

PROBLEMAS GENERALES PLANTEADOS POR LA CONSTRUCCION DE MUROS CORTINAS Y PANELES DE FACHADA

(C. I. M. U. R. N° 3 Abril de 1960)

Traducido del francés
por Ada Carbone de Morales



**Sede social de la Sociedad COSTOL en
Londres. Arquitectos: Chamberlin Powell
y Bon. Foto Filkington Bros.**

Desde hace algunos años los profesionales de la construcción han comprobado la necesidad de hacer todos los años observaciones, tanto sobre los materiales de construcción como sobre las maquinarias de obra, medios de mantención e izado.

Aunque los materiales expuestos evolucionan naturalmente de un año a otro, es significativo que los materiales considerados nuevos inmediatamente después de la guerra, han llegado a un estado de madurez tal que faltaría poco para considerarlos tradicionales. Es indispensable que los técnicos de la construcción se familiaricen con ellos.

En efecto, ya ocurre a veces que el constructor no experimentado sufra lo que él considera erróneamente sorpresas desagradables utilizando materiales tradicionales según técnicas no tradicionales. Con mayor razón se detiene ante las dificultades, todavía más imprevisibles, al utilizar según esas mismas técnicas no tradicionales, materiales nuevos.

Es innegable que en toda disciplina las técnicas evolucionan y es siempre perjudicial, so pretexto de no querer correr ningún riesgo, volver la espalda al progreso.

El constructor que se lanza en la técnica, muy seductora pero bastante especial, de los muros-cortina, no debe hacerlo sin tener bien presente en su espíritu, el papel que cumple un muro exterior. De esta manera podrá elegir juiciosamente, en función de sus cualidades y defectos, los materiales más aptos a esta nueva forma de construir.

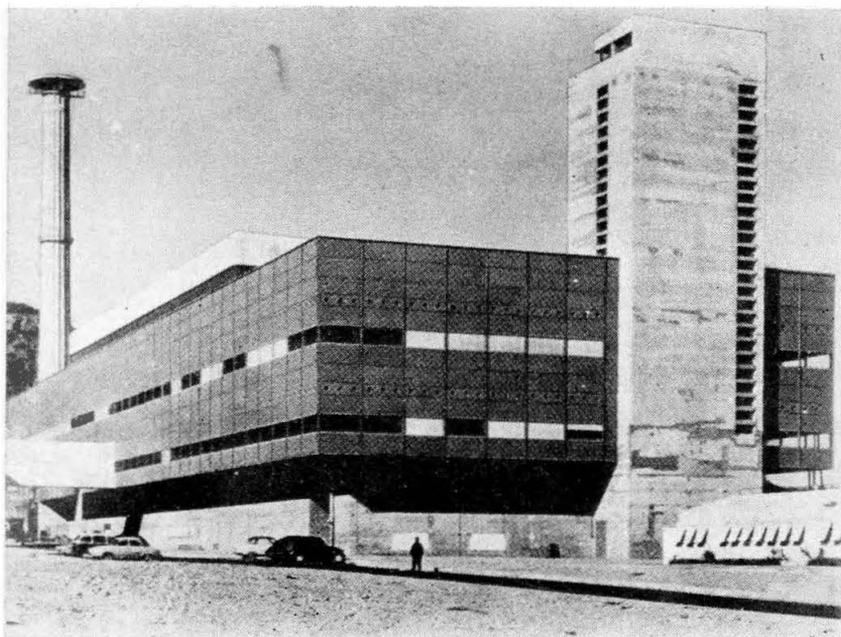
.....
Pensamos que no es necesario, en una revista especializada, detenerse en la descripción del muro-cortina o del panel de fachada, ni entrar en descripciones más sutiles de composición en altura y longitud.

Tal vez es más útil, en un breve artículo, enumerar los principales problemas que se plantean a los constructores cuando utilizan materiales y técnicas nuevas.

Construir en tradicional representa una ventaja cierta; los problemas que se plantean son conocidos, lo que no quiere decir que ellos sean siempre resueltos.

Por otra parte, los materiales que han sido seleccionados por generaciones de constructores, en la mayoría de los casos dan satisfacción, tanto desde el punto de vista de la duración en el tiempo, como en resistencia a la intemperie, aislación, etc.

El bloque de piedra de un espesor considerable es, por ejemplo, bastante sólido para soportar el peso de un muro entero bastante aislante para que sea relativamen-



Usina de extracción de plutonio en Marcoule, arquitectos Badani y Roux Dorlot.

te fácil asegurar la calefacción, su masa evita que se plantee el problema de la inercia térmica, asegura la impermeabilidad, etc... Sería posible decir lo mismo del hormigón, del ladrillo macizo o hueco, y sin embargo todavía se plantean varios problemas: el de las heladas, de la porosidad, de la capilaridad, retracción, la aislación que varía según la cantidad de agua del material, del revoque y aun otros.

Pero estos materiales tradicionales tienen cualidades suficientes para poder resolver por sí solos el problema del muro exterior.

En general, este no es el caso de los materiales nuevos. Tienen una característica principal bien determinada que prima sobre todas las otras, debido a que han sido fabricados para llenar una función precisa: son, por ejemplo, impermeables o aislantes.

Partiendo de esta clase de características bien diferenciadas se ha buscado reconstruir un muro que teóricamente debía ser superior al primero, pues está formado por elementos cuyas cualidades propias son cada una superiores a la de los materiales tradicionales.

Si no se está limitado por razones económicas, el problema podría ser resuelto, por supuesto a condición de analizar perfectamente todo lo que pasa en un muro y de escoger entonces materiales con características apropiadas.

En realidad es un razonamiento justo, pero tal vez puede ser simplista decir: el muro debe ser insensible a la intemperie y aislante, por lo tanto constituido por dos elementos, uno insensible a la intemperie, el otro aislante.

Es necesario estudiar, por una parte, las consecuencias que puede tener sobre el complejo final la posición relativa de los dos materiales, y por otra parte, cuáles son las cualidades secundarias de esos elementos y la influencia que ellos tienen sobre el conjunto. Un elemento estanco impide al agua entrar, pero también salir y el vapor de agua una vez condensado no puede escaparse. Un elemento muy aislante es también muy ligero y no tiene, por consecuencia, ninguna inercia térmica. Un elemento metálico es estanco, pero se dilata, un vidrio es insensible a todo agente atmosférico, pero se rompe, la madera es un buen aislante, pero puede sufrir deformaciones, etc.

Se puede aproximar los problemas que plantea el empleo de materiales nuevos a los que plantean los materiales antiguos en las nuevas estructuras. En efecto, estos han sido seleccionados porque teniendo una cualidad especial para ser integrados en un complejo donde cada elemento tiene una función precisa, les es posible entonces cumplir un papel bien definido en las nuevas condiciones.

Su comportamiento, aunque muy natural, ha podido también sorprender y derrotar al que lo utiliza. El vidrio es usado en la construcción desde hace mucho tiempo, pero jamás nos hemos preocupado de las temperaturas de superficie que alcanza y de la dilatación que le sigue, cuando está teñido. Sin embargo los vitrales no datan de hoy día.

Podría decirse que es necesario familiarizarse de nuevo con estos materiales pa-

**Edificio de Deptos.
Chatenay - Malabry
arquitecto
P. Sirvin**



ra utilizarlos con entero conocimiento en la técnica de los muros-cortina.

Esta técnica consiste en realizar ante una estructura resistente, una fachada prefabricada constituida por un tablero de vidrieras por una parte, y por la otra, por paneles que contengan un elemento de decoración exterior, un elemento estanco, un elemento aislante, un elemento decorativo interior, el total mantenido por montantes de madera o metálicos.

Los constructores de carpinterías metálicas y las industrias de la madera han puesto en marcha por ejemplo, sistemas de unión que ofrecen ya diversas posibilidades a los arquitectos y en función de los cuales pueden escoger el sistema de muro que corresponde mejor a sus necesidades.

El elemento de decoración y el de impermeabilidad frecuentemente están reunidos en un solo y mismo panel. Sin embargo, ocurre que, para proteger el elemento estanco, sea agregada ante él una película a la vez protectora y decoradora, lámina de aluminio estampado, de polietileno, placa de vidrio, etc.

Se trata más corrientemente de un tratamiento de superficie que se hace sufrir al material impermeabilizante: plastificación oxidación anódica para el aluminio, esmaltado, pintura, etc.

Los materiales susceptibles de dar satisfacción para la construcción de la pared estanca son numerosos: madera, plancha de acero, a veces el acero inoxidable, aluminio, vidrio, cristal, placas de poliéster, piedra, amianto cemento. A menudo estos materiales son tratados especialmente para que conserven, verdaderamente mejoradas, sus propias cualidades de impermeabilidad.

La aislación térmica puede ser asegurada teóricamente por todo material que aprisione el aire en un alvéolo de pequeñas dimensiones.

Según el espesor de los alvéolos, según que sean abiertos o cerrados, según que el material que forma los alvéolos sea conductor o no, las cualidades de aislación son más o menos pronunciadas.

La lista de materiales que pueden responder a esta definición es amplísima. Citamos:

- materiales fibrosos de todo tipo: fibra de vidrio, lana de roca, fibra de madera, fibraglass, etc.
- productos livianos alveolares por su estructura: corcho, espuma de vnyilo, poliuretano no expandido.
- los materiales manufacturados en los cuales la estructura en nido de abeja o alvéolos no es el resultado de una expansión química por ejemplo, sino de un amoldamiento particular.

La cara interna del muro debe proteger al aislante y tener las características habituales de una paramento interior. Se utilizan los materiales empleados para tabiques secos: planchas de yeso, contraplacado de madera aglomerada, chapa, amianto cemento o cualquier otro.

Tales son, esquemáticamente, los diferentes elementos constitutivos de un muro-cortina. Respecto de cada uno se plantean problemas generales que simplemente vamos a recordar, no pudiendo entrar aquí en el detalle de la realización práctica.

problemas que conciernen al entramado

El entramado está formado por el conjunto de los marcos de cada panel y de su soporte. Está fijado ante el cuerpo del edificio, sea colgado al último piso, sea fijado al nivel de las losas en caso de muro cortina. En el sistema llamado panel de fachada no hay entramado soportado y es la estructura misma del edificio la que sirve de marco a cada panel.

Este entramado debe responder a los siguientes imperativos:

—Debe ser fácil de montar, ya se trate de colgar el entramado a la estructura resistente o del montaje de los diferentes elementos entre sí. Los sistemas muy perfeccionados y perfectamente mecánicos no son muy felices en una obra. Siempre es necesario prever que un panel pueda ser reemplazado; esta operación debe ser cómoda e invisible.

—Los paneles deben poder ser colocados fácilmente, el juego necesario a su dilatación ampliamente previsto (esto es más importante mientras más grande es el panel); deben estar sujetos sólidamente, de manera que no puedan desprenderse bajo la acción del viento, pero no bloqueados, lo que generaría su dilatación y arriesgaría que se curvasen.

Finalmente es necesario desconfiar de las intempestivas filtraciones de agua entre el panel y la estructura y aún entre los diferentes elementos de ésta estructura; si, por una razón cualquiera, no es posible obturar una junta con un mastic, es necesario prever la evacuación de agua sin que el sistema de escurrimiento pueda tener fallas.

revestimiento exterior de la fachada

Si bien las posibilidades de la disposición son numerosas, tanto para la elección del material como para el módulo y el color, hay que considerar es-

pecialmente que esta parte exterior no debe envejecer prematuramente bajo el efecto de la intemperie, que debe mantenerse fácilmente y por último que conserve su impermeabilidad.

Los materiales pintados e incluso teñidos en la masa se pueden desteñir si los pigmentos no son de excelente calidad; el aluminio puede blanquearse si la oxidación anódica no ha sido bastante pronunciada. Según su calidad, la pintura se cuarteará o pasará más o menos en breve tiempo. Su elección final debe hacerse en función del capital inicial del cual se dispone o del presupuesto de mantención.

Un vidrio esmaltado por ejemplo, se mantiene bien con el tiempo, pero es relativamente caro; una chapa o un amianto cemento son más baratos, pero deben ser mantenidos regularmente.

problemas de impermeabilidad

Es un punto muy especial en este tipo de construcciones. No se trata de hacer estanco el material de fachada, porque los que se han elegido lo son, como lo hemos visto al principio, justamente a causa de sus cualidades impermeabilizante perfectas, sino de impedir las filtraciones de agua por las numerosas juntas de ensamblado.

El problema se presenta bajo dos aspectos: uniones estancas y uniones no estancas.

junta estanca

Existen dos tipos de productos:

—Los mastics de calafateo, que permanecen plásticos en el tiempo a condición de ser colocados en cantidad suficiente; los mastics al thiokol que son cauchos en estado poroso y que una vez endurecidos se comportan como lo haría el caucho.

—Las juntas elásticas de todos tipos colocadas en canales, perfiles, y mantenidas en su lugar por punteado o forzadas en el soporte.

junta no estanca

Existe además otra técnica para proteger la cara interna de la intemperie: admitir deliberadamente toda la entrada de agua que será rechazada por una especie de desagadero que la empuja hacia el exterior.

Siempre existe el riesgo de entrada intempestiva de agua por los más pequeños agujeros, las más pequeñas grietas, en el lugar de los resaltes por ejemplo. Es lo que sucede en caso de malos recubrimientos de chapas en los ángulos de los paneles. También se corre el riesgo de que ello se produzca en todo ensamblado complicado cuando se toman pocas precauciones y no han sido previstas en el diseño las seguridades suficientes.

Es necesario entonces dar una importancia extrema a los problemas de junta y de impermeabilidad de la fachada. Son más delicados que en las construcciones clásicas y, si son mal resueltos, las consecuencias son más graves, como lo veremos más adelante.

problemas que conciernen a la aislación térmica

Se admite comúnmente que la temperatura de confort se alcanza de una manera económica en la construcción tradicional, cuando el coeficiente de aislación del muro exterior tiene un valor cercano a 1. Sería un error creer que el mismo valor de resultados idénticos en una construcción con muros cortina, esto por las siguientes razones:

- los paneles de fachada no tienen el mismo peso,
- los paneles de fachada no tienen la misma constitución,
- las superficies vidriadas, a menudo, son más importantes.

En lo que concierne al peso de los paneles

Un muro cortina cuyo poder aislante es el mismo que el de un muro clásico almacena sin embargo menos ca-

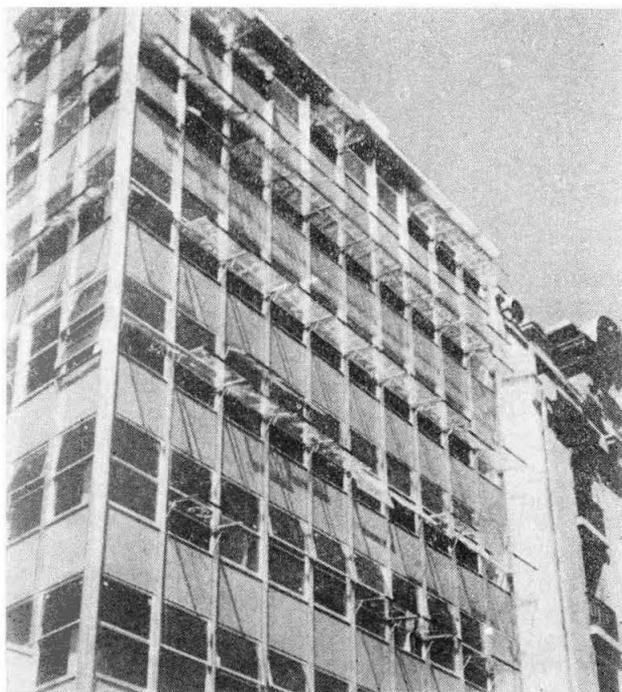
lorías que este último porque es mucho más liviano. Por lo tanto es más sensible a los cambios de temperatura. Puede tener una ventaja: fácilmente se reacondiciona, lo que facilita la regulación de la temperatura de una pieza. Puede tener un inconveniente: amortigua poco las brutales variaciones de temperatura exteriores. Por lo mismo si por una razón cualquiera se interrumpe la calefacción, la temperatura interior de las habitaciones inmediatamente es determinada por la temperatura exterior (cf. Conferencias de los señores Escher, Desrivieres y Desplanches, cuyos extractos serán publicados en la próxima revista).

Así, para procurar la misma sensación de confort que un muro clásico, sería necesario que el muro-cortina tuviera un poder aislante muy superior.

Sin embargo, esta característica tiene efectos más o menos limitados; por un aparte, las otras cinco caras del cubo que forman la habitación cerrada hacia el exterior por el muro-cortina, tienen una cierta inercia térmica que puede compensar la débil inercia de la fachada. Esta influencia será pues preponderante en los edificios estrechos. Por otra parte, la superficie del panel completo a menudo no representa más que una pequeña proporción de la superficie total del muro-cortina, ocupando un lugar muy importante el elemento vidriado. Así el poder aislante de la fachada esencialmente está en función del poder aislante de las partes vidriadas. En este caso, valores de K, superiores o iguales a uno son suficientes para el panel aislante mismo.

en lo que concierne a la constitución del muro-cortina

No hay que acoplar impunemente a un elemento aislante un material opaco de poco espesor tal como una chapa, una plancha de vidrio, etc. Bajo la influencia de la radiación solar, la chapa pintada puede alcanzar por ejemplo, en las condiciones más desfavorables, temperaturas de superficie



Inmueble de la Cia. de Seguros
de Trieste y Venecia en Paris
arquitectos
Riedberger y Eyzavin

de 80 ó 90°, con el sol de Paris. Esto puede producir efectos tales como deteriorar ciertos aislantes, o hacer que se apoye el paramento exterior sobre su marco, con todas las consecuencias que ello comporta.

En efecto, el aislante impide a las calorías difundirse; éstas se acumulan en la superficie y el calentamiento de la cara expuesta al sol es tanto más considerable cuanto más oscura es esta última.

Finalmente, es necesario, para que la cara interna del muro-cortina no sea demasiado influida por la temperatura de la cara externa, que el coeficiente de aislación térmica sea mejor que si se trata de una construcción tradicional.

Es esta una de las razones por las cuales a menudo la pared exterior está ubicada no contra la pared aislante, sino ligeramente más adelante, lo que forma una especie de estuche de ventilación entre los dos elementos. Gracias a este procedimiento, el panel, que alcanza una temperatura superior a la del aire exterior, puede enfriarse por estas dos caras, no alcanzando así temperaturas extremas que dañarían tanto a la conservación de ciertos materiales aislantes, como al confort interior.

Naturalmente esta disposición es menos feliz cuando es necesario protegerse del frío exterior, pero la pérdida de calorías que provoca esta leve

corriente de aire fresco puede ser compensada por un pequeño aumento del espesor del aislante.

De todo esto resulta que el coeficiente de aislación térmica a adoptar esencialmente está de acuerdo con cada caso particular.

Observemos que es relativamente fácil, aumentando en uno o dos centímetros el espesor del material aislante, hacer variar en proporciones importantes, incluso al doble, la aislación global del panel.

Se plantea entonces otro problema. Los paneles están unidos entre sí por todo un sistema de estructura. Es inútil buscar, a veces con grandes gastos, una buena aislación de los paneles cuando todas las calorías pasan por la periferia.

Es necesario evitar, en la medida que ello sea posible, que una misma pieza metálica pase sin discontinuidad del interior al exterior. La imagen es un poco grosera, pero se trata de la aislación de un muro como de la resistencia de una cadena. Esta tiene la resistencia del eslabón más débil, el muro la aislación del punto más conductor.

Por último para que un material conserve su carácter aislante, es necesario que sea protegido contra la humedad. Este es un punto esencial; especialmente es necesario preocuparse de evitar las condensaciones.

Inmueble de la Caja Central de Alojamientos
Familiars de la región parisina

arquitectos: López y Reby



Ahora bien, la cara interna de un muro cortina es a menudo permeable al vapor; se corre el riesgo de que la humedad proveniente del interior de la habitación penetre en el panel y se condense si la temperatura de un punto cualquiera del muro correspondiera a la del punto de rocío.

Estas condensaciones pueden disminuir en gran medida el poder de aislamiento de los materiales donde ellas se producen. Efectivamente, tienen consecuencias mucho más importantes en los materiales llamados "aislantes", pues estos últimos tienen numerosos alvéolos que corren el riesgo de llenarse de agua.

Hay varias soluciones para este problema.

Sistema de muro que no respira: en este caso, los paneles de relleno deben tener sus seis paredes estancas y no contener inicialmente humedad. Esto supone que el panel haya sido construido en una atmósfera seca, ya sea que se haya tomado la precaución de incorporarle un producto secante de tal suerte que el vapor que quede en el interior no pueda condensarse nunca, ya sea que en las condiciones normales el aislante utilizado no pueda, por su estructura cargarse de vapor de agua.

Sistema de muro que "respira". Este sistema consiste en interponer en el recorrido de la principal llegada de vapor de agua (entre la pared interna y el aislante en nuestro clima) un

corta-vapor, con el fin de impedir en la medida posible, que éste se extienda fácilmente en el muro, y ventilar el muro por su cara externa practicando aberturas en puntos cuidadosamente ubicados. Este sistema se realiza prácticamente dejando algunos días al aire cada lado del material estanco y no uniéndolo al material aislante, sino dejando un vacío de aire del orden de un centímetro.

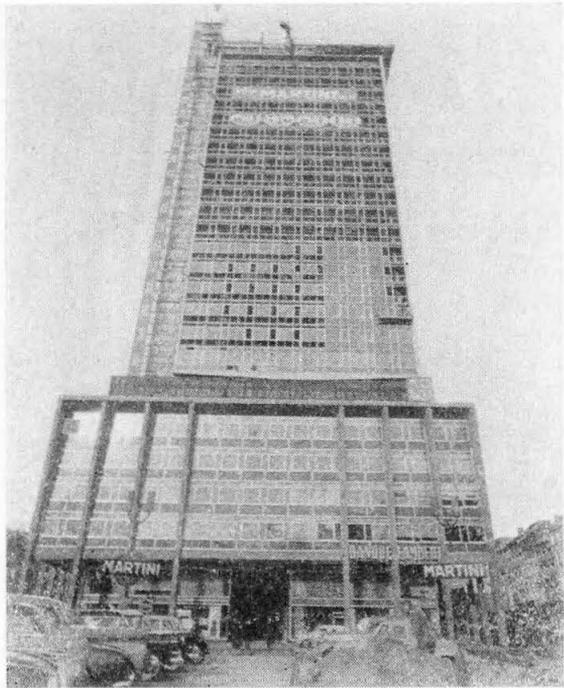
El corta-vapor puede ser un simple papel kraft que sirve de soporte a una delgada película metálica, plomo, aluminio, etc.; a un papel bituminoso, una hoja metálica, etc.

en lo que concierne a la superficie vidriada

Con una superficie vidriada de doble o aún de triple pared, es posible obtener un buen coeficiente de aislamiento térmico K. Pero no hay que olvidar que K es un coeficiente de transmisión calórica que no tiene en cuenta la influencia de la radiación. Ahora bien, el efecto de invernadero se manifestará siempre detrás de una vidriera, ya sea que ella tenga uno, dos o tres espesores.

La primera idea que se presenta es, naturalmente, detener la radiación solar antes que ella dé sobre un elemento cualquiera del interior de la habitación.

Es posible emplear un vidrio coloreado, filtrante, o un material trans-



Centro Internacional Rogier, plaza Rogier
en Bruselas
arquitecto M. Cuisinier
foto Noel

lúcido, que detendrá parcialmente la radiación infra-roja. En este caso, ya no son los elementos de la habitación los que se calientan, sino especialmente la parte filtrante. Todo riesgo de calentamiento del interior, por lo tanto, no se suprime. En realidad, esta parte filtrante actúa entonces como un radiador que por cierto calienta más el interior, pero envía igualmente una parte de las calorías al exterior, lo que es un beneficio.

La otra solución es detener la radiación solar no al nivel del muro, sino delante de éste y lo más lejos posible. Una cortina transparente o una pantalla cualquiera colocada contra la pared vidriada o entre dos vidrios tienen apenas el mismo interés que un material filtrante. En efecto, para retomar la comparación citada más arriba, la pantalla se comporta siempre como un radiador. Por una parte es fácil de comprender que existe interés en alejarla lo más posible y por otra parte que su temperatura será tanto más baja cuanto que podrá ser enfriada por una corriente de aire que pase entre ella y la fachada. Es así como actúan los para-soles, las cortinas transparentes, las pantallas colocadas delante de la fachada.

La solución elegante, pero cara, es el acondicionamiento. La concepción de la fachada plantea de esta manera mucho menos problemas de aislación térmica. Sin embargo, hay que tener en cuenta el calentamiento máximo de las fachadas situadas al oeste. Es pues recomendable hacer el estudio del acondicionamiento al mismo tiempo que el del muro-cortina. El acondicionamiento permite, por una parte, suprimir la influencia nefasta que podría tener la temperatura de la pared sobre el confort interior de las habitaciones: una corriente de aire a la temperatura apropiada viene a rozar la cara interna de esta pared. Por otra parte, permite mantener de manera muy flexible la temperatura interior deseada.

aislación acústica

Los únicos posibles ruidos de impacto sobre una superficie exterior son aquellos debidos al granizo o a las fuertes lluvias. El fenómeno muy marcado sobre una techumbre golpeada casi perpendicularmente es muy atenuado sobre una pared vertical.

El problema a tratar es pues el de la aislación de los ruidos aéreos.

En lo que concierne a los muros no

Edificio de Departamentos en Meudon
arquitectos
Mikol, Brown, Sarla y
Aslher



respirantes, los paneles están a menudo colocados sobre soportes elásticos. Por lo tanto, se desplazan paralelamente a sí mismos ante una presión acústica y pueden absorber así una energía muy superior a la que absorberían si estuvieran mantenidos en forma rígida.

Se puede conseguir con este sistema resultados superiores a los de los sistemas tradicionales y del mismo peso.

En lo que concierne a los paneles respirantes, los ruidos tendrían tendencias a propagarse más fácilmente debido a las aberturas practicadas en la pared externa. Si el lugar es particularmente ruidoso, sería necesario corregir esta falta de aislación por medio de una pared interna más aislante.

Ruidos aéreos entre pisos. Estando el muro cortina suspendido por delante de la estructura, existe obligatoriamente una unión entre este muro y la estructura. Ella no debe ser rígida a fin de permitir los desplazamientos de la estructura y existe el riesgo del puente acústico importante en este lugar. Es uno de los problemas esenciales a estudiar durante la concepción del muro.

Esta enumeración de los problemas planteados por los muros cortina no debe, sin embargo, hacer vacilar a los arquitectos y constructores en adoptar

esta técnica relativamente nueva, sino muy al contrario.

En efecto, los materiales que se encuentran en la actualidad en el mercado son bastante numerosos, sus características bastante diferentes para que siempre sea posible encontrar una manera de combinarlos armoniosamente. Esta enumeración de los principales escollos a evitar debe permitir encontrar la solución deseada.

Un muro-cortina se compone a partir de una idea directriz: se pone el acento sobre el lado estético o económico y sobre la aislación térmica o acústica; se evita o se busca el asoleamiento. De aproximación en aproximación se seleccionan los materiales de los diferentes elementos constitutivos. El conocimiento de sus características y del rol que tienen que desempeñar permite escogerlos.

No hay que pensar que estos problemas son inherentes sólo a los muros-cortina. Mientras se adopta cada vez más la construcción de estructura, el palillaje y las jambas de las ventanas ven disminuir su superficie en beneficio de las de los vanos vidriados y sería muy simple creer que sólo los elementos livianos plantean problemas.

¿Entonces, por qué no dejarse *tentar* por esta nueva forma de arquitectura?

J. M. B.