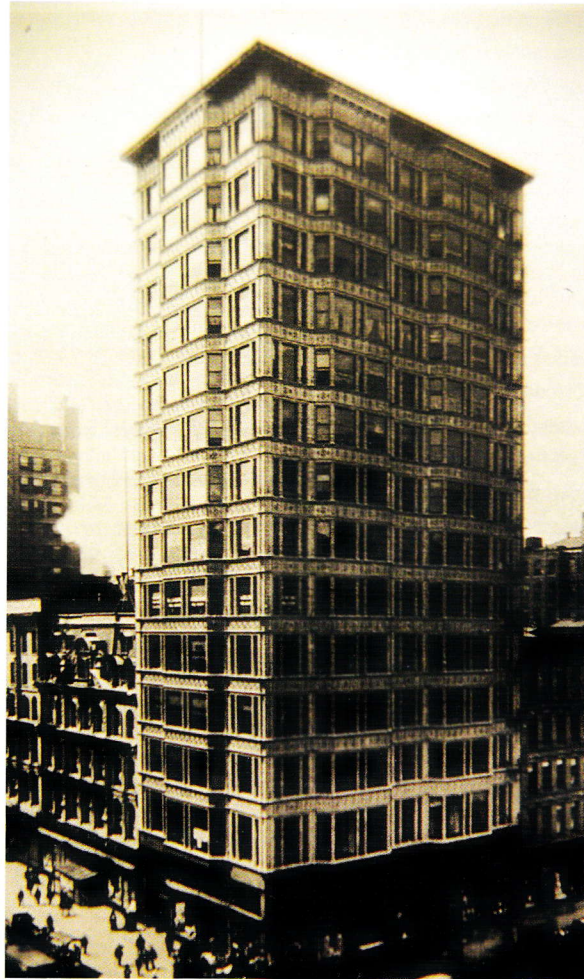
En Estados Unidos el hierro sirvió para la producción rápida de facha-

Palacio de Cristal de
Munich, 1854.
August von Voit.
(desaparecido).

Los problemas que se plantean en la utilización de paneles ligeros en fachadas son similares a los producidos en la fabricación de automóviles o aviones y se centran en temas como las juntas, los puentes térmicos, el plegado de la chapa o el ensamblaje de las piezas

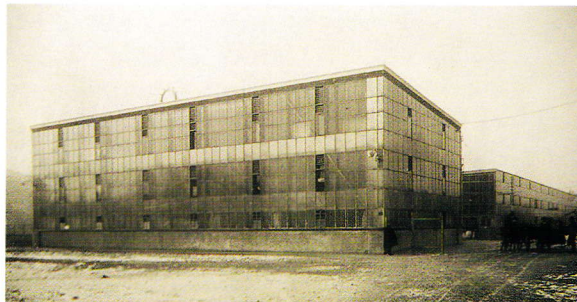


Almacenes Hermann
Tietz. Berlín, 1905.



Reliance Building de
Chicago, 1895.
Burnham y Root.

Fábrica de la
Margarete
Steiff GmbH en
Giengen/Brenz, 1904.



das en un momento de expansión económica. En principio no se buscaba la creación de una nueva tipología de muro sino la imitación de la prestigiosa apariencia de las construcciones en piedra, aunque algunos ejemplos como la factoría de James Bogardus en Nueva York, de 1848, consiguen sintetizar las líneas de unas fachadas ligeras de chapa y vidrio que se desarrollan a finales de siglo en ejemplos como el Reliance Building de Burnham y Root, rascacielos de quince pisos construido en Chicago en 1895, o en grandes almacenes de la época, como los Roosevelt Stores en Broadway, Nueva York, los Jelmoli en Zurich, o los Hermann Tietz en Berlín, los cuales alcanzan

la máxima transparencia al retirar los pilares de fachada hacia el interior, dejando completamente libres unas superficies acristaladas de 26 metros de largo por 17 de altura.

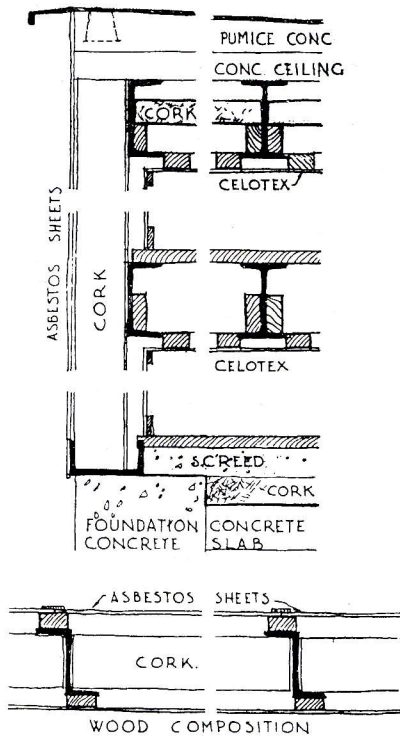
Los nuevos principios

El concepto de fachada ligera, como se puede ver, ya estaba creado al finalizar el siglo XIX, pero se asociaba exclusivamente con el vidrio, lo cual queda patente en construcciones como las naves de la Margarete Steiff GmbH en Giengen/Brenz, de 1904, que con sus paredes totalmente acristaladas anticipan, aun con mayor radicalidad, los paramentos vítreos de la fábrica Fagus de Walter Gropius, de 1910.

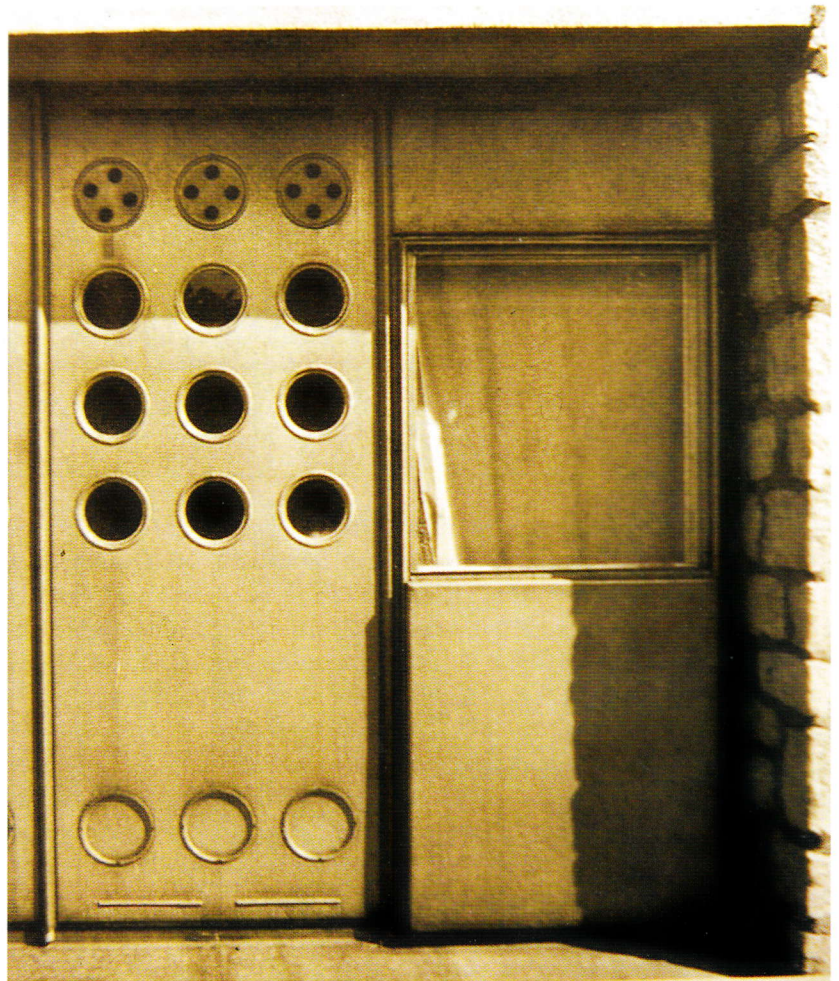
Tienen que pasar varias décadas para que se clarifique la idea de la moderna construcción reticular en la que se dispone un esqueleto estructural cerrado y compartimentado, con piezas superficiales que actúan como membranas y que pueden ser transparentes u opacas. En realidad estas membranas podrían ser todo lo finas que se quisiera porque no afectan a la estabilidad de la construcción, y si no son como láminas de papel es por la necesidad de cumplir las funciones de aislamiento térmico y acústico, problema que resuelven los nuevos productos químicos creados a lo largo del siglo XX, que permiten reducir gruesos de fachadas y tabiques.

Otro principio por el que se debería regir esta nueva construcción sería, además de la ligereza, la tipificación sistemática de los elementos que permita la industrialización y fabricación en serie. Le Corbusier ya lo intuye cuando en 1922 habla de su casa Citrohan, llamada así en homenaje al conocido fabricante de automóviles, y que aun poniendo sus miras

Maison Dollander,
1952. Jean Prouvé.



Secciones de fachada
de la casa de la
Weissenhof de
Stuttgart, 1927.
Walter Gropius.



en la funcionalidad de estos artefactos, fue realizada en la Weissenhof en 1927 mediante técnicas convencionales. En el mismo lugar Walter Gropius proyecta su casa con muros exteriores de fibrocemento de 6 cm. de ancho rellenos de corcho prensado y enlazados por perfiles metálicos.

En 1939 Le Corbusier presenta otro proyecto de casas en el que habla de "montaje en seco", es decir, a base de elementos constructivos prefabricados que se montan sin necesidad de argamasas. Estas técnicas no se desarrollan por completo hasta que el constructor-arquitecto Jean Prouvé experimenta con distintos materiales y sistemas de fabricación. Ya en 1938 levanta la Maison du Peuple en Clichy con paneles concebidos como elementos monobloc de chapa plegada y soldada, unidos mediante juntas elásticas que se adaptan a las dilataciones, sin repercutir en la estructura del edificio. En ese mismo año plantea unas naves desmontables ligeras para el Ministerio del Aire francés, experiencia de la que extrae los conocimientos necesarios para fabricar,

en colaboración con Pierre Jeanneret, unos alojamientos de urgencia durante la guerra en los que emplea paneles de madera que después comercializa con la denominación de "Paneles Rousseau" y que aplica en sus casas prefabricadas tipo Metropol y Tropique, de las que se llegan a realizar algunas unidades.

Años más tarde, en 1956, idea Prouvé una casa para un programa de alojamiento social con el fin de solucionar el grave problema de vivienda existente en el momento. Nace de este modo la conocida Maison de l'Abbé Pierre, llamada así en honor al popular personaje francés promotor del encargo, que se levantó en los muelles del puente de Alejandro III junto al Sena, donde los parisinos pudieron expresar su admiración, entre ellos Le Corbusier, quien dijo que era "la plus étincelante chose construite". Esta casa usaba paneles con marco de madera endurecida, alma aislante de espuma plástica y paramentos de contrachapado baquelizado, similares a los empleados en las casas Dollander, Prouvé, Bos-

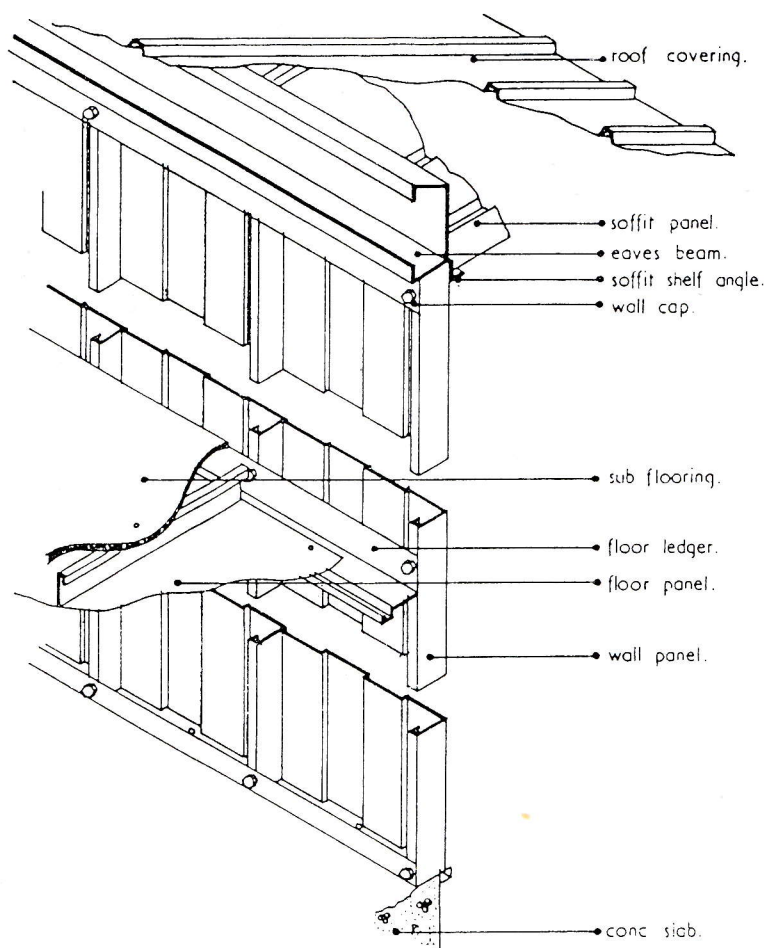
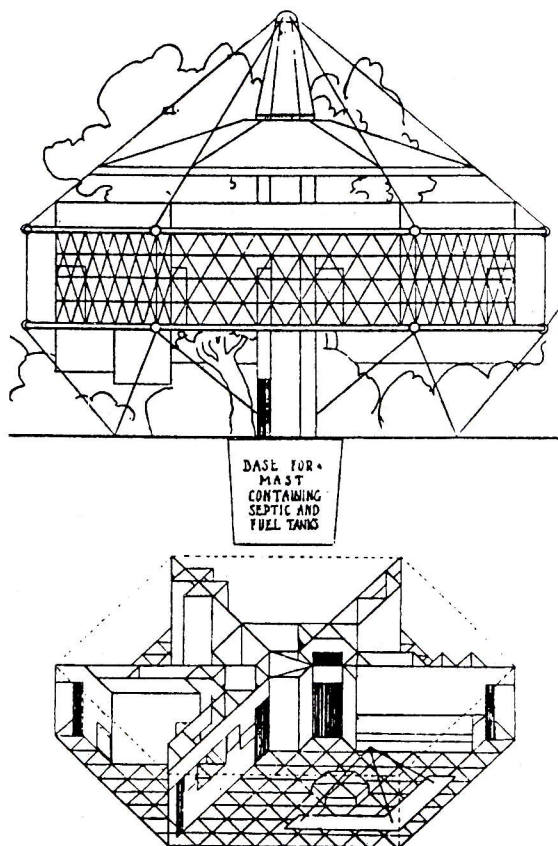
quet, Saint Dié, Sorcy y Beauvallon, que por las mismas fechas fueron construidas con paneles sandwich semiportantes de madera-metal, en los que la cara interior es de madera de okume y la exterior de chapa de aluminio estriada, alojándose entre ellas un relleno de 6 cm. de poliéster expandido.

Los problemas que detecta Jean Prouvé son similares a los producidos en la fabricación de automóviles, aviones y trenes, y se centran en temas como las juntas, los puentes térmicos, el plegado de la chapa o el ensamblaje de las piezas, que exigen soluciones, como las ventanas con junta de goma y esquinas redondeadas, similares a las empleadas en esos medios de transporte.

Arquitectura tecnológica y experimental

Estos hallazgos son aplicados también por otros arquitectos interesados en una arquitectura tecnológica, como Richard Rogers, que proyectó en 1969 una casa para el concurso DuPont, formada por un caparazón

Casa Dymaxion, 1929.
R. Buckminster Fuller.



Prouvé determina a través de la experimentación en sus proyectos, el desarrollo de los nuevos elementos de fachada: 1938, chapa plegada en la Maison du Peuple de Clichy; años 40, los paneles Rousseau de madera para naves prefabricadas; años 50, paneles de espuma plástica y contrachapado baquelizado en la Maison de l'Abbé Pierre y paneles sandwich de chapa de aluminio con relleno de poliéster expandido e interior de madera de okume en la Maison Dollander.

de paneles autoportantes de espuma de PVC, similares en paredes y techo, redondeado en los ángulos. Las ventanas, procedentes de los autobuses Auster, se integraban en los paneles mediante perfiles extruidos de neopreno.

En Estados Unidos también hay un recorrido paralelo al de estas investigaciones europeas, en el que destaca un inventor nato como Richard Buckminster Fuller, que en su prototipo de casa experimental Dymaxion, de 1929, emplea paneles huecos de doble vidrio, transparentes u opacos.

Esquema de muro y forjados de las casas de acero ARMCO, de la United State Armco Steel Corporation, 1940.

En 1931, Kocher y Frei levantan en Long Island la Aluminaire House, trasladada posteriormente a Syosset. Sus paredes, no estructurales, están formadas por unos perfiles de acero y madera a los que se adosan dos tableros aislantes, estando el exterior cubierto con papel embreado y chapa de aluminio ondulado. Cuatro años después, los mismo arquitectos construyen otra casa en Long Island, pero esta vez con tablas machihembradas de madera de secoya que se revisten interiormente de una membrana aislante de papel de aluminio y exteriormente con un lienzo de lona pintada. Otros experimentos se desarrollan en los años cuarenta, como las casas de la United States Armco Steel Corporation, construidas con paneles nervados de acero galvanizado y prelacado, reforzados interiormente con perfiles del mismo material, y con el interior revestido con espuma de vidrio.

Un caso singular fue la casa de los diseñadores Charles y Ray Eames, levantada en Santa Mónica dentro del programa de casas experimenta-

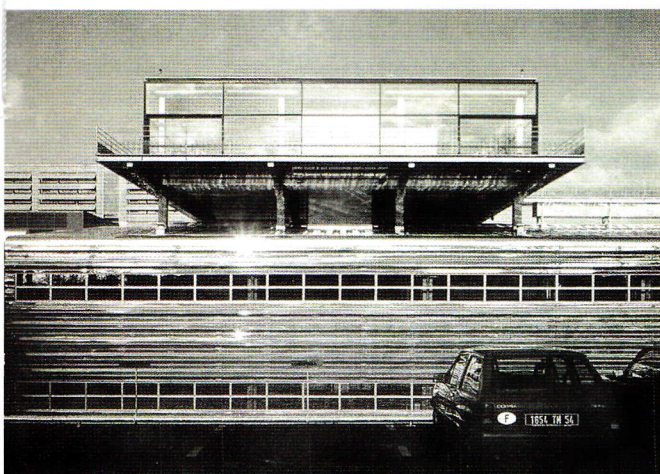
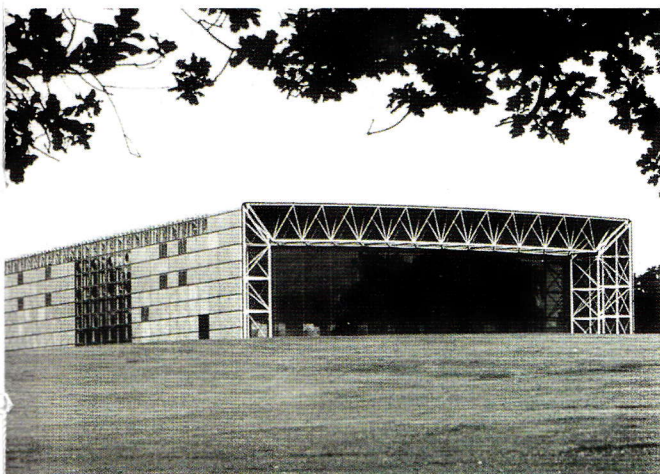
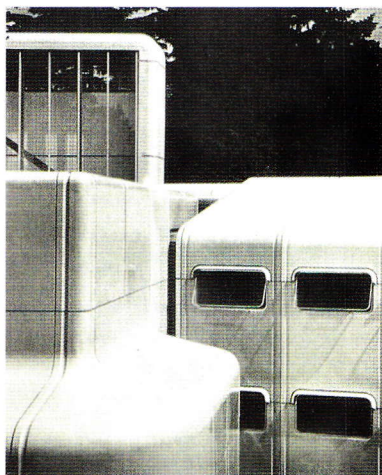


Casa en Santa
Mónica, California,
1945. Ray y Charles
Eames.

Edificio para Olivetti,
Haslemere, 1972.
James Stirling.

Sainsbury Arts Center,
Norwich, 1974.
Norman Foster.

I.N.I.S.T. en Nancy,
1989. Jean Nouvel y
Asociados.



les patrocinado por la revista *Arts and Architecture*. Sus autores emplearon elementos de serie usuales en la construcción industrial, escogiendo para los cerramientos paneles de contrachapado lacado, amianto-cemento y vidrio. Tras estos inicios y experiencias aisladas surgen las patentes y los paneles sandwich se generalizan, pero aún se producen de vez en cuando hitos que marcan avances, y es preciso recordar ejemplos tan singulares como el Sainsbury Arts Center, construido por Norman Foster para la Universidad de East Anglia en 1974, que se cierra mediante paneles modulares de aluminio estriado con junta drenante, indistintamente situados en pared y techo, envolviendo un edificio que se expresa de este modo como "objeto técnico", al que el propio autor encontraba la belleza de un mechero sobre una mesa de billar.

Arquitectura revestida de plástico

Algo anterior, de 1972, es el centro de Adiestramiento de Olivetti en Haslemere, proyectado por James Stirling como un conjunto de pabellones construidos con piezas prefabricadas de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio que, como en el caso de Sainsbury, recubren indiferenciadamente paredes y techo con sus formas redondeadas, al modo en que se cubriría un vagón de tren.

Aunque éste es uno de los ejemplos más conocidos de edificios con cobertura de plástico, hay ejemplos anteriores, como será la bóveda levantada en Benghazí en 1968, o la fachada con voladizo del aeropuerto de Dubái, construida en Gran Bretaña y trans-

portada posteriormente a su destino donde fue montada en 1972.

En España tenemos un ejemplo de esta técnica de los paneles de poliéster, en el Hospital General de Cataluña, de Sant Cugat del Vallès, que con sus 20.000m² de cerramiento exterior fue en su momento récord mundial.

Hoy en día los sistemas de paneles ligeros de fachada ya no son exclusivos de pioneros, al estar comercializados a través de numerosas firmas que ofrecen un extenso catálogo en el que figuran materiales como el acero, el aluminio, el vidrio, la madera o los plásticos, con una variada tipología que se puede adaptar a casi cualquier necesidad mediante sistemas abiertos que admiten variaciones, o cerrados, a la medida para cada caso particular. Todos ellos tienen las ventajas de la construcción en seco: las piezas vienen realizadas de fábrica con un importante grado de control y precisión y no hay más labor en obra que una operación de ensamblaje, por lo general extraordinariamente rápida.

El concepto de estas fachadas ligeras es el de un vestido que se cuelga del cuerpo del edificio con unos cuantos toques de sastrería, tanto es así que se está convirtiendo en un tema cada vez más frecuente en arquitectura el cambio de fachada, talmente como se cambia un traje. En realidad estamos asistiendo a transformaciones profundas, que quizá no han hecho más que empezar, de las ideas que tenemos sobre unos edificios y unas ciudades que cada vez evolucionan a mayor velocidad, y cuyo desgarrro entre tradición y cambio no acaba de encontrar el necesario punto de sutura. [T]

José Benito Rodríguez Cheda
Antonio Raya de Blas

La imposible levedad del muro

Uno de los cambios más radicales y significativos que trajo consigo la arquitectura moderna es sin duda el del nuevo concepto de cerramiento: la fachada debía ser autoportante, ligera, multicapa y montada en seco; ideal que quedó definido muy tempranamente pero que tuvo que dejar pasar el tiempo hasta que la tecnología y la industria se pusieran a punto para ofrecer los materiales y las soluciones necesarios. En este artículo se analiza no sólo los principios de la fachada ligera sino también las posibles soluciones que la industria actual ofrece.

*"... la finura y nitidez que una construcción metálica exige a quienes proyectan con materiales más exactos y más de hoy, finura y nitidez equivalentes a saber exactamente lo que se quiere hacer."*¹

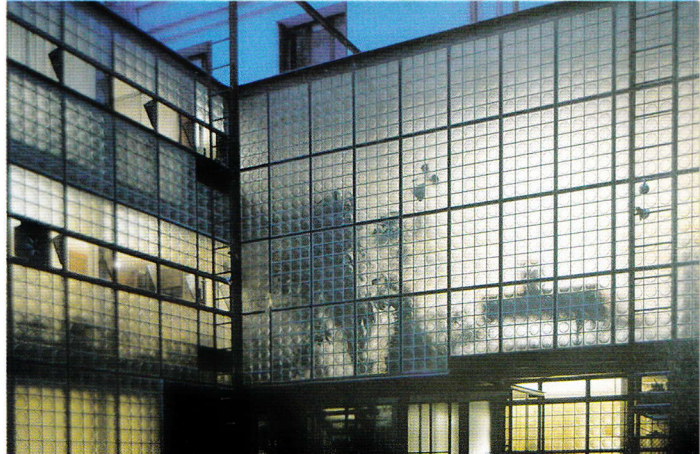
Alejandro de la Sota.

Es bien sabido que el paradigma proyectual y formal de la arquitectura moderna lo constituyen los objetos y métodos de diseño de las ingenierías civil e industrial. La llamada Arquitectura Racionalista busca sus referencias formales, metodológicas y constructivas en las obras de la primera ingeniería civil del siglo XIX —estaciones de ferrocarril, puentes, silos para almacenar grano, invernaderos, transatlánticos, etc.— y en los procedimientos industriales de producción de objetos mecánicos, preferentemente del automóvil. Así, la analogía que se aplica a la vivienda deja de ser mineral, geológica o histórica y pasa a ser mecánica. La casa ya no es una cueva, un refugio, una mineralización pasiva e inmóvil en sus partes, sino un mecanismo, un artefacto, "una máquina para vivir", según la conocida expresión de Le Corbusier. La construcción se entiende en continuidad o como consecuencia lógica de los ideales de la nueva arquitectura, como causa y origen de la forma arquitectónica. Los referentes conceptuales inmediatos tendrán que buscarse en las categorías científicas y metodológicas de las ciencias positivas y aplicadas: las ingenierías.

Joseph Paxton.
Crystal Palace, Hyde
Park, Londres, 1850.
La nueva
conceptualidad
técnica aplicada a la
arquitectura.



Pierre Chareau.
Maison de Verre,
Paris, 1929.
La casa como
artefacto mecánico.



Dichas categorías, prejuicios, obsesiones, o como se quieran llamar, podríamos resumirlos haciendo la siguiente enumeración:

Primero: Mitificación de la razón geométrica y abandono del campo incierto del “más o menos”, por el horizonte de la exactitud.

Son la claridad y distinción cartesianas que en la concepción arquitectónica implican: precisión dimensional, cálculo numérico, especialización, identidad propia de los elementos constructivos, diferenciación conceptual y material, etc., pero que en su aplicación práctica se enfrentan a los problemas inevitables de falta de homogeneidad, comportamiento diferencial, proliferación de juntas y, en definitiva, a una imposibilidad intrínseca de que las técnicas constructivas se constituyan en sistema. El edificio, de ser un todo continuo y homogéneo, se convierte en un agregado difícilmente trabado de elementos diferenciados topológicamente e individualizados en su función. La construcción deviene montaje y la junta pasa a ser la protagonista del diseño constructivo y el problema a resolver. Es lo que se ha denominado construcción multicapa o, utilizando una terminología *sotiana*, “arquitectura física”.

Segundo: Neutralidad y anonimato. Objetividad.

El edificio debe ser la fría e impersonal expresión de un proceso no contaminado por la subjetividad. La forma es resultado; deja de ser autónoma; se emancipa de los instrumentos disciplinares históricos de su control: la composición, el dibujo, la simetría, etc. Las consecuencias constructivas de esta premisa serán, entre otras, la seriación, la elección de materiales fríos y tersos, preferentemente metálicos, la abstracción, las geometrías rectas, la ausencia de la

huella humana en los elementos constructivos, etc.

Tercero. La autonomía y emancipación de lo natural.

Prevalecerá lo artificial frente a lo natural y el edificio deberá expresar el sometimiento de las leyes impuestas por la naturaleza a los logros de la ciencia positiva y la tecnología; se desafía a la gravedad, a los agentes atmosféricos –radiación, temperatura, agua, etc.–; se buscan nuevas conquistas dimensionales –longitudes, luces, espesores, etc.– imprevisibles en los elementos constructivos; prolifera el uso de materiales artificiales con propiedades insospechadas diseñados específicamente para edificios concretos; lo masivo se verá sustituido por lo liviano, lo indiferenciado por lo diferencial, lo activo por lo pasivo.

El cerramiento en la arquitectura moderna

Todo lo dicho anteriormente afecta, como es de esperar, a un elemento constructivo tan importante como el cerramiento. Su evolución desde las primeras décadas de este siglo estará determinada más por los ideales de la modernidad que por razones de índole funcional o utilitario, pues, al fin y al cabo, como dijo alguien, los grandes hechos de la humanidad son las ideas. Componente utópica e idealista del Movimiento Moderno.

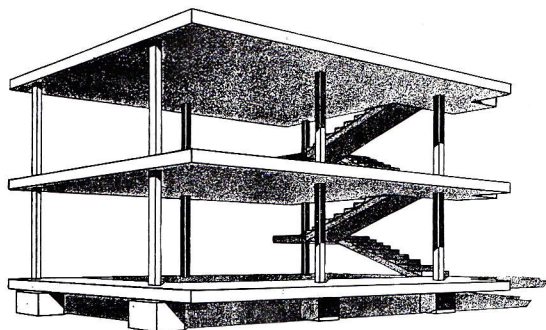
¿Qué cerramiento buscan los pioneros de la arquitectura moderna? Indudablemente, el ideal, es decir, el que respondiera a los ideales de la nueva tradición arquitectónica y constructiva que se estaba gestando. No aceptarán una solución de compromiso con la tradición constructiva heredada. La arquitectura moderna se vive como ruptura, no es el momento ulterior de la evolución arquitectónica previa. Se está asistiendo



Arquitectura de
adobe. Lo masivo. La
casa como cueva,
espacio mineralizado.

Mies van der Rohe.
Casa Farnsworth,
Illinois, 1945.
La construcción de
los nuevos ideales.





Arriba: Le Corbusier.
La Casa Dom-Ino
(1914-1915).

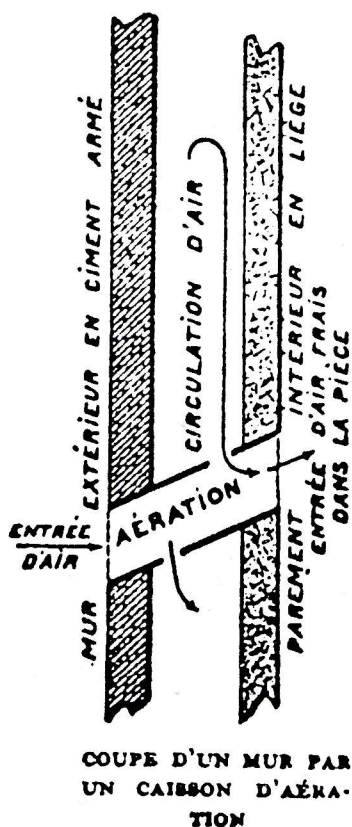
Diferenciación entre
fachada y estructura.

Centro: Le Corbusier.

Casa del hombre.

Zurich, 1964-1965.

Raoul Decourt.
Maison Isotherme.
Primeros
planteamientos de la
fachada ligera y de la
especialización a
través de la
estructura multicapa.
Resolución con panel
aglomerado, cámara
de aire ventilada y
panel de mortero
armado con deployé.



al advenimiento de una nueva era; o mejor, se está construyendo una arquitectura para una nueva era, la era de la máquina.

Se buscará, por tanto, un cerramiento nuevo, no portante, que sea capaz de asumir la estructura de esqueleto planteada por Le Corbusier —con la nitidez y precisión de un teorema— cuando dibuja la estructura de las casas Dom-Ino. Capaz, asimismo, de superar la dualidad antitética interior-exterior del cerramiento tradicional. Un cerramiento, por tanto, ligero, de poco peso, de poco espesor, autoportante, multicapa, montado en seco, de grandes dimensiones y que cumpla las exigencias de todo cerramiento: impermeabilidad, estanqueidad, aislamiento acústico y térmico, etc.

La búsqueda no fue fácil y estuvo jalonada por innumerables fracasos y tentativas infructuosas que hicieron patente la mitificación de la tecnología y la escasa preparación técnica —pese a sus proclamas— de los pioneros del Movimiento Moderno. Tales tentativas pusieron de manifiesto, al mismo tiempo, la gran intuición y perspicacia que detentaban al señalar certeramente los objetivos de la nueva práctica constructiva.

Al principio la reflexión se dirigió preferentemente hacia el vidrio como material capaz de superar la antítesis histórica entre interior y exterior. El edificio, así, pasaba a ser una “construcción de piel y huesos”, como escribiría Mies van der Rohe en la década de los veinte. Pero el cerramiento realizado completamente en vidrio no pasó de ser una utopía brillantemente constatada por Le Corbusier, al no eludir la necesidad de incorporar a las tersas e indefensas superficies de vidrio de sus rascacielos los célebres *brise-soleil* que paliaban, en parte, los efectos del solea-

miento directo sobre el *pan de verre*, y mejoraban las características de éste en cuanto al balance térmico entre el interior y el exterior. Sólo cuando la industria ha sido capaz de fabricar con garantías vidrio estratificado, juntas perfectamente estancas al aire y al vapor y climatizaciones eficaces en los edificios, ha sido cuando el edificio de piel y huesos ha llegado a ser una realidad.

El propio Le Corbusier abandona rápidamente la utopía de una piel toda de vidrio y empieza a hablar de la *fenêtre en longer*, una concepción del cerramiento en la que se alternan los paños transparentes o translúcidos con otros ciegos que aportan una inercia térmica mayor al conjunto del cierre. Reaparece, por consiguiente, el clásico tema de la composición del muro frente al hueco, y con ello una cierta estructuración del elemento constructivo que impedirá su isotropía y neutralidad.

Características del nuevo muro

Si la parte ciega del cerramiento podría asimilarse, por su falta de transparencia, al muro tradicional, su configuración física se apartará definitivamente de los métodos constructivos anteriores, dejando de comportarse como un elemento portante para llegar a ser puro cierre lo más liviano posible. Poco espesor, poco peso y multiplicidad de capas especializadas, separadas por una delgada cámara de aire, serán los parámetros que dirijan las experiencias de algunos arquitectos, y del propio Le Corbusier, en los primeros años de la década de los veinte. Sin embargo hay que decir que tales disposiciones constructivas no fueron plenamente eficaces, ni térmica ni mecánicamente, ni desde el punto de vista de la estanqueidad al agua. Hasta la comercialización de las espumas de plástico

La arquitectura moderna busca un cerramiento nuevo, no portante, que sea capaz de asumir la estructura de esqueleto planteada por Le Corbusier cuando dibuja las casas Dom-Ino.

y los materiales alveolares no se logró aislar térmicamente de un modo eficaz los edificios, ni se pudieron evitar los, desgraciadamente demasiado célebres, puentes térmicos.

De modo análogo, hasta que la investigación no se dirigió a la consecución de grandes o pequeños paneles, colgados de la estructura con anclajes que permitieran su libre dilatación, no se logró evitar la fisuración de las fachadas y la consiguiente entrada de agua en el interior de las edificaciones.

Ciertamente, existían por entonces tradiciones constructivas que podían marcar las pautas para la realización de los cerramientos según los objetivos recientemente formulados, o más bien intuitivos, de la nueva construcción que necesariamente había de ser multicapa. La construcción en madera, de amplia tradición en el mundo anglosajón y nórdico, las técnicas constructivas de la cubierta en la arquitectura universal o los tabiques pluviales y terrazas a la catalana –con cámara ventilada– en el ámbito mediterráneo, hubieran podido ser los referentes oportunos hacia los cuales dirigir la investigación. Pero no obstante prevaleció, de hecho, aquel componente ideal y abstracto –plástico– al que antes nos referimos, y la nueva arquitectura pronto emprendió otros derroteros más vinculados al problema de estilo, orden, composición, etc., inevitables, por otro lado, en el entendimiento histórico de la arquitectura como disciplina y tan sólo se llevaron a cabo unas pocas experiencias que apuntaran en aquella dirección.

Señalaremos, a modo de ejemplo significativo, la Aluminaire House de Kocher y Frey (1931). De ella escriben los arquitectos Iñaki Ábalos y Juan Herreros: “Allí la descomposición básica del muro se realiza con-

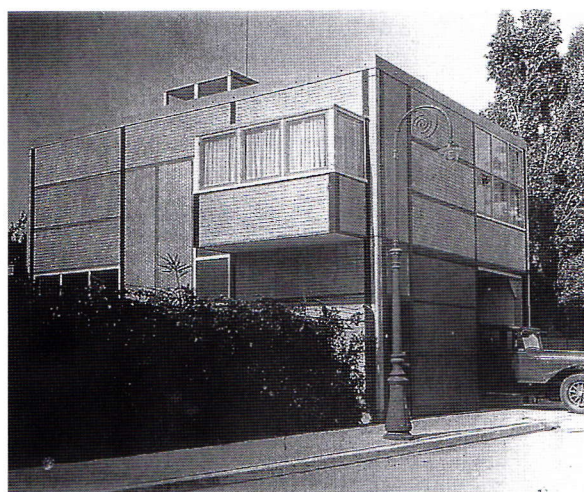
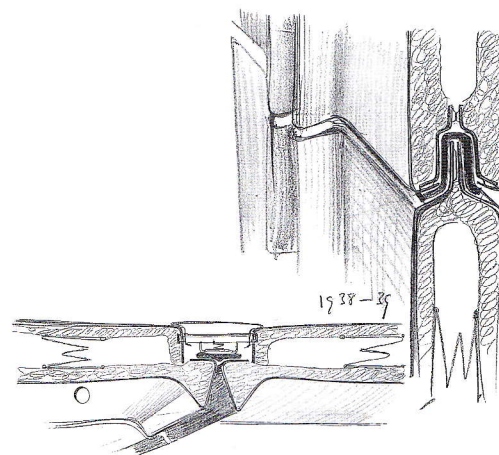
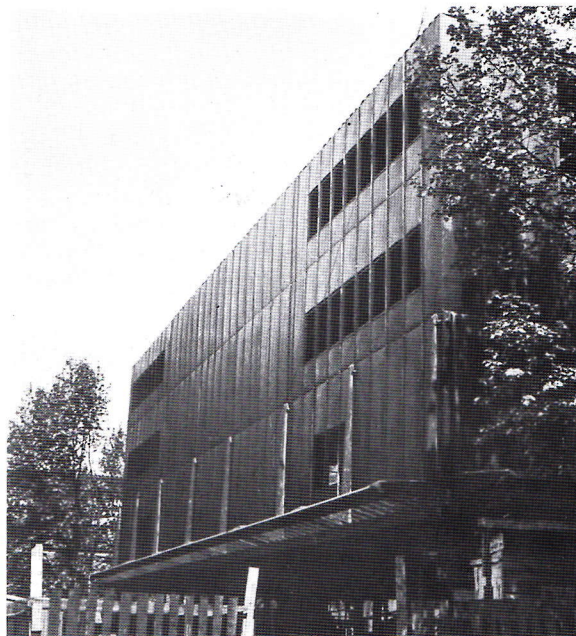
forme a un esqueleto mixto de perfil (metálico) y montante de madera sobre el que se fijan a ambos lados dos tableros aislantes de fibras. Éstos cierran una cámara de aire con acabado interior textil de fibra de vidrio y acabado exterior compuesto de hoja impermeabilizante de papel embreado y lámina exterior reflectante de aluminio, rigidizada por un acabado corrugado. Le Corbusier ensaya este tipo de cerramiento ligero en el proyecto de las casas Loucheur (1929), pero sobre él, al igual que sobre los muros cerámicos que construye en las primeras villas parisinas, aún gravita una concepción que remite más a los códigos estilísticos tradicionales que a la comprensión técnica del cerramiento.”²

Fue Jean Prouvé –un verdadero artesano de la tecnología– el que con sus realizaciones para la Maison du Peuple de Clichy (1938), la Maison de l'Abbé Pierre (1956), el club de aviación Roland Garros (1935) y su propia casa en Nancy (1954), sentó las bases, definió los problemas e hizo progresar definitivamente la tecnología de las fachadas ligeras metálicas multicapa, sin traicionar, además, los ideales de la arquitectura moderna.

No queremos referirnos aquí a las técnicas de prefabricación de grandes paneles de hormigón que tan de moda estuvieron durante la década de los sesenta que, pese a contar entre sus realizaciones con edificios de notable interés arquitectónico y constructivo, supusieron, a nuestro entender –por su masividad, rigidez espacial y vuelta a un sistema constructivo indiferenciado a base de muros de carga– un cierto retroceso en la evolución lógica iniciada, y muy desarrollada ya por personajes como Prouvé, del elemento constructivo al que nos estamos refiriendo en este artículo.

Arriba y centro, fachada y detalle de panel de la Maison du Peuple de Clichy. Jean Prouvé, 1938. Ejemplo de temprana aplicación de los paneles a la arquitectura.

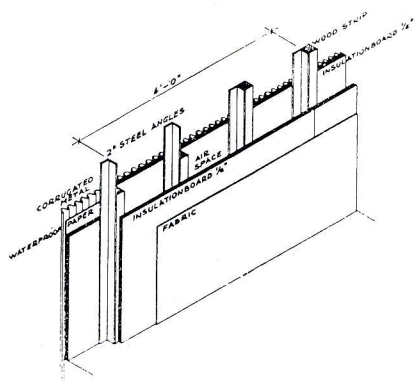
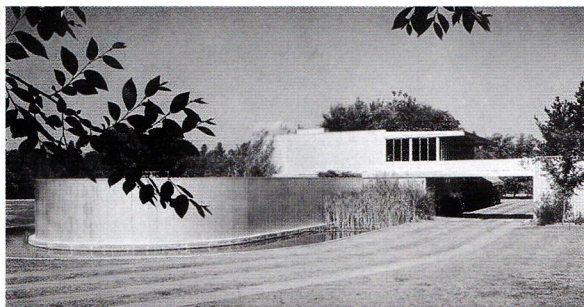
Abajo, la Maison du Chauffeur en Utrecht. Gerrit Rietveld, 1927. Uno de los primeros ejemplos de construcción prefabricada de viviendas.





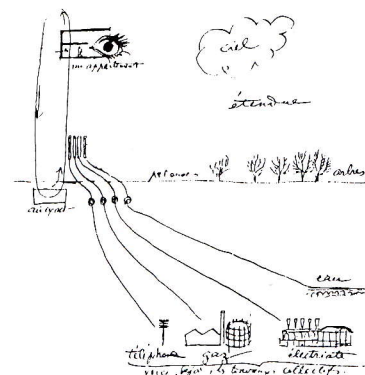
Louis Kahn. Galería
de arte de Yale, New
Haven, Connecticut,
1950-1954.

Richard Neutra. Casa
Sternberg, Valle de
San Fernando, 1935.
Vivienda unifamiliar
de lujo construida
con acero y paneles
de aluminio.



Kocher y Frei.
Aluminaire House.
Long Island, 1931.
Primeras propuestas
construidas de
fachadas ligeras con
acabado metálico de
aluminio.

La respiración exacta
de Le Corbusier.
Intuiciones de los
pioneros.



La situación real

Pasando del mundo de las ideas a lo concreto, la carencia de un verdadero sistema de fachada industrializado que permita resolver los requerimientos del cerramiento, conjuntamente con los principios ideales de ligereza, industrialización, especialización y modernidad que buscaban los pioneros del nuevo espíritu, se presenta como la característica más común en el panorama actual de la arquitectura.

La industria ha concentrado sus manufacturas en acabados ligeros de fachada a la carta, necesitados de un trasdosado complementario. Este planteamiento, realizado en aras de una flexibilidad mayor del producto y, por tanto, de una mejor penetración en el mercado, permite que sea el trasdosado de fachada —con muy pocas limitaciones técnicas— el que resuelva el problema del aislamiento, tanto acústico como térmico, que el producto manufacturado no realiza en la generalidad de los casos. Esta indeterminación del sistema, aunque concede un cierto grado de libertad, produce, en no pocos casos, una incoherencia con los principios y técnicas del acabado ligero, obligando a una reflexión más atenta para comprender el sistema, detectar sus carencias y plantear las soluciones adecuadas en el trasdós.

Los acabados de fachadas ligeras, al tener que resolver su propia indefinición adaptándose a un trasdosado arbitrario, con tolerancias de construcción diferentes al propio método de producción industrial, solventando el encuentro entre junta seca y junta húmeda, adquieren una complejidad adicional que, como poco, trasciende en un coste elevado, dificultando la generalización del sistema por aspectos económicos.

El análisis y comprensión de los

principios de esta fachada por parte del proyectista es el único camino para determinar un sistema de cierre vertical coherente, ligero, especializado, aunando diversos materiales manufacturados y resolviendo la parcialidad de algunos productos de fachadas existentes en el mercado.

Elementos de la fachada ligera

La resolución de este tipo de fachadas se basa en los principios de especialización y división de funciones, ordenando una serie de elementos encargados de resolver los aspectos estéticos, funcionales, de mantenimiento, etc. Formalizaciones concretas como la estructura auxiliar, los anclajes, los paneles y las juntas, serán el resultado de estos requisitos y planteamientos.

De los elementos de las fachadas ligeras es el panel —elemento sustentado por la estructura auxiliar, que bien puede ser un entramado metálico o un anclaje sobre trasdosado masivo— el definidor del aspecto formal, de su tensión, ligereza y orden. Es en estos paneles donde se concentran los esfuerzos de la industria para producir una diversidad de materiales, acabados y dimensiones que permitan responder adecuadamente a los proyectos del arquitecto.

La misma enumeración de elementos y su articulación en una fachada descubre el problema de la unión, de la junta entre ellos, auténtica piedra filosofal de la arquitectura. Existe la unión entre estructura y estructura auxiliar, unión capaz de transmitir los esfuerzos de peso propio, esfuerzos dinámicos de viento y esfuerzos térmicos, a la vez que concentra, en gran parte de los sistemas, el choque entre dos metodologías de construcción: la artesanal y la industrializada, con tolerancias diferenciadas. En segundo lugar está la unión entre pa-

De los elementos de las fachadas ligeras es el panel el definidor del aspecto formal, y en él se concentran los esfuerzos de la industria para producir una diversidad de materiales, acabados y dimensiones que permitan responder adecuadamente a las demandas del proyecto.

neles y estructura auxiliar que mantiene la tensión del problema, acentuada por la transformación geométrica: se pasa de lo superficial a lo lineal o puntual. Y por último, la junta entre paneles cierra el repertorio de complejidad técnica de este tipo de fachada.

La estructura auxiliar

De los conceptos de especialización, de la propia concepción ligera del acabado y, como consecuencia, de la solución multicapa, así como de la diferenciación entre estructura y cierre, característica del Movimiento Moderno, se impone la necesidad de transmitir los esfuerzos del cerramiento a la estructura porticada resistente. La solución: la estructura auxiliar ligera. Materiales: aluminio, acero inoxidable o galvanizado, e incluso entramado de madera.

Esta capa no siempre existe, siendo sustituida con frecuencia por una hoja masiva que transmite las cargas y funciona como trasdosado, eliminando el carácter de ligereza, que queda reducido al acabado. En estos casos el anclaje concentra toda la complejidad del sistema.

Los paneles

Tal vez en este elemento superficial esté uno de los aspectos más significativos —con la junta— en la elección del sistema, ya que el panel nos determinará, a expensas de otros aspectos, el acabado final de la fachada, imponiendo con esta elección una textura y orden acorde con el proyecto.

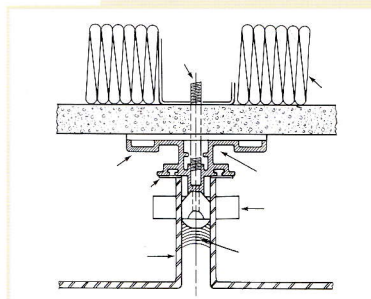
Actualmente existe una gran diversidad de materiales y acabados manufacturados utilizados en la composición de los paneles, capaces de resistir las exigencias de funcionamiento del cierre. Dentro de estos paneles podemos encontrar dos gran-

des grupos, respecto a su problemática técnica e implantación: los metálicos y los de otros compuestos, estos últimos más novedosos pero de menor implantación.

Paneles metálicos

Son, evidentemente, los de aplicación más generalizada, utilizándose básicamente en su composición el aluminio (Alucobond, Manhattan, etc.), el acero galvanizado (Formawall, Robertson, etc.) o soluciones mixtas (aluminio-acero, como Perfrisa), siendo menos utilizado el acero inoxidable, el cobre (tipo Perfrisa) y el zinc, dependiendo su utilización de las casas comerciales y del coste. Aunque en algunos casos se utilizan con acabados anodizados de aluminio, la mayoría de las aplicaciones se revisten de una pintura de acabado específico (epoxi, PVF2, PVDF, etc.), que necesariamente tiene que ser resistente a los movimientos de la chapa, sin posibilidad de fisurarse o de desprenderse, para lo que la dimensión es un factor determinante.

Dentro de los paneles metálicos encontraremos dos subtipos: por un lado están los paneles unicapa, formados por una sola chapa metálica (aluminio, generalmente), muy ligeros y con problemas de condensaciones —la chapa es una barrera de vapor por el lado frío— y pérdida de planeidad por dilataciones térmicas, con la característica aparición de ondulaciones en su superficie. El primer aspecto se resuelve, generalmente, con fachadas transventiladas, y el segundo con soluciones que van desde realizar paneles más pequeños, lo que aumenta el número de juntas por metro cuadrado (tipo Luxalon 84R), a dar mayor espesor a la chapa o incorporar pliegues en los bordes (tipo Tech Wall: chapa de aluminio de 3mm de espesor, con alas plegadas y esquinas soldadas).



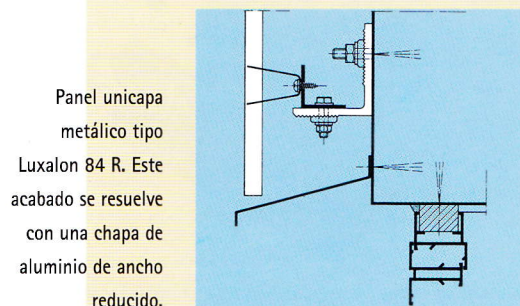
Solución Tech Wall de panel sólido de aluminio que se basa en una chapa de espesor mínimo de 3 mm, con esquinas plegadas formando caja.



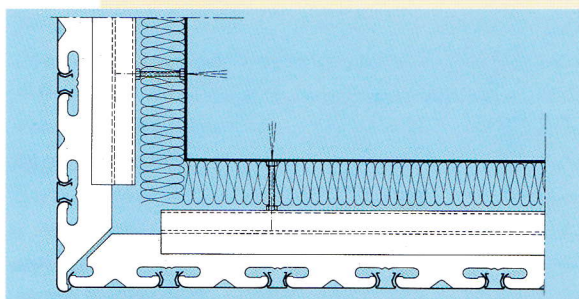
Chapa grecada de acero inoxidable para fachadas tipo Tolartois. La resolución se busca en la geometría de la pieza.

PANELES METÁLICOS. UNICAPA

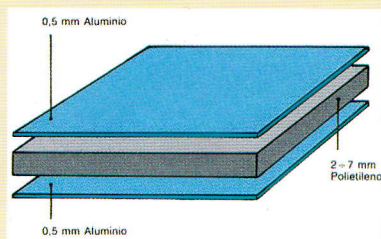
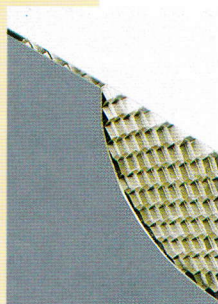
Son los formados por una sola chapa metálica. Como ventajas destaca su ligereza, total ausencia de absorción de agua y la no emisión de gases en caso de incendio. Por contra presenta problemas de condensaciones y de pérdida de planeidad por dilataciones. El primer aspecto se soluciona creando una fachada transventilada y el segundo haciendo los paneles más pequeños (tipo Luxalon 84R) o incorporando pliegues en los bordes formando caja (tipo Tech Wall), llegando al grecado de toda la superficie (tipo Tolartois).



Panel unicapa metálico tipo Luxalon 84 R. Este acabado se resuelve con una chapa de aluminio de ancho reducido.



Panel Formacore de doble chapa de aluminio y trillaje en celdilla del mismo material.



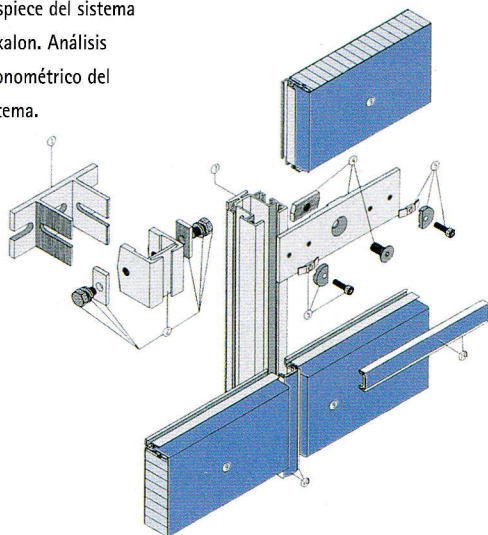
Panel Alucobond formado por dos capas de aluminio y un alma de polietileno.

PANELES METÁLICOS. MULTICAPA

Son los formados por dos chapas metálicas unidas por diversos materiales. En función del material de unión tendremos dos variantes: los paneles multicapa inertes térmicamente y los aislantes.

En los primeros se deja la función aislante al trasdosado, buscando en el aumento de la sección del panel un mejor comportamiento resistente, sin aumentar peso ni esfuerzo de dilatación. De pequeño espesor, deben colocarse en fachada transventilada. Presentan distintos tipos según el núcleo interior: de polietileno (Alucobond) o de celdilla de aluminio (tipo Luxalon y Formacore). Por el contrario en los aislantes es el propio panel el que resuelve de un modo completo el cerramiento, no siendo, por tanto, la fachada transventilada.

Despiece del sistema Luxalon. Análisis axonométrico del sistema.



ESTRUCTURA AUXILIAR

Es el entramado –metálico o de madera– que transmite los esfuerzos del cerramiento a la estructura porticada resistente.

ANCLAJES

Es el elemento metálico puntual, de nula expresividad formal, que permite la unión entre los paneles y la estructura auxiliar o el trasdosado. De él va a depender la planeidad de la fachada, el ajuste, el montaje y desmontaje de los paneles de modo independiente y la transmisión de esfuerzos estáticos, dinámicos y térmicos.

La solución límite es la planeidad conseguida por un grecado que aumenta la inercia y controla las deformaciones. Estos paneles presentan como ventajas la ausencia de absorción de agua y la no emisión de gases en caso de incendio. Son una gabardina ligera.

Y por otro lado, dentro de los paneles metálicos, están los paneles multicapa. Éstos están formados por dos chapas metálicas unidas por un material que, como se verá, es diverso, y buscan una mayor inercia resistente capaz de mantener la planeidad frente a los efectos climáticos.

En función del material de unión se pueden diferenciar dos variantes: los paneles multicapa inertes térmicamente y los multicapa aislantes.

En los multicapa inertes el material de unión no busca dotar al panel de un valor añadido de aislamiento térmico, dejando esta función para el trasdosado, sino que el aumento de la sección sólo busca un mejor comportamiento resistente sin aumentar proporcionalmente el espesor de la chapa, con el fin de evitar los consiguientes incrementos del peso y de los esfuerzos de dilatación. El material de relleno puede ser una capa de polietileno (caso del panel Alucobond formado por dos chapas de 0,5 mm de Peraluman-100 y de 2 a 7 mm de polietileno) que amortigua los ruidos, mejorando de este modo el comportamiento acústico, y aumenta la resistencia, permitiendo crear paneles de hasta 8 metros de largo por 1,5 metro de ancho; o un trillaje en forma de celdillas, es el caso de los paneles de aluminio perforado unido con adhesivo a las chapas (tipo Formacore y Luxalon de Hunter Douglas). El hecho de tratarse de paneles sin aislamiento interior mejora el comportamiento a efectos de curvatura por dilatación diferencial de las chapas,

sobre todo en el caso de celdilla de aluminio. Atendiendo a la naturaleza metálica de estos paneles y a su comportamiento como barrera de vapor por el lado frío del cerramiento es aconsejable su disposición en fachada ventilada, como sucedía con los paneles unicapa.

En los paneles multicapa aislantes el material de unión está formado por una sustancia capaz de dotar al panel de características mejoradas de aislamiento térmico y acústico. Esta sustancia puede ser diversa: lana mineral, con buen comportamiento térmico y acústico (tipo Manhattan), poliuretano (como en los paneles Formawall y Panel Plus Perfrisa) o poliso-cianurato (tipo Perfrisa o Aspersa). Las ventajas de resolver el aislamiento térmico conjuntamente con el acabado de fachada, evitar las posibles condensaciones intersticiales al colocar la barrera de vapor por la cara interior (chapa interior del panel) y aumentar la inercia resistente del elemento, plantean, sin embargo, dos aspectos de estudio: el primero, la necesidad de mantener las dos chapas aisladas también en el borde para evitar puentes térmicos; el segundo, el comportamiento térmico diferencial de las dos chapas del panel que, al estar a distinta temperatura (la interior a temperatura prácticamente constante y la exterior en función del clima y la orientación), puede provocar efectos de curvatura no asumibles por el material de junta o los plegados de borde en los paneles de grandes dimensiones. En cuanto al aislamiento acústico depende más de la junta que del propio panel, siendo necesario estudiar en la elección del sistema la ausencia de puentes acústicos en las fijaciones o en la junta que modifiquen drásticamente los valores dados para el panel, suponiendo que éste alcance valores admisibles.

En la unión de los diversos elementos que componen la nueva generación de cerramientos se encuentran muchos de los problemas del sistema, problemas que en gran parte se han solucionado gracias a los avances de la industria química en cuanto a nuevos materiales plásticos para el sellado de la junta.

Paneles no metálicos

Este grupo está formado por materiales de nueva generación con tecnologías específicas de fabricación, llegando, en algunos casos, a soluciones unitarias de fachada, incluso con la carpintería de huecos. Los subdividiremos en tres grupos:

Paneles de madera de alta densidad, de espesor diverso, formados por la unión en contrachapado y a alta presión de láminas de madera tratada con colas fenólicas. Ofrecen distintas posibilidades de acabado (en rombo, liso, etc.), pudiendo mejorarse su comportamiento con núcleos de baquelita. El peso de estos paneles es algo superior a los descritos anteriormente pero sus mejores cualidades le vienen de su textura y acabado en madera, de la homogeneidad de sus capas y de la total ausencia de oxidación en el panel. Presenta como mayores inconvenientes la necesidad de proteger los cantos, su mal comportamiento inicial al fuego (aunque con tratamiento ignífugo se puede llegar a la clasificación M1), tratarse de un material vivo y alcanzar como dimensiones máximas las de 2,44 metros por 1,22 (tipo Prodema o Composites Gurea). Estos paneles no van acompañados de un sistema estándar de fijaciones, que queda en manos del técnico responsable, recurriéndose en muchos casos a métodos tradicionales, siendo muy aconsejable la solución de fachada transventilada, resolviendo la junta con limpieza y ventilando la madera por todas sus caras.

Paneles de fibras de celulosa reforzada. Se trata de paneles de alta densidad, coloreados en masa y homogéneos. Entre sus características más valiosas están el no presentar problemas de protección del canto y tener dimensiones sensiblemente superiores a los anteriores (por ejemplo

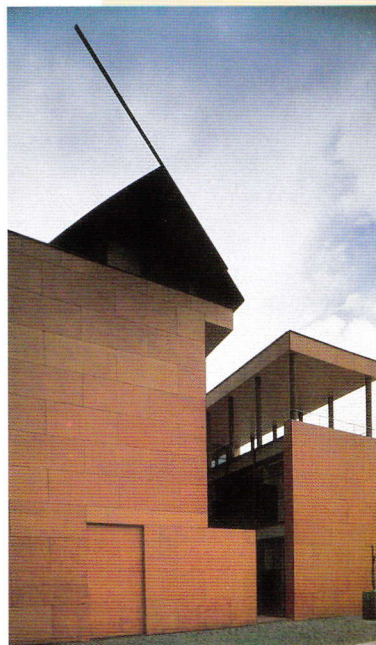
el panel Trespa ofrece dimensiones máximas de 3,65 x 1,83 metros) y aunque es un material sensible al fuego puede llegar en calidades específicas al tipo M-1. En este caso sí existe un sistema de anclajes y reglaje específico para la utilización de estos paneles en fachada.

Paneles de materiales plásticos. Uno de los más conocidos está formado por la combinación de poliéster y fibra de vidrio. La posibilidad de moldeado con adaptación a cualquier tipo de forma es una de las cualidades de este material, a la que hay que sumar su ligereza, ausencia de oxidación y comportamiento térmico. Dentro de sus limitaciones, destaca su comportamiento al fuego y en algunos plásticos su resistencia a los rayos ultravioleta.

Los anclajes

Este elemento, puntual, de nula expresividad formal en la fachada y con una fuerte carga tecnológica, permite la unión entre los paneles y la estructura auxiliar o el trasdosado. El anclaje sobre trasdosado masivo, expresión de la inexistencia de un sistema de fachada coherente, concentra todas las contradicciones entre el ajuste de métodos constructivos divergentes, de holguras y tolerancias diferentes: la artesanía y la industria. Asimismo ha de solventar los aspectos técnicos inherentes a las deformaciones, cargas dinámicas y planeidad de los paneles; y otros metodológicos, como el montaje y desmontaje.

Las investigaciones y desarrollos de la industria se han dirigido a la concreción de anclajes capaces de permitir regular la planeidad del panel independientemente de su soporte, definiéndose su calidad en función de la capacidad de ajuste en las tres direcciones que tengan, la posi-



Manuel e Ignacio de las Casas y Jaime Lorenzo. Pabellón de Castilla-León para Expo'92, realizado con tablero de alta densidad de Prodema.

PANELES NO METÁLICOS

Son los formados por materiales de nueva generación con tecnologías específicas en su fabricación.

Destacamos tres grupos: los elaborados a partir de la madera, los de fibras de celulosa reforzada y los plásticos.

MADERA

Formados por la unión a altas presiones de láminas de madera con resinas fenólicas (Tipo Parklex 1000 y Prodema Permaplex). Su valor más destacado es el acabado en maderas naturales que no presentan problemas de oxidación, sin embargo los paneles resultan algo pesados, de dimensiones reducidas (1,22 x 2,44), es necesario proteger los cantos, no tienen fijaciones estándar y su comportamiento ante el fuego no es bueno, aunque se puede ignifugar hasta un grado M1. Se recomienda su uso en fachadas transventiladas.

Andrés Fernández Albalat. Centro de Cálculo Caixa Galicia. Construido con paneles diseñados por el autor en poliéster reforzado.



PANELES DE FIBRA DE CELULOSA REFORZADA

Se trata de paneles de alta densidad, coloreados en masa y homogéneos (tipo Trespa). De dimensiones pequeñas (1,85 x 3,65 m), no tiene problemas de protección de cantos y dispone de un sistema de anclaje específico. Pueden llegar a tener clasificación M1 frente al fuego.

PANELES DE MATERIALES PLÁSTICOS

En general suele ser una mezcla de poliéster y fibra de vidrio, dando como resultado paneles muy ligeros, sin problemas de oxidación y con capacidad de adaptarse a cualquier forma. Por contra, es un material que se degrada con la luz solar y presenta evidentes problemas frente al fuego.

Manuel Gallego.
Museo de Bellas
Artes de La Coruña.
Destaca la
expresividad de la
jointa en la
composición de la
fachada.



CARLOS QUINTANA

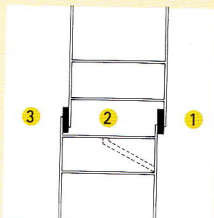
LA JUNTA

Resuelve la unión entre los distintos paneles, a la vez que garantiza la continuidad de los requerimientos exigidos al cerramiento. El análisis de su estanqueidad va a dar lugar a dos tipos fundamentales: con junta impermeable y con junta permeable.

JUNTA IMPERMEABLE

Es estanca al viento y al agua.

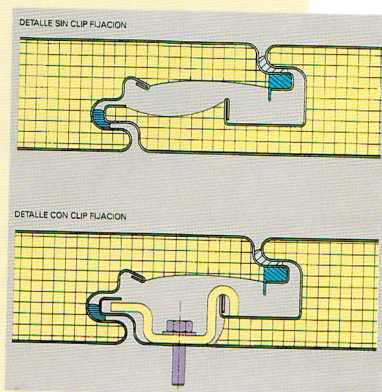
Es el tipo de junta obligada para paneles multicapa aislantes. Presenta a su vez dos soluciones diferentes: junta impermeable cerrada y junta impermeable abierta.



JUNTA IMPERMEABLE CERRADA

Tiene doble sellado y cámara. La presión exterior (1) es mayor que la presión de la cámara (2), el agua entra por presión diferencial. Así también sucede con la junta interior (3). La cámara no evacua porque la presión exterior es mayor que la existente en la cámara. Tipo Formadeck (para cubiertas) y Formawall (1000-V), cuando se sella la junta exterior.

Junta Formadeck de Robertson para cubiertas. La solución de junta estanca se asegura con un goterón y canaleta de desagüe. La gravedad es un aliado para esta solución.



Solución de
Formawall 1.000 V
para panel multicapa
aislante y junta
vertical.

El sistema de cerramiento de fachadas a base de paneles ligeros no está exento de incoherencias e indeterminaciones por lo que se hace necesario un estudio en profundidad que permita sacar el máximo partido de los materiales existentes en el mercado.

bilidad de montaje y desmontaje de cada placa de forma independiente y la absorción de esfuerzos estáticos, dinámicos y térmicos. La calidad y resultados del sistema de acabado de fachada dependerá, en gran medida, de este mecanismo.

De la exactitud de su funcionamiento y de su durabilidad se implica su construcción en materiales metálicos, habitualmente aluminio y acero inoxidable o galvanizado, completándose con alguna pequeña pieza elástica de unión.

La junta

La imposibilidad de fabricar, transportar y montar una fachada ligera continua nos obliga a la formación de juntas en fachada que resuelven la unión entre los distintos paneles, a la vez que garantizan la continuidad de los requerimientos exigidos al cerramiento. La existencia de estas juntas, determinadas por los paneles, fija el aspecto formal más significativo para la arquitectura de una fachada ligera, estando en el diseño de su ritmo, dirección, dimensiones y forma, el fundamento del proyecto arquitectónico de la fachada, sin olvidar los aspectos de textura y color que impone el panel.

La junta, como elemento longitudinal, ha evolucionado de su carácter diferenciado en función de su posición relativa frente a aspectos gravitatorios (diferenciación entre junta vertical y horizontal) hacia una indiferenciación posicional, al determinarse la primacía de los esfuerzos dinámicos frente a los gravitatorios, sobre todo a cierta altura de fachada. Esta indiferenciación ha provocado una mejor resolución de la impermeabilidad, que ha sido posible gracias a la evolución de las masillas y juntas elásticas.

Los problemas que plantea, o me-

jor, que tiene que resolver la junta, sea cual sea su formalización, son similares:

En primer lugar, los que se refieren al propio panel: planeidad, dimensiones máximas, aislamiento térmico, aislamiento acústico, permeabilidad al agua, gradiente térmico (si el panel tiene dos capas separadas por el aislamiento térmico), resistencia ante los agentes ambientales, etc.

En segundo lugar los que se refieren al sistema de anclaje: facilidad de alineación, aplomado y nivelación, posibilidad de montaje desde el interior o con el auxilio de andamiajes, anclaje posterior de nuevas piezas, necesidad de subestructura para la fijación de los anclajes, etc.

En tercer lugar, los que se refieren propiamente a las juntas: geometría, sellado, estanqueidad, tolerancias dimensionales, capilaridad, colmatación por suciedad, mantenimiento, movilidad, aislamiento térmico, aislamiento acústico, etc.

En cuarto lugar, los que se refieren al sistema de montaje, mantenimiento y reparación que tiene que ver con lo livianos que puedan ser los paneles, con el diseño de la junta y con el sistema de fijación.

Y en quinto lugar, la necesidad o no de un trasdosado del cerramiento que sirva como acabado o incluso de anclaje al propio cierre.

La tendencia de buscar fachadas más tersas, con el uso de paneles contiguos y con menos juntas, atenuando el impacto de éstas en el orden compositivo al disminuir su dimensión y frecuencia, puede ser, sobre todo en el caso de paneles metálicos, foco de problemas en el funcionamiento del revestimiento, ajenos, en parte, a las funciones mencionadas.

Para la determinación del tamaño de la junta es necesario atender a

aspectos diferentes a los relacionados y dependientes del coeficiente de dilatación del material usado en el panel, que serían: la dimensión de los paneles, que afecta de forma determinante al tamaño de la junta al tener que absorber un movimiento final acumulado por todo el panel; la orientación de la fachada, que puede provocar que los efectos de absorción de radiaciones infrarrojas acentúen los efectos térmicos de las simples variaciones de temperatura ambiental; y el color del panel, que puede provocar que la radiación solar absorbida en forma de calor se vea fuertemente modificada, provocando movimientos mayores a los previstos.

A la resolución en la junta del montaje y reparación de los paneles, así como de sus deformaciones y movimientos sin perder la planeidad de la fachada ni producir cejas, se añade el análisis de su permeabilidad al agua, al aire, térmica y acústica. Esta permeabilidad se resuelve de forma conjunta, existiendo dos planteamientos diferenciados que permiten la definición de los tipos de fachada en función de su junta.

Muchos de los paneles descritos pueden tener un acabado, ritmo y aspecto final similar, ya sean multicapa aislante o monocapa, y será la solución de la junta la que imponga la diferencia de comportamiento y resultado del sistema.

Atendiendo al tipo de junta se puede establecer una clasificación básica que diferencie su funcionamiento: junta impermeable y junta permeable.

Junta impermeable

Tal vez es el sistema más conocido, basado en garantizar la estanqueidad de la junta frente a los fenómenos atmosféricos: viento y agua. Se basa en la resolución geométrica y técnica de la impermeabilidad y en el acabado exterior mediante el sellado. Este tipo de junta, obligada para paneles multicapa aislantes, ha necesitado de la evolución de los materiales sellantes (neopreno, EPDM, caucho butilo, etc.) para su resolución técnica. Estos sellantes elásticos se convierten en el talón de Aquiles del sis-

tema, dependiendo el resultado de la fachada de la capacidad de este material para absorber los movimientos de dilatación y resistir las acciones atmosféricas sin pérdida de estanqueidad. Las fachadas así construidas son impermeables en las juntas, reduciéndose la permeabilidad a mecanismos puntuales de ventilación. La impermeabilidad de la junta permite dos soluciones diferentes: el sellado simple superficial y la junta abierta.

El sellado simple superficial de la junta se basa en la utilización de un elastómero capaz de deformarse y sellar la unión en superficie, dependiendo la durabilidad de la misma de la calidad del propio material. El concepto no varía en la utilización de doble sellado con cámara interior, que, aunque sigue basándose en el material sellante para definir su bondad, mejora el resultado; y es que a los factores agresivos climáticos que ha de resistir directamente el material sellante (acción solar, cambios térmicos, agua, contaminación, etc.) se añaden los efectos de presión de vientos: la existencia de una presión exterior mayor, ayudada por la capilaridad, provoca, con frecuencia, el paso de agua a la cámara, la cual al tener menor presión que la exterior, pero mayor que la interior, provoca por el mismo sistema descrito el paso del agua al interior. La única esperanza es que el sellante sea perfecto y nunca permita el paso del agua, a pesar de las constantes contracciones y dilataciones que sufrirá el edificio.

La solución se encuentra en el diseño de una junta abierta, que permita igualar las presiones de la cámara interna y del ambiente exterior, planteando una única junta de sellado en el interior. La junta abierta, de suficiente dimensión para evitar la capilaridad, provoca una cámara de descompresión que, unida a unos canales interiores de drenaje, y adecuado diseño geométrico, garantiza un comportamiento más acertado, independientemente de la utilización del sellante perfecto e inalterable. Es un punto intermedio frente al planteamiento tecnológico de la junta impermeable superficial.

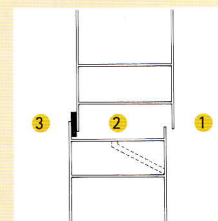
Alejandro de la Sota.
Edificio de Correos
de León.
Reflexión pionera
sobre la junta en
paneles como
elemento
compositivo de
fachada.



PANELES METÁLICOS. MULTICAPA AISLANTES

El material de unión dota al panel de aislamiento térmico y acústico, lo rigidiza, evita condensaciones intersticiales, resolviendo inclusive el acabado interior. Esta sustancia puede ser lana mineral (Manhattan), poliuretano (Formawall y Luxalon) o polisocianurato (Perfrisa, Aspersa).

Factores importantes a tener en cuenta son: el mantener aisladas las dos chapas en el borde para evitar puentes térmicos y que del diseño de la junta depende más el aislamiento acústico que del propio panel. En paneles de grandes dimensiones hay que tener muy presente el comportamiento térmico diferencial entre la chapa exterior y la interior ya que puede dar lugar a problemas de curvatura del panel.

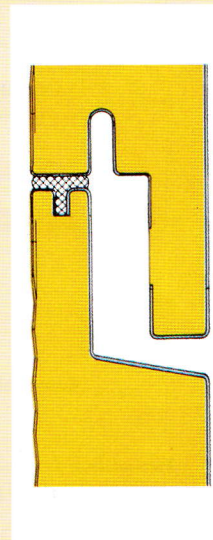
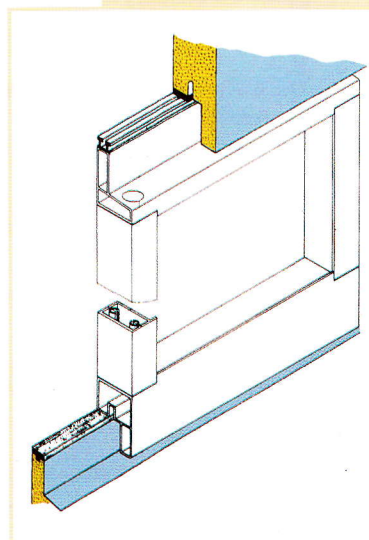


JUNTA IMPERMEABLE ABIERTA

Sólo existe una junta de sellado en el interior (3). La presión de la cámara (2) se iguala con la presión exterior (1) permitiéndose la evacuación del agua por los canales de drenaje. La junta interior de sellado permanece seca.

Panel Perfrisa liso,
plano o nervado, con
aislamiento interior.

Junta horizontal para
el Panel Plus Perfrisa.
Aplica los principios
de la junta abierta

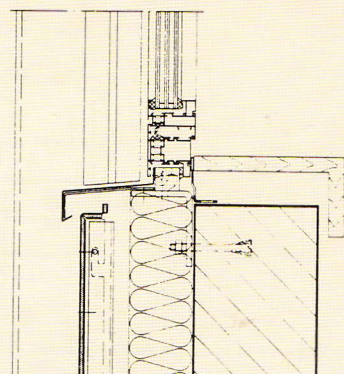




Detalle de fachada transventilada realizada con paneles Alucobond.

Carlos Ferrater y
Xavier Güell, Consejo
Comarcal del Bajo
Llobregat, Barcelona.

Ejemplo de
cerramiento con
paneles metálicos
multicapa
(Alucobond).
Fachada
transventilada.



Junta permeable

El sistema constructivo de las fachadas transventiladas es de junta abierta. No exige diseñar la junta como tal, únicamente tendremos que garantizar la ventilación en el trasdós de los paneles, ejecutar con corrección los encuentros con huecos, cornisas y terreno y disponer un adecuado sistema de anclaje y fijación. La gran ventaja del sistema es que permite la utilización de una gran variedad de paneles en cuanto a tamaño y material.

FACHADAS LIGERAS

PANELES	Metálicos	Unicapa	Formado por una sola chapa metálica Fachada transventilada Solución a la falta de inercia mediante		paneles pequeños plegado bordes grecado superficie
		Multicapa	Formado por dos chapas unidas por materiales diversos Mejora la acústica y aumenta la inercia del panel	Inertes	no aíslan térmicamente fachada transventilada
				Aislantes	Aíslan térmicamente Resuelven el cerramiento completo Hay que diseñar la junta
	No metálicos	Formados por materiales de nueva generación Fachada transventilada Sin problemas de oxidación Dimensiones menores que los metálicos		Madera Fibra de celulosa reforzada Materiales plásticos	
JUNTA	Impermeable	Estanca al viento y al agua Es la junta para paneles multicapa aislantes Hay que diseñar la junta	Impermeable Cerrada	doble sellado y cámara (la cámara no evacua)	
			Impermeable Abierta	Sellado interior y cámara (la cámara evacua)	
	Permeable	Abierta al viento y al agua Es la junta para fachadas transventiladas No hay que diseñar la junta			
Transmisión de esfuerzos					
PANEL + JUNTA ➡ ANCLAJE ➡ ESTRUCTURA AUXILIAR 					

Junta permeable

Sistema desarrollado desde el análisis científico de las presiones dinámicas y gravitatorias y que supone un paso más en los planteamientos de la junta abierta e intenta resolver de forma uniforme el problema, dando respuesta a la conveniencia de permitir la respiración de la fachada, en aras de una mayor calidad de vida, mediante la solución de fachada transventilada. Sus antecedentes los encontramos en los tabiques pluviales, en las cubiertas mediterráneas a la catalana ventiladas o en los planteamientos más recientes y científicos de Raoul Decourt en la Masion Isotherme y de George Snow en la construcción Ballon-frame.

El sistema constructivo de las fachadas transventiladas es de junta abierta. El trasdós de los paneles de fachada ha de estar suficientemente ventilado para garantizar que la presión en dicha cámara y la presión atmosférica en el exterior sean la misma, de este modo se evitan las infiltraciones de agua por succión. El agua podría penetrar directamente, en forma de gotas, impulsada por el viento, a través de la junta, si ésta es muy ancha y el panel tiene poco espesor, pero aun en este caso la gravedad en la cámara de descompresión eliminaría el agua por la parte inferior del acabado de fachada. De todas formas, para evitar este problema se puede proceder haciendo la junta tan estrecha como la dilatación de los paneles adyacentes lo permitan. Ésto a su vez tiene un inconveniente: si la separación no es superior a 1 cm o a 1,5 cm se puede acumular suciedad y por el fenómeno de la tensión superficial, acentuado por los efectos de capilaridad, se formarán tapones de agua que pueden ser impulsados por el viento al interior de la cámara.

Podemos concluir que si la cámara está suficientemente ventilada, la junta entre paneles es de dimensión similar a la indicada más arriba o dispone de algún dispositivo a modo de lengüeta que permita la dilatación y la ventilación, y si se disponen los necesarios baberos vierteaguas y las ventilaciones se respetan, el cerramiento estará bien ejecutado y funcionará correctamente, pero no

habremos construido para el edificio nada más que una gabardina, por así decirlo. Habrá que dotar al cierre del necesario aislamiento térmico y de un trasdosado que pueda cumplir con las funciones de acabado interior, de aislamiento acústico y aun de subestructura de soporte de los anclajes para los paneles de fachada. El espesor mínimo se habrá perdido en gran parte, pero la victoria sobre el cerramiento tradicional no podrá ser considerada en modo alguno como pírrica o irrelevante.

La gran ventaja de las fachadas transventiladas es que no hay que diseñar la junta entre paneles —elemento siempre onerosos económicamente— ni tendremos que sellarlas, ni mantenerlas, ni pensar en barreras de vapor para el lado frío del panel, formado por chapas metálicas. Tampoco tendremos que diseñar demasiado el propio panel ya que en sus bordes no vamos a disponer una junta geométricamente organizada, ni evitar puentes térmicos.

El diseño de estas fachadas se centra, como dijimos, en garantizar la ventilación del trasdós de los paneles, ejecutar con corrección los encuentros con huecos, cornisas y remate con el zócalo o terreno, y diseñar correctamente el sistema de anclaje y fijación. A cambio podremos disponer de una gran variedad de paneles en cuanto a las dimensiones y al material, incluso paneles mucho menos especializados, no pudiendo utilizarse los paneles multicapa aislantes, pero permitiendo la generalización de la fachada transventilada a sistemas no ligeros de acabado. Tableros de madera contrachapada, tableros de madera de alta densidad, chapas metálicas de pequeñas dimensiones solapadas, planchas de grandes dimensiones, gruesas o bien grecadas o corrugadas para garantizar la planeidad, grandes losas de piedra —granito, pizarra, etc.—, paneles baquelizados o realizados con morteros de resinas sintéticas, fachadas de fábrica de ladrillo, etc., todos tienen cabida en este sistema de fachada transventilada.

Los mayores problemas de este sistema constructivo, independiente de las dificultades compositi-

vas generadas por sus juntas, proceden de la resolución de los huecos en fachada. Estos elementos deben pertenecer a la hoja interior para evitar errores en el funcionamiento del drenaje del panel por el trasdós, soslayando uniones estancas, contrarias al sistema, de la carpintería del hueco con el panel.

Aspectos específicos de la elección de una fachada ligera

A modo de resumen de los pros y contras de estos sistemas de fachadas fundamentados en la ligereza, aludiremos a algunos de los aspectos tratados en el texto:

La capacidad de montaje y reparación de los elementos de fachada de forma autónoma e independiente entre ellos.

Los gradientes térmicos que pueden afectar a paneles multicapa y el efecto distorsionador que produce la orientación, el color y la dimensión.

La resolución en el trasdós de las carencias detectadas en el acabado ligero seleccionado: acústicas, térmicas, de permeabilidad, etc.

La resolución adecuada de los puntos delicados: huecos, esquinas, curvas, etc.

La adecuación del material del panel a la textura, color y tensión de la fachada, sin olvidar el ritmo de la junta y las imposiciones que sobre el mismo imponen el material y el tipo elegido para el panel.

Aunque la industria avanza hacia las fachadas a medida, existen aspectos técnicos que no están resueltos de antemano, siendo su planteamiento la clave del correcto funcionamiento de la fachada. [T]

Notas:

1. Alejandro de la Sota. Memoria del edificio para el centro de cálculo para la Caja Postal de Ahorros en Madrid. "Alejandro de la Sota", Editorial Pronaos. Madrid 1989, pág. 157.
2. Iñaki Abalos y Juan Herreros. "Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea". Editorial Nerea. Madrid, 1992.

Rehabilitación de la cárcel de Carballo del arquitecto Manuel Gallego. Realizado con panel Trespa.



JUAN RODRIGUEZ

Sección vertical de fachada transventilada con paneles Trespa y fijaciones ocultas.

