

MEDIO AMBIENTE, COMPORTAMIENTO Y DURABILIDAD DEL CERRAMIENTO*

Jaume Avellaneda i Díaz-Grande Dr. Arquitecto

Director de Tesis: Fructuós Mañá i Reixach

Dr. Arquitecto

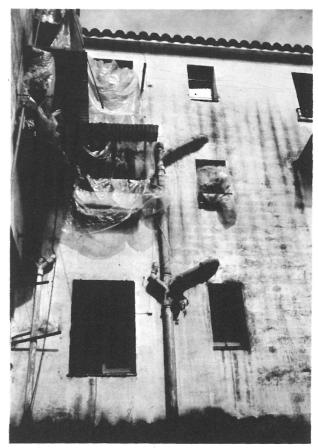
874-1

1. EL CONCEPTO Y ESTRUCTURA DE LA TESIS

Si aceptamos que la vida media de un edificio puede situarse en torno a los 50 años o más, y comparamos este largo período de tiempo con la rápida variabilidad de las circunstancias que de alguna manera pueden afectar a dicho edificio, se puede constatar que aun cumpliendo con las normativas establecidas en el momento de su construcción, el funcionamiento «normativo» del mismo es muy corto en tiempo, por supuesto muy inferior a los 50 años anteriormente aludidos, y cada vez tiende a ser más pequeño. A mi entender existe el peligro de que estemos construyendo y rehabilitando unos edificios que en un futuro relativamente próximo no podamos ni utilizar ni mantener.

Por estas razones considero que en el campo de la construcción debieran desarrollarse líneas de investigación encaminadas a la aportación de conocimientos que puedan ser utilizados en discusiones interdisciplinares para marcar las directrices técnicas que debieran seguir los edificios que se construyen hoy para que funcionen y puedan ser mantenidos en un mañana no lejano.

Una de estas líneas de investigación es la que se sigue en esta tesis, en la cual pretendemos obtener una estimación de la durabilidad y el comportamiento de diversas soluciones constructivas de cerramientos sometidas a los efectos siempre agresores y destructivos del medio ambiente donde se sitúan. Es previsible en los próximos años un encarecimiento considerable de



Estado de un cerramiento de los años 60.

Esta foto es de un edificio de promoción pública de los años 60; como puede verse la fachada requiere un mantenimiento para reestablecer la impermeabilidad (revoco y pintura), pero además requiere igualmente una rehabilitación normativa (térmica, acústica, etc.). El diseño de los cerramientos debe racionalizarse al objeto de hacer disminuir los gastos que se deriven del mantenimiento.

las materias primas utilizadas en nuestras construcciones, debido fundamentalmente a las necesidades energéticas inherentes a sus procesos de fabricación, por ello es plausible el pensar que los gastos de reparación y mantenimiento de los cerramientos pueden ser elevadísimos. La evaluación o al menos la estimación de la durabilidad del cerramiento según determinados ambientes podría dar lugar a la elección de criterios de utilización de los mismos e incluso, como más adelante se verá, a un tipo de diseño arquitectónico más acorde con las condiciones naturales del medio.

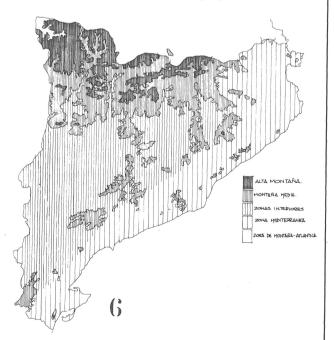
Además, para dar más concreción a este estudio he abordado tan sólo el marco geográfico catalán,

Tesis presentada y leída en junio de 1982 en el Centro de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona obteniendo la calificación de sobresaliente cum laude.

marco que por contar con un variado medio ambiente justifica tal decisión.

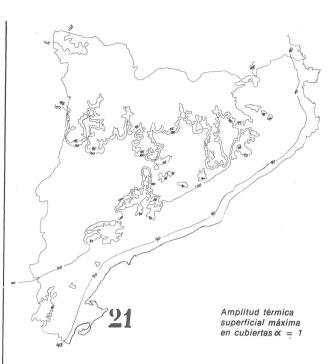
Una teoria acerca del comportamiento y la durabilidad del cerramiento podría estructurarse en las siguientes fases:

- A) Análisis del medio ambiente y aportación de los datos básicos de los elementos climáticos que lo configuran (temperatura, precipitación, humedad, etc.).
- B) Cuantificación de los efectos que los elementos del medio ambiente, en forma simple o conjunta, provocan en los cerramientos (amplitud de las temperaturas superficiales. disgregación por heladicidad, etcétera). En esta cuantificación los datos básicos ambientales son tratados estadísticamente y escogidos de manera que se adecuen a los fenómenos que deben estudiarse.
- C) Estudio analítico, utilizando modelos comprobados, del comportamiento de los diferentes tipos constructivos en función del medio ambiente donde se sitúan. Este estudio debe entenderse como una aproximación al conocimiento del comportamiento y durabilidad de los tipos constructivos y materiales.
- D) Estudio empírico, utilizando procedimientos de ensayo lo más similares a la realidad, del comportamiento y durabilidad de materiales y de tipos constructivos complejos.



Las zonas climáticas catalanas (L. M. Albentosa)

Este plano representa en forma esquemática los principales sectores climáticos catalanes. Casi todos ellos quedan separados entre sí por relieves montañosos.



Las amplitudes térmicas superficiales de una cubierta.

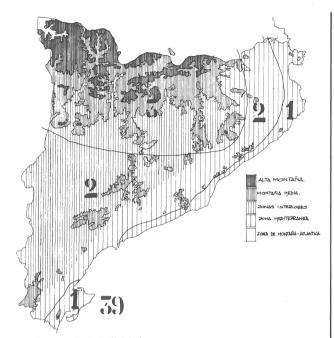
En este plano se dibujan las amplitudes térmicas superficiales máximas que puede experimentar una cubierta plana. Es un claro indicador de las zonas en que las deformaciones del cerramiento pueden ser más importantes. Como se puede observar las amplitudes mínimas se registran en el sector costero, aumentando hacia el interior y disminuyendo según la altitud.

En esta tesis he abordado el estudio de los tres primeros apartados; A, B, y C, referenciándolos, como anteriormente se ha dicho, al marco geográfico de Catalunya, el último al que considero imprescindible para la elaboración de una teoría sobre la durabilidad, el cual requiere una infraestructura que hace inviable su realización por parte de una persona aislada. No obstante el estudio de los tres primeros apartados me ha conducido a la obtención de una serie de conclusiones sobre el tema de que es objeto esta tesis, conclusiones que considera importantes para poder fijar unos criterios de diseño que permitan construir cerramientos con una durabilidad y mantenimiento adecuados.

2. LAS CONCLUSIONES GENERALES

Mesoclima versus microclima.

En esta tesis demuestro que cada sector climático de Catalunya —sector mediterráneo, la depresión central, las cuencas interiores y la alta y media montaña— tienen unas características ambientales propias. Características que son determinantes de la peculiaridad de los efectos que los elementos ambientales provocan en los cerramientos situados en cada uno de ellos. (Los efectos que se han estudiado son los debidos a viento, a la acción conjunta de la temperatura y la radiación solar,



Los índices de heladicidad.

Este plano aporta los índices de heladicidad en Catalunya: 1 = índice pequeño, 2 = índice medio, 3 = índice elevado.

a la acción conjunta del viento y la precipitación, a la acción conjunta de la temperatura y la humedad relativa, y a la acción conjunta de la humedad y composición atmosférica).

He llegado a la conclusión de que dichos efectos admiten ser cuantificados, cuantificación que se aporta en esta tesis. A partir de los valores obtenidos se han logrado para cada sector unos índices de agresividad del medio, los cuales se clasifican: pequeño (p), medio (m), elevado (e) y extremo (ex). Cada sector climático se caracteriza pues por unos índices de agresividad ambiental.

Ahora bien, aunque he estudiado fundamentalmente los efectos del medio ambiente a escala mesoclimática, la continuada revisión y manejo de datos climáticos que he tenido que hacer me ha puesto en evidencia que en un mismo mesoclima existen microclimas locales con características sensiblemente diferentes a la de éste. Características que originarán que los efectos microclimáticos difieran de los mesoclimáticos.

En esta tesis he estudiado la influencia que los factores climáticos locales (relieve, vegetación, orientación, proximidad al mar), tienen sobre los elementos climáticos (temperatura del aire, humedad, viento, etc.) y puede decirse que las variaciones microclimáticas de un sector pueden dar lugar a variaciones significativas en la valoración de los efectos que el medio provoca en los cerramientos.

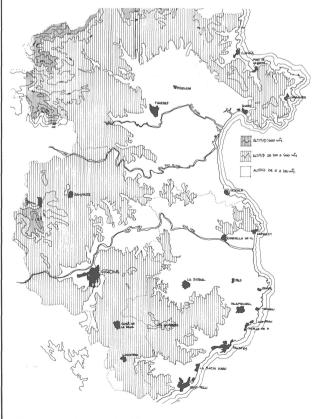
Por otra parte es posible cuantificar dichos efectos microclimáticos a partir de los mesoclimáticos

mediante la utilización de sistemas empíricos. Aspectos como la variación de la radiación según la orientación, la disminución de la temperatura con la altitud o el agudizamiento de la velocidad del viento con la altura son temas tradicionalmente tratados y que igualmente hago mención en la tesis. Sin embargo existen otros temas considerablemente más complejos, por la inmensa variedad de parámetros que intervienen, como son los microclimas que se originan en pequeñas depresiones en donde los fenómenos de estancamiento de aire y de inversiones térmicas son frecuentes, al igual que las variaciones higrométricas que se producen en las vertientes opuestas de las montañas debidas a fenómenos de foenización.

Todo esto me lleva a afirmar que muchas veces no es suficiente con el conocimiento de las características climáticas de una amplia zona, es preciso conocer las características microclimáticas locales.

La importancia del entorno

Al igual que pueden existir diferencias entre los efectos mesoclimáticos y microclimáticos, los factores climáticos propios del entorno (vegetación, relieves naturales o artificiales, tipo de suelo, etc.) pueden dar lugar a la variación de alguno de los efectos microclimáticos.



El sector costero septentrional

El dibujo del territorio según curvas de nivel permite prever microclimas locales a partir del mesoclima del sector. Los efectos en los que interviene la radiación solar y el viento, son los que pueden quedar más afectados por las condiciones de entorno. Mientras aquellos en que interviene la temperatura del aire, la precipitación, la humedad y la composición atmosférica son semejantes a los del microclima local.

Debido a esto puede decirse que un adecuado diseño del entorno del edificio puede influir en la durabilidad de sus cerramientos, convirtiéndose por ello en un parámetro de diseño.

El diseño del edificio; agresivo o pasivo

En último término puede decirse que los efectos que actúan sobre el cerramiento son los debidos al medio ambiente del entorno pero modificados por las propias características del edificio.

Los efectos debidos al viento no son uniformes en el conjunto del cerramiento sino que pueden agudizarse en esquinas, aleros e igualmente en función de la altura del mismo. Los efectos en que intervienen en forma conjunta la precipitación y el viento pueden ser más o menos graves dependiendo del diseño del edificio, en Catalunya existen unas direcciones de lluvia predominantes así como unos ángulos de incidencia de esta última que son relativamente fijos: la creación de aleros, la minimización de superficies orientadas perpendicularmente a la dirección de la lluvia dominante, la limitación de alturas, etc., son parámetros del diseño del edificio que pueden agudizar o suavizar los efectos que el medio ambiente provoca.

Es claro que cada zona se caracteriza por determinados índices de agresividad, por ello en cada zona climática, desde el punto de vista de la durabilidad y el mantenimiento, pueden existir unos estándares constructivos óptimos. Aislar estos estándares edificatorios no ha sido objeto de la presente tesis, sin embargo considero tentadora la idea de correlacionar los aspectos morfológicos de la construcción popular con los estándares que pueden derivarse de mi tesis.

Por último la construcción

Aunque en la realización de la tesis he constatado la gran importancia que las características climáticas locales (microclimas) y de entorno tienen en la valoración de los efectos ambientales a que están sometidos los cerramientos, he analizado el comportamiento y durabilidad de diversas soluciones constructivas de cerramientos según los efectos provocados por los mesoclimas de los diferentes sectores climáticos catalanes.

Los estudios desarrollados hasta la fecha, de tipo empírico, sobre el proceso de deterioro y envejecimiento de soluciones constructivas y materiales, son poco numerosos y no permiten establecer correlaciones fiables que posibiliten prever en función de unas características climáticas determinadas cuál será la vida probable de los materiales o soluciones constructivas.

Sin embargo en función de dichas características climáticas puede ser previsto el comportamiento de materiales y soluciones constructivas para cada sector climático, o lo que es lo mismo, puede decirse que para cada clima existen unas soluciones constructivas y materiales que optimizan el comportamiento del cerramiento atendiendo a criterios de durabilidad y mantenimiento.

Una conclusión interesante es la existencia de gran número de tipos constructivos de cerramientos que presentan un buen comportamiento en el sector mediterráneo catalán, disminuyendo dicho número en los sectores interiores y en los de montaña.

Creo por otra parte en la necesidad de establecer una normativa o recomendaciones que regulen la durabilidad y el mantenimiento de las soluciones constructivas que se utilicen en la edificación de promoción pública: colegios, hospitales, ambulatorios, etc. Sólo de esta manera se podrá corregir la tendencia creciente en cuanto a costes de mantenimiento del patrimonio edificatorio del Estado, costes a los que debe hacer frente la Administración, ya sea central, autonómica o local.

Por último aunque puede relacionarse directamente con el párrafo anterior considero esencial, a la hora de diseñar un edificio, que el arquitecto posea una información elaborada del clima de la localidad donde deba construir, dicha información no sólo sería útil para el diseño desde el mantenimiento y la durabilidad, podría utilizarse además para el diseño de sistemas pasivos, de acondicionamiento, etc. Este «estudio climático» sería un primer paso para concienciar al diseñador de la importancia que el clima tiene en el diseño global del edificio, mentalidad prácticamente inexistente en nuestros días.

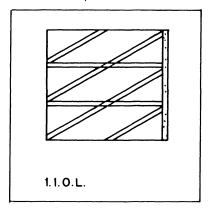
Utilización de un tipo de fachada en determinado clima

Sintetiza el comportamiento de un tipo de fachadas en la depresión central (Lérida) y otras cuencas cerradas (Osona, Bages y Anoia).

ZONAS DEL INTERIOR (Depresión central y cuencas cerradas).

- Frente a la acción del viento: Dada la masa del muro y el escaso valor de la velocidad del viento de la zona, no presenta problemas especiales.
- Frente a la acción combinada de la radiación solar y la temperatura: Esta zona presenta

Tipo constructivo

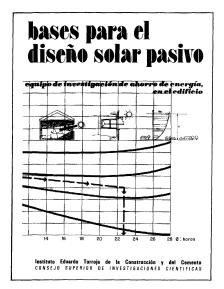


Puede utilizarse en los sectores, central y meridional de la depresión central así como en Anoia y en la C. de Barberá.

No ofrece garantías de utilización en el sector septentrional, Osona y el Bages, a no ser que se le aplique un revestimiento hidrófugo que permita el paso del vapor. saltos térmicos muy importantes, por ello deberá cuidarse la homogeneidad de los materiales de fachada.

- Frente a la acción combinada de la precipitación y el viento: Si se trata de ladrillo perforado puede utilizarse en zonas con $I_a \le 0,05$. Por lo que es utilizable, desde este punto de vista, en casi la totalidad de la zona. Sólo en parte del sector meridional de la depresión central no debe ser utilizado. Además no existe riesgo importante de eflorescencia puesto que se trata de zonas F_4 (agua sobre fachadas entre 50 ó 100 litros/m² año).
- Frente a la acción combinada de la humedad relativa y la temperatura: Funciona excelente en los sectores central y meridional de la depresión central, así como en Anoia y en C. de Barberá, no ocurre lo mismo en Osona, Bages y en el sector septentrional de dicha depresión; en estos lugares se producen condensaciones en la superficie exterior de ladrillo.

publicación del I.E.T.c.c.



Equipo de Ahorro de Energía en el edificio

Dirección y coordinación: Arturo García Arroyo

M. ^a José Escorihuela José Luis Esteban José Miguel Frutos Manuel Olaya Bernardo Torroja Las dificultades de suministro y el alto coste de los productos energéticos convencionales han despertado la atención de los usuarios, técnicos e industriales de la edificación hacia los procedimientos y sistemas en que se basa el aprovechamiento de otras fuentes alternativas de energía, principalmente la solar. Esto ha generado un rápido desarrollo industrial y comercial que, en opinión de los autores de este libro, arrastran los siguientes defectos: un mimético tecnologismo respecto de los sistemas convencionales que violenta las peculiaridades de la energía solar (baja densidad y variabilidad en el tiempo), y una escasa

selectividad en la aplicación de los sistemas y procedimientos pasivos dando origen a un ecumenismo arquitectónico solar, al margen de las condiciones climáticas y funcionales específicas de cada caso y lugar.

En este libro, utilizando criterios y metodología pedagógicos, se dan los fundamentos e instrumentos teórico-prácticos necesarios para el planteamiento de todo proyecto arquitectónico solar pasivo, de acuerdo con los principios éticos y económicos de conservación y ahorro de energía. Es decir: respeto de los presupuestos bioclimáticos, búsqueda de la máxima captación y acumulación de la radiación solar, y esmero en el aislamiento térmico de los cerramientos.

Un volumen encuadernado en cartulina ibiza plastificada, a cinco colores, de 16×23 cm, compuesto de 216 páginas, 217 figuras, 87 gráficos, 19 tablas y 10 cuadros.

Madrid, 1983. Precios: España 2.100 ptas.; 30 \$ USA.