

MATERIALES

\\ MANFRED HEGGER \\

\\ HANS DREXLER \\

\\ MARTIN ZEUMER \\

GG

ÍNDICE

- \\ Prólogo _7
- \\ Introducción _8
- \\ Principios para la selección de los materiales _11
 - \\ La percepción de los materiales _12
 - \\ Requisitos de los materiales _17
 - \\ Propiedades técnicas _24
- \\ Clasificación de los materiales _27
 - \\ Tipologías de materiales de construcción _27
 - \\ Madera _33
 - \\ Productos a base de madera _36
 - \\ Piedra natural _39
 - \\ Hormigón _42
 - \\ Piezas de albañilería de tipo mineral _45
 - \\ Placas con aglomerantes minerales _48
 - \\ Enlucidos, revoques y pavimentos continuos _51
 - \\ Cerámica y ladrillos _54
 - \\ Metales _57
 - \\ Vidrio _62
 - \\ Plásticos _66
 - \\ Tejidos y membranas _69
- \\ Proyectar con los materiales _73
 - \\ Condiciones generales _73
 - \\ El proyecto basado en los materiales _75
 - \\ La materialización del proyecto _76
 - \\ Planteamientos de proyecto _78
- \\ Conclusión _85
- \\ Apéndice _86
 - \\ Bibliografía _86
 - \\ Créditos de las ilustraciones _87



PRÓLOGO

Los materiales desempeñan un papel fundamental en el efecto y la sensación que nos produce un edificio. Son importantes no sólo como base de la construcción, sino también por su función mediadora entre el edificio y las personas; los materiales "hablan" del edificio, de su estructura y su función. Asimismo, los sentidos perciben las sensaciones que transmiten las superficies. Los edificios se comunican con el mundo a través de los materiales; pueden ser ligeros y transparentes, o tener una apariencia maciza y monolítica. La elección de los materiales forma parte del proceso de proyecto para conseguir la expresión deseada en términos de lenguaje arquitectónico. Por lo tanto, las características de los materiales de un edificio deben ser seleccionadas y utilizadas cuidadosamente con el objetivo de que apoyen el proyecto e incluso, siempre que sea posible, contribuyan a darle forma. Los diferentes materiales ofrecen numerosas y variadas posibilidades, y por ello son un recurso de proyecto ideal para los arquitectos.

El presente volumen aborda las propiedades básicas de los materiales y de los distintos elementos constructivos. No pretende ser una recopilación exhaustiva de conocimientos técnicos, sino ofrecer a los estudiantes una serie de explicaciones sencillas para fomentar su comprensión de los temas más importantes. Los autores se centran en las cuestiones esenciales para el proyecto y en la forma en que se percibirá el edificio. Así, el tema central del texto es el uso intuitivo de los diferentes materiales y las numerosas posibilidades de proyecto que ofrecen. Este libro presenta de forma sistemática los materiales constructivos más importantes y define sus propiedades esenciales para orientar al lector respecto al universo físico y emocional de los mismos. También se explican los planteamientos y principios de proyecto más habituales en lo relativo al tratamiento de la materialidad de los edificios.

Con la ayuda de este volumen, los estudiantes podrán adquirir los conocimientos sobre el uso de diferentes materiales para que sus ideas y proyectos adquieran mayor dinamismo y expresividad.

Bert Bielefeld
Editor

INTRODUCCIÓN

La arquitectura es la materialización de una idea de proyecto. La transferencia de esta idea a la realidad construida, así como el efecto que producirá en el observador, dependen fundamentalmente de la elección de los materiales. La variedad de materiales es extraordinaria, pero un buen proyecto se debe ceñir necesariamente a una materialidad muy concreta.

Pero ¿qué entendemos por "materialidad"? Como es común en el discurso arquitectónico actual, se trata de un término prestado, ampliamente utilizado, pero ambiguo e impreciso. El término "materialidad" se suele aplicar a la superficie de la arquitectura. Los materiales contribuyen a la creación de la experiencia espacial a través de su aspecto, de la sensación al tacto, su olor y características acústicas.

Cuando hablamos de materialidad visible, intentamos sortear la objeción de que la superficie sólo representa una parte de la materialidad global. Dado que en la percepción participan otros sentidos además de la vista, se deduce que la materialidad es necesariamente algo más que la estructura de una superficie.

Para aclarar este punto, podemos utilizar una definición filosófica que acuñó el concepto de "materialidad" y que sugiere que los cuerpos no sólo se componen de materia —de una sustancia material— sino que también transmiten una sensación de presencia física. Así, la materialidad deriva de la materia, y esta definición unifica muchos aspectos relativos a los materiales.

Sin embargo, dicha explicación no incluye todos los aspectos que engloba el concepto de materialidad. En arquitectura, además de la superficie, la estructura interna y la emergencia resultante de una entidad física, también se da un aspecto de asociación de ideas especialmente importante. Los materiales se pueden identificar con determinadas situaciones y las simbolizan. La asociación de la piedra con la riqueza y el poder, por ejemplo, se percibe en cualquier distrito financiero. Por lo tanto, están presentes tres niveles de significado: la materialidad visible, la interna y la asociativa.

La percepción de la materialidad se basa en criterios personales, individuales, que no son ni acertados ni equivocados. Muchos arquitectos notables han desarrollado sus propios puntos de vista respecto a la materialidad: Alvar Aalto, Tadao Ando, Louis I. Kahn, por nombrar sólo algunos, han utilizado una selección de materiales propia para dotar a su arquitectura de un sello distintivo perdurable en el tiempo.

El tratamiento de los materiales y el placer de experimentar con ellos enriquecen a la arquitectura. En este sentido, la atracción por la novedad desempeña un papel fundamental, y todo arquitecto es consciente de ello.

Muchos eligen materiales innovadores como recurso para convertir sus edificios en obras únicas, hecho que ofrece unas posibilidades que, cada vez con mayor frecuencia, se están transformando en temas centrales de la arquitectura. Actualmente, los arquitectos utilizan recursos estilísticos tales como la diversidad material y su transformación, explorando los límites de lo técnicamente posible, utilizándolos de forma intencionadamente incorrecta, o tomando materiales de ámbitos ajenos a la arquitectura.

Para elegir un material se requiere el conocimiento de una gran cantidad de datos concretos, aunque también es necesario tener intuición y sensibilidad para adoptar el material adecuado en un contexto arquitectónico concreto. En el presente volumen, la materialidad se estudia primero desde la perspectiva de lo objetivamente comprobable, es decir, de los factores "tangibles", y se plantean cuestiones importantes como las condiciones externas a las que se exponen los materiales, cómo les afectan y cómo se puede sistematizar el proceso de selección. Una vez establecida esta base, los factores "intangibles" se convierten en el tema central. Así, el libro conducirá al lector desde las diversas posibilidades que ofrecen los materiales, pasando por las estrategias de proyecto, hasta los puntos de vista que se desarrollan a partir de la materialidad.

En el capítulo "Principios para la selección de los materiales" se exponen las cuestiones básicas relativas a cómo manejarlos, se explican los factores más importantes que afectan al curso de su ciclo de vida y se proporcionan los medios para realizar un buen análisis. En el capítulo "Clasificación de los materiales" se explican criterios de selección, las características y los campos de aplicación de una serie de materiales seleccionados, y se ofrecen especificaciones relativas a su posible rendimiento, basadas en sus propiedades y reunidas al estilo de un manual de uso. Por último, en el capítulo "Proyectar con los materiales" se analizan diferentes formas de proyectar a partir de los materiales y con ellos. Se describen y explican distintos planteamientos o estrategias de proyecto, con el objetivo de proporcionar ideas al lector y señalar el abanico de posibilidades de tratamiento que permiten los materiales, o la forma de abordar un problema de proyecto desde este punto de vista.

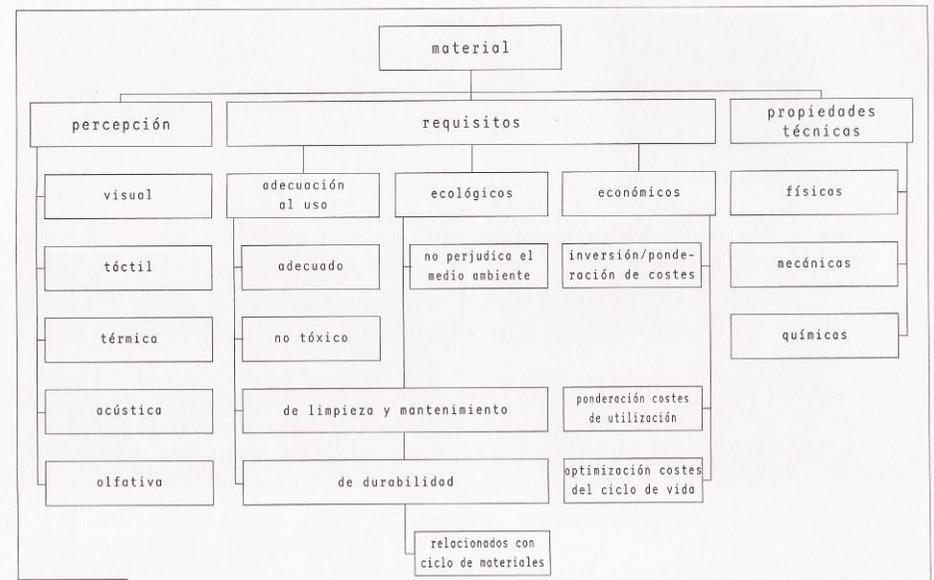


Fig.1:
Propiedades de los materiales

PRINCIPIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Durante mucho tiempo, las posibilidades de elección de materiales de construcción fueron escasas. Habían pocos materiales, aunque universalmente conocidos, y el conocimiento sobre cómo manejarlos se desarrolló y transmitió de generación en generación. Con la llegada de la industrialización, esta característica de desarrollo histórico se fue diversificando poco a poco, y hoy en día tenemos a nuestra disposición una enorme cantidad de materiales. Existen especialistas, en inglés llamados *material scouts* (cazamateriales), que ofrecen información a los arquitectos sobre materiales y novedades. Asimismo, con el incremento de materiales disponibles



\\Nota:

El término *material scout* (cazamateriales) no define precisamente una profesión, pero sí un área de trabajo posible en la que un arquitecto puede investigar o desarrollar

materiales nuevos, sistematizar el conocimiento sobre el uso de los mismos en la construcción con fines específicos y ayudar a los proyectistas ofreciéndoles ideas creativas.

también se ha ampliado el campo de aplicaciones posible. Aunque no es necesario que el arquitecto esté totalmente familiarizado con todas estas propiedades, es recomendable que sea consciente de sus relaciones y consecuencias. Así, conociendo las propiedades, podrá combinar las consideraciones sobre los materiales en todos sus aspectos, tanto durante el proyecto como en las fases posteriores de ejecución. El proceso de proyecto se sigue por las propiedades relativas a la percepción, así como por las ecológicas, económicas y técnicas, y las relativas al uso. > Fig. 1

LA PERCEPCIÓN DE LOS MATERIALES

El efecto que producen los materiales se percibe a través de todos los sentidos:

- _ Sensación visual – vista
- _ Sensación táctil – tacto
- _ Sensación térmica – tacto
- _ Sensación auditiva – oído
- _ Sensación olfativa – olfato

Sensación visual

Un 90 % de los estímulos de información que recibe el ser humano se basan en el sentido de la vista, de modo que no es extraño que las consideraciones visuales sean el punto de partida en las decisiones que afectan a los materiales constructivos.

La visión se basa en la transmisión de la radiación, con lo que las características de un material derivan de la reflexión de la radiación procedente de la superficie del mismo. Por esta razón, la luz que impacta en el material desempeña un papel decisivo en la percepción visual. La piel de los materiales, de brillante a mate, de clara a oscura, de homogénea a texturizada, es la base del proyecto arquitectónico. Las superficies industriales lisas y neutras pueden ser tan fascinantes como cierta aspereza controlada con sensibilidad, que a veces sólo es perceptible si se examina detenidamente. Los volúmenes tridimensionales adquieren mayor profundidad cuando la luz impacta bajo un ángulo agudo en su superficie. El posicionamiento cuidadoso de las ventanas o de las fuentes de luz puede realzar el carácter tridimensional de un material. > Fig. 2

Los materiales transparentes pueden potenciar este efecto hasta el punto que puede parecer que dicha cualidad es independiente del material utilizado. Las superficies semitransparentes y con textura uniforme, como el vidrio o el plástico, pueden superponerse; también se pueden utilizar materiales opacos perforados. El efecto conseguido —la interferencia— transforma el aspecto del edificio según el ángulo de observación. El edificio cobra vida, y las grandes superficies homogéneas pueden transmitir una mayor vivacidad. > Fig. 3

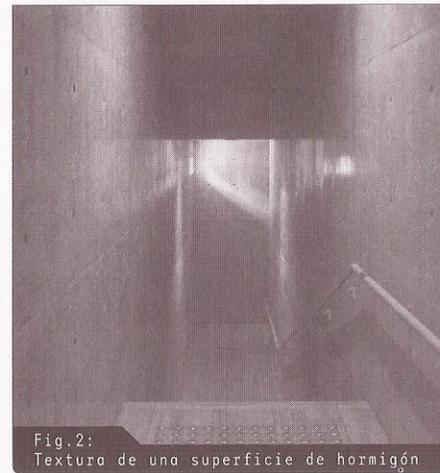


Fig. 2:
Textura de una superficie de hormigón

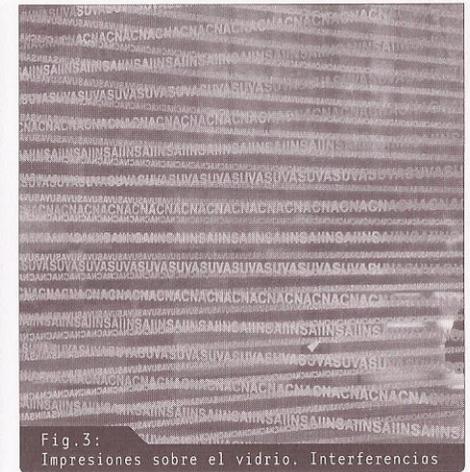


Fig. 3:
Impresiones sobre el vidrio. Interferencias

Percepción de la superficie

Transparencia

Color

El color de los materiales también desempeña un papel importante. Si es claro, el efecto tridimensional es especialmente intenso, puesto que el ojo detecta antes el contraste —la diferencia de brillo— que las características cromáticas. El contraste es mayor en los materiales de colores claros por el efecto de las sombras proyectadas. Los materiales oscuros presentan pocos contrastes, de tal forma que sus superficies pierden su calidad plástica y tienen una apariencia más bidimensional.

Los colores influyen en la forma de percibir un espacio. Los cálidos hacen que parezca más pequeño, mientras que los fríos producen el efecto contrario. Pueden afectar también a los usuarios de un modo subconsciente y emocional: los colores fríos distancian, los cálidos son estimulantes.

Escala

El tamaño y la escala de los materiales constructivos y las superficies también influyen en el efecto que producen. Las dimensiones de las texturas influyen en la percepción a corta, media y larga distancia. Por lo tanto, el efecto que producirá un material está definido por características como el grado de prefabricación, el tamaño del elemento, la textura, las juntas y otros acabados superficiales. Así, dependiendo de los materiales elegidos, un edificio puede armonizar con su entorno o contrastar con él. > Fig. 4

Asociaciones

En el proceso de percepción, la variedad casi ilimitada de estímulos visuales se reduce a los que son más importantes para el observador y a los que, a través de su propia experiencia, se han convertido en una imagen personal. El arquitecto puede beneficiarse de ello jugando con asociaciones conocidas: por ejemplo, una fachada de ladrillos de formato pequeño y poco habitual puede hacer que el edificio parezca especialmente grande debido a las asunciones subconscientes sobre la escala. > Fig. 5

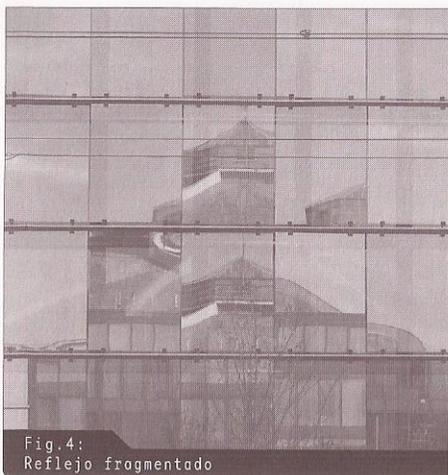


Fig. 4:
Reflejo fragmentado

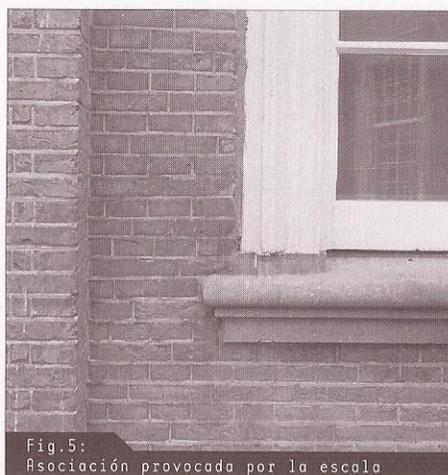


Fig. 5:
Asociación provocada por la escala

Sensación táctil

En la percepción táctil, todo el cuerpo se convierte en un órgano sensible, sobre todo las manos, que examinan las superficies de los materiales y sus características: lisas o rugosas, pulidas o mate, duras o blandas, frías o cálidas. > Fig. 6

Los pomos y los pasamanos que se pueden asir por completo ofrecen una sujeción especialmente buena. Los materiales blandos se amoldan a la mano y, por ello, pueden hacer que una manilla sea especialmente agradable. Los elementos constructivos que parecen cálidos invitan al tacto e incitan a las personas a utilizar elementos como un pretil o los asientos junto a una ventana. > Fig. 7

La radiación, la reflexión y la temperatura superficial de los elementos constructivos influyen en las sensaciones térmicas que nos llegan a través de la piel. Un material que, al tocarlo, absorbe poca energía del cuerpo, produce una sensación agradable y aparentemente cálida, como sucede con aquellos con una inercia térmica baja y elevada radiación. Los materiales de construcción pesados, como el acero y el hormigón, absorben el calor del cuerpo al tocarlos y, por lo tanto, parecen fríos.

Sensación térmica

La sensación térmica también se percibe sin contacto, dado que las personas detectan la diferencia de temperatura existente entre el aire y las superficies adyacentes. La falta de radiación se interpreta como frío. Por el contrario, las superficies macizas expuestas un tiempo al sol, radian calor más tarde, por ejemplo, de noche.

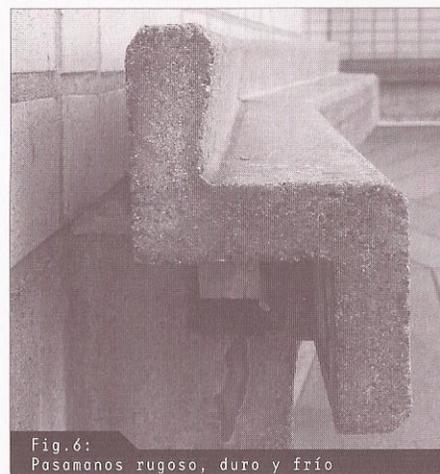


Fig. 6:
Pasamanos rugoso, duro y frío

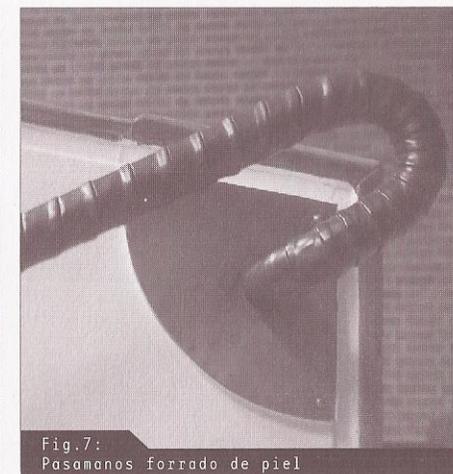


Fig. 7:
Pasamanos forrado de piel

En la percepción térmica humana influyen cuatro factores de forma decisiva: la velocidad del movimiento del aire, su temperatura y humedad, y la radiación de las superficies adyacentes. La combinación de estos factores crea el clima de un espacio. El confort térmico se ve afectado especialmente por la humedad: si ésta aumenta, la temperatura percibida también será más alta. Los materiales con propiedades absorbentes pueden regular la humedad: la escayola y la arcilla especialmente, así como otros materiales de construcción macizos, pueden ayudar a crear un clima interior muy agradable. > Fig. 8

>  Clima interior

Los materiales con una inercia térmica baja pueden crear un clima como "de tienda de campaña", sumamente influido por la temperatura exterior del edificio, sobre todo cuando el frío o el calor son extremos. El fenómeno inverso es el clima "de cueva": los materiales de construcción pesados y con una inercia térmica alta contribuyen a crear un clima estable puesto que reducen la oscilación térmica, desvinculando el espacio de las temperaturas exteriores extremas.



\\Nota:

A través de la absorción, un material puede extraer la humedad del aire y retenerlo sobre su superficie. Esta humedad se absorbe o se libera en función del contenido de humedad del aire.



Fig. 8:
Pared térmica de arcillo

Participación conjunta de los sentidos

Con la vista como sentido principal, existen otras experiencias sensoriales que ayudan a determinar las características de los materiales. Al igual que los sentidos antes mencionados, el oído y el olfato son importantes, como, por ejemplo, cuando al caminar por un sendero de arena escuchamos el crujido sordo de los granos redondos, o al asociar el olor de la madera con el bienestar. Cuantos más sentidos despierte un material, más satisfactoria podrá ser la experiencia global creada por dicho material o por un espacio.

Los proyectistas tienen dos posibilidades para estimular y potenciar la percepción: una de ellas es ofrecer a los sentidos experiencias que contrastan entre sí, como, por ejemplo, a través de un efecto táctil inesperado que contraste con el visual. La sensación que se produce no es la esperada y esta alteración se convierte en una experiencia. Sin embargo, si este tipo de incoherencias sobrepasa un cierto límite, también puede desencadenar una sensación subconsciente de incomodidad.

A la inversa, los materiales pueden crear una imagen global especialmente unificadora y armónica. La armonía entre la sensación visual y el resto de sensaciones genera bienestar físico, se complementan entre sí y se combinan para formar una imagen global gratificante. Entonces es cuando la arquitectura logra su objetivo por medio de una gran variedad de sensaciones que se pueden experimentar simultáneamente. A pesar de ello, esta imagen también puede derivar en una sobrecarga emocional y, en última instancia, caer en la banalidad.

REQUISITOS DE LOS MATERIALES

Todos los materiales deben cumplir su función de acuerdo con unos requisitos específicos. Para los dueños y usuarios de un inmueble, las propiedades relativas al uso determinan su valor práctico, que debe abordarse directamente. Los requisitos que deben cumplir los materiales pueden dividirse en cuatro grupos:

- _ Requisitos de confort
- _ Protección contra factores ambientales
- _ Mantenimiento
- _ Baja contaminación medioambiental

Requisitos de confort

Los materiales deben satisfacer requisitos de confort en aquellos lugares donde su superficie entra en contacto directo con el usuario, que son sobre todo las superficies de suelos, paredes, techos y los elementos móviles como puertas y ventanas. El confort puede expresarse en valores técnicos sólo de forma limitada. Existen muy pocas especificaciones cuantificables sobre propiedades concretas, > véase el apartado "Propiedades técnicas" como el comportamiento antiestático de los pavimentos elásticos. En otros aspectos, los proyectistas se guían por sus propias experiencias y sensaciones.

Un requisito básico de todo material es que no entrañe riesgos para la salud humana, y, por consiguiente, la higiene es uno de ellos. La nocividad de los materiales perjudiciales normalmente se intuye mucho antes de que se pueda demostrar.

Los materiales que no se ven porque están situados dentro de los elementos constructivos de un edificio también contribuyen a la sensación de confort climático y ambiental del interior. El aislamiento térmico evita la pérdida energética del edificio y garantiza que la temperatura del aire y de las superficies no desciende por debajo de un nivel agradable. La inercia térmica permite que los materiales igualen la temperatura superficial y la del aire, disipan la humedad ambiental y, de este modo, suavicen la temperatura y la humedad de un espacio. En los muros de fachada, los sistemas de estanquidad al viento reducen el movimiento del aire, que puede resultar incómodo, al igual que lo hacen los elementos que sellan puertas y ventanas.

Seguridad para
la salud

Temperatura
de confort



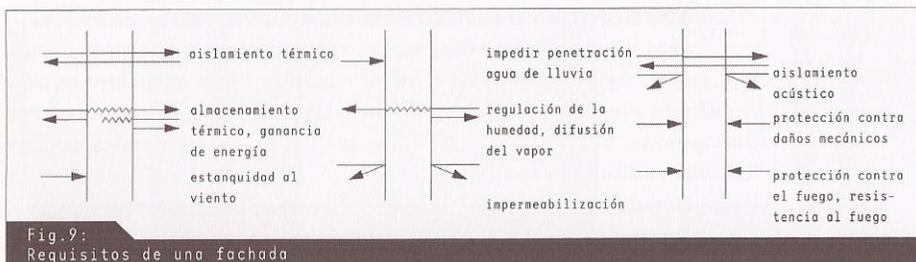
\\Nota:

Los recuerdos también están relacionados con la percepción sensorial: una experiencia que estimula muchos sentidos tiene más posibilidades de generar un recuerdo perdurable.



\\Nota:

La presencia de sustancias que entrañan ciertos riesgos es más frecuente en los recubrimientos superficiales, adhesivos y ligantes, aunque también en revestimientos elásticos o textiles. Es aconsejable llevar a cabo un análisis exhaustivo al respecto.



Confort acústico

El confort acústico se consigue eliminando los ruidos molestos. El ruido aéreo se puede reducir al mínimo mediante materiales con superficies porosas. Si están bien calculadas, las superficies de absorción acústica (de materiales elásticos y con poros finos) reducen el eco en los espacios y facilitan la comprensión del habla. La masa de los materiales constructivos reduce la transmisión del ruido de impacto. Cuando un componente concreto de un edificio no puede ser macizo, como en las construcciones ligeras, la resonancia se puede reducir a través del grosor de las distintas capas y con elementos estructurales desconectados.

Protección contra factores ambientales

La función de un edificio es ofrecer protección, sobre todo contra los factores ambientales. La fachada, como interfaz entre el interior y el exterior, debe satisfacer una gran variedad de requisitos, relacionados también con el uso del edificio. > Fig. 9

Luz y aire

Las sustancias químicas del aire (como los radicales libres o el ozono) atacan la estructura de los materiales, lo cual puede provocar cambios superficiales que incrementen su vulnerabilidad a la suciedad, o que disminuyan su transparencia o traslucidez. Por tanto, para revestir los edificios se deberían utilizar sólo materiales resistentes a los rayos ultravioleta.



\\Nota:

Distinguimos entre ruido y sonido. Normalmente, el ruido tiene connotaciones negativas. Por el contrario, los sonidos son característicos de determinadas cosas y situaciones, y la información que transmiten, independientemente del volumen, contribuye positivamente a la sensación de bienestar.

Resistencia a la humedad

Los materiales expuestos a la intemperie o que se utilizan en zonas húmedas deben ser resistentes a la humedad. La penetración de agua, cuyo volumen aumenta al congelarse, provoca tensiones dentro del material que pueden llegar a destruirlo. Hay que tener especial cuidado con el agua que ejerce presión o surge del terreno, ya que en estos casos resulta sumamente difícil optimizar el comportamiento del material con posterioridad. Por ejemplo, los muros de obra de fábrica deben estar protegidos contra la humedad ascendente por capilaridad con una capa estanca dispuesta en horizontal.

Dilatación térmica

La dilatación térmica también es importante: dependiendo de la temperatura, los materiales se dilatan (calor) o se contraen (frío). Cuando no hay suficiente espacio para la dilatación longitudinal, las tensiones se acumulan; si en estos puntos se encuentran dos materiales con diferentes grados de dureza, el más blando se verá perjudicado de forma inevitable. Por lo tanto, debe existir una separación, una junta, entre elementos constructivos diferentes lo suficientemente holgada como para que no se toquen. La disposición de las juntas de dilatación puede surgir del propio proyecto, de la construcción o de las normativas, y su anchura deriva de la longitud del material escogido y de su dilatación longitudinal.

Mantenimiento

Los materiales no sólo deben cumplir sus funciones en condiciones de laboratorio, sino también durante el uso cotidiano. En el caso de que los bordes de un material no sean lo suficientemente resistentes, los cantos y los refuerzos de las esquinas contribuyen a la durabilidad.

Abrasión



La dureza, la resistencia a la abrasión y las cargas a las que está sometido definen la resistencia al rozamiento de un material. Los pavimentos, en especial, deben cumplir exigencias rigurosas: un incremento de la abrasión puede provocar desde la reducción del brillo hasta un gran desgaste de la superficie. Por lo tanto, su rendimiento se puede mejorar con medidas como zonas de paso precedidas de grandes felpudos en las entradas de los edificios. Estos también pueden presentar su propia materialidad: pueden ser metálicos, plásticos o textiles, y combinar con el pavimento contiguo.



\\Nota:

La dureza es la propiedad de los materiales que proporciona la resistencia a la abrasión. La abrasión es el desgaste de un material bajo una carga definida con precisión, mientras que los ciones de carga establecen una clasificación de los materiales comparando su comportamiento frente al desgaste.

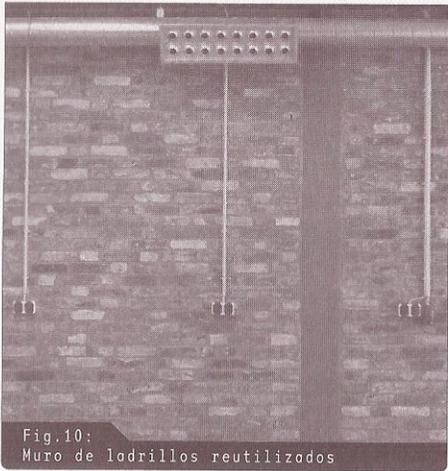


Fig. 10:
Muro de ladrillos reutilizados

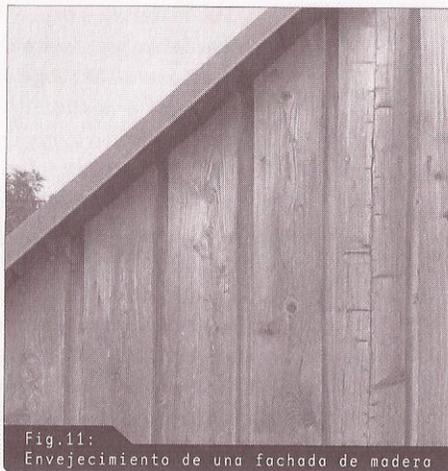


Fig. 11:
Envejecimiento de una fachada de madera

Montenimiento necesario

La necesidad de superficies que apenas requieran cuidados y mantenimiento se debe contemplar desde la fase inicial del proyecto. La limpieza es una exigencia por sí misma, porque también puede producir abrasiones o daños persistentes en las superficies. Los zócalos protegen a las paredes de los daños producidos por la limpieza en su encuentro con el pavimento. Este tipo de detalles, que en principio pueden parecer insignificantes, son en realidad omnipresentes y ayudan a hacer que la arquitectura sea más expresiva con respecto a sus materiales.

Durabilidad



Los materiales deben cumplir su función durante el mayor tiempo posible: técnicamente, esta característica se denomina "durabilidad". Si un edificio tiene una vida útil limitada, como, por ejemplo los pabellones de exposición, la durabilidad se puede planificar de antemano. Si no, todos los materiales deben ser lo más duraderos posible. Cada material tiene su propia vida útil dependiendo de los requisitos funcionales, de modo que cualquier elemento debería poder ser reemplazado sin tener que destruir otro. En virtud de estas exigencias se plantea el tema de los componentes por capas, como los muros que incorporan las instalaciones, las superficies de protección, los materiales de aislamiento y la estructura portante.

> Fig. 10



\\Nota:

La durabilidad, o vida útil, es el período de tiempo durante el cual un elemento constructivo se considera utilizable.

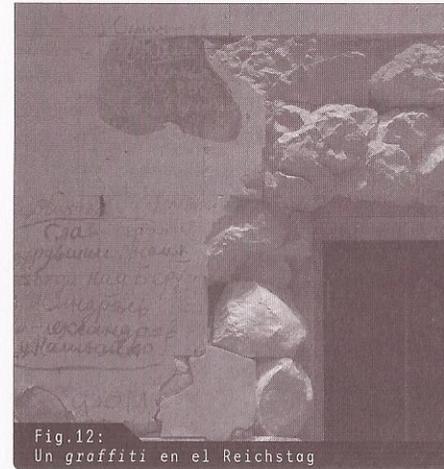


Fig. 12:
Un graffiti en el Reichstag

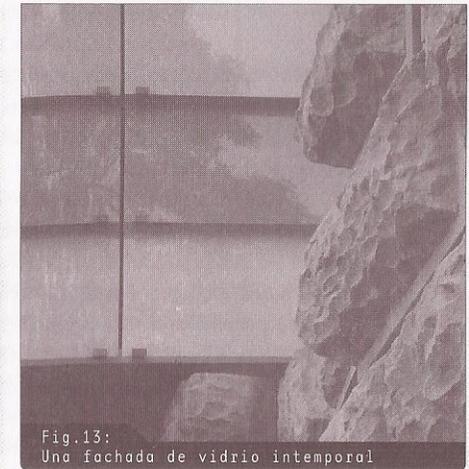


Fig. 13:
Una fachada de vidrio intemporal

Envejecimiento

Los procesos de envejecimiento son indicios de la transitoriedad y la decadencia; dicho de forma positiva, son un reflejo de la temporalidad y la vida. Los edificios y sus materiales, como las personas, pueden envejecer con dignidad. Pasado un cierto tiempo, casi todos los materiales presentan señales del desgaste natural que han sufrido, ya sea por influencias externas o debido al uso. Este envejecimiento puede manifestarse en forma de una pátina natural, que a veces resulta muy atractiva y por ello se puede provocar de forma intencionada. Por ejemplo, las capas de óxido sobre metales, acero o bronce, crean una pátina.

Una forma clara de envejecimiento es la que se manifiesta en una fachada revestida con madera de alerce: como respuesta a la exposición a la intemperie, su tono rojizo original se vuelve gris por efecto de la radiación ultravioleta. Dicha radiación descompone los pigmentos del color natural de la madera, aunque éstos perduran durante mucho más tiempo en espacios protegidos. > Fig. 11 Un material que al principio se considera especialmente innovador puede ver mermado su atractivo estético si envejece rápidamente y las señales de dicho envejecimiento son patentes, con lo cual pronto deja de parecer actual.

Aceptar los procesos de envejecimiento y las señales del uso también modela al material; conservar dichas huellas explica la historia de un pasado remoto. > Fig. 12

Algunos materiales, como el vidrio o la piedra pulida, no muestran signos visibles de envejecimiento. El tiempo parece pasar por ellos sin dejar rastro. > Fig. 13.

Contaminación medioambiental

La construcción utiliza una parte muy significativa de recursos y genera la mayoría de los residuos. Por ello, las decisiones tomadas durante el proceso de proyecto tienen importantes consecuencias para el medio ambiente. Durante el ciclo de vida de un edificio, los grandes impactos ecológicos van acompañados de gastos económicos adicionales. Por este motivo, es sensato considerar detenidamente la contaminación medioambiental al escoger los materiales.

Entropía

El uso del aluminio, por ejemplo, supone el consumo de grandes cantidades de agua y energía necesarias para el tratamiento de la bauxita. Como resultado, van a parar más metales pesados al agua y, por consiguiente, a la cadena alimenticia. Esto desencadena un proceso de flujo de sustancias denominado entropía. El objetivo debería ser siempre minimizar el flujo de sustancias para mantener baja la entropía.



Ciclo de los materiales

La forma de uso ideal de un material es la que se da dentro de un circuito cerrado de sustancias: los residuos se pueden transformar en una materia prima secundaria. Su valor ecológico depende de la calidad del reciclaje, determinante para conservar la sustancia matriz y la energía almacenada en el material. Distinguimos entre reutilización (uso repetido de un material), recuperación (recuperación de los productos químicos básicos de los residuos) y reciclado (utilización de los residuos tratados para nuevos fines). También podemos diferenciar entre *bajociclaje* (*downcycling*: un bucle material que supone la reducción de la calidad del mismo) y reciclaje (bucle material en el que se conserva la misma calidad).

Evaluación del ciclo de vida

La evaluación del ciclo de vida es un método exhaustivo para hacer una estimación de los materiales constructivos desde la óptica de la tecnología medioambiental. Consiste en la ponderación de los materiales nocivos en diferentes categorías según su impacto, adjudicando a cada uno un valor respecto a la unidad como designación de la sustancia más nociva. Las categorías más importantes según su impacto son el consumo de energía primaria, el efecto invernadero y el potencial de destrucción de la capa de ozono. > Tabla 1



\\Nota:

La entropía define la mezcla de sustancias y flujos energéticos, esto es, el incremento del desorden en el mundo. En un sistema cerrado (como la Tierra) nunca se reduce, sino que siempre tiende a un máximo.

Por regla general, y con independencia del tipo de material, podemos afirmar que:

- _ la reducción a los elementos estructurales estrictamente necesarios puede ser beneficioso,
- _ normalmente son preferibles las construcciones ligeras y duraderas a las masivas,
- _ el uso de materiales que almacenan CO₂ es positivo,
- _ cuanto más larga se prevea la vida útil de un edificio, tanto más importante es contemplar la contaminación medioambiental,
- _ los componentes constructivos con una vida útil corta son más contaminantes para el medio ambiente, porque los efectos nocivos derivados de su renovación se acumulan con más rapidez,
- _ en la construcción de viviendas, el impacto medioambiental de los materiales de construcción es especialmente importante, ya que generalmente se utilizan piezas pequeñas y presentan un alto grado de acabados interiores.

Los criterios ecológicos de los diferentes materiales de construcción son un factor que cada vez se tiene más en cuenta. De hecho, no dificultan el proceso de proyecto, sino que lo enriquecen y pueden fomentar una mayor creatividad, abriendo nuevos interrogantes y planteando alternativas. Por ejemplo, si los materiales se reutilizan en posiciones destacadas, > Fig. 10 se perciben como evidencia de un planteamiento sostenible y, además, generan un nivel de significado adicional para los materiales de construcción.

Tabla 1:
Selección de categorías según su impacto en una evaluación del ciclo de vida

Conceptos relevantes de una evaluación del ciclo de vida de un edificio	Abreviatura	Unidades
Consumo de energía primaria (no renovable)	CEP	MJ
Consumo de energía primaria (renovable)	CEP	MJ
Potencial de efecto invernadero	PEI	kg CO ₂ eq
Potencial de destrucción de la capa de ozono	PDO	kg CCL ₃ F eq
Potencial de acidificación	PA	kg SO ₂ eq
Potencial de eutrofización	PE	kg PO ₄ ³⁻ eq
Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos ("summer smog" o "niebla de verano")	PFOF	kg C ₂ H ₄ eq

PROPIEDADES TÉCNICAS

Las propiedades técnicas son criterios decisivos para la selección de los materiales. Podemos elegir un material considerando sólo su comportamiento técnico o, dicho de otro modo, en base a sus "cualidades internas", sus parámetros físicos, mecánicos y químicos.

Propiedades físicas

Existen especificaciones físicas básicas para todos los materiales de construcción: la densidad es un valor fundamental del cual se deducen otras propiedades, como la inercia térmica o la conductividad térmica, y, por lo tanto, ofrece información técnica preliminar y general de un material.

Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas imponen ciertas restricciones al uso potencial de un material para la construcción. Entre dichas propiedades están la resistencia y la rigidez, la respuesta a las tensiones por medio de la deformación plástica o elástica y la dureza de la superficie. Las propiedades mecánicas están relacionadas de muchas maneras con las propiedades termodinámicas y las relativas a la humedad, por ejemplo, la resistencia a las heladas de la piedra natural. Una característica mecánica importante de la piedra natural es su resistencia a la abrasión, es decir su resistencia al rozamiento mecánico. Esta propiedad está relacionada con una densidad y una resistencia a la compresión altas, que a su vez son la base para un coeficiente de absorción de agua reducido. Esta característica es clave para la resistencia a las heladas, y depende de la porosidad y la capilaridad de la piedra. Una arenisca con una alta capilaridad, por ejemplo, debe estar protegida contra la penetración del agua. Las características más importantes se resumen en la Tabla 2. > Tabla 2

> 
> 

Propiedades químicas

El comportamiento químico de un material se ve alterado por el contacto directo con sustancias químicas o la influencia del entorno. Puede producirse corrosión (sobre todo en los metales), lixiviación de las sales (en cerámicas y materiales de base mineral), resistencia a la luz ultravioleta (en materiales como los plásticos) y reacciones con otros materiales de construcción (adhesivos, masillas, etc.).

Preguntas para elegir materiales

Las preguntas clave a las que hay que responder al seleccionar un material surgen básicamente del efecto que se pretende obtener y de los requisitos:

Tabla 2:
Propiedades importantes y sus unidades

Propiedades	Características	Símbolo	Unidad
Físicos	Densidad	ρ	kg/m ³
	Conductividad térmica	λ	W/mK
	Calor específico	c	J/kgK
	Capacidad térmica	S	-
Mecánicas	Escala de dureza de Mohs	-	Wh/m ² K
	Resistencia a la compresión	f _c	N/mm ²
	Resistencia a la tracción	f _t	N/mm ²
Termodinámicas	Módulo de elasticidad	E	N/mm ²
	Coefficiente de dilatación térmica	α	1/K
Relativas a la humedad	Factor de resistencia a la difusión del vapor	m	-
	Coefficiente de absorción de agua	ω	kg/m ² h ^{0.5}

- ¿Qué sentidos debería estimular el material y cómo lo percibirá la gente?

- ¿Qué aspectos naturales y relativos al uso afectarán al material?

La respuesta a estas preguntas puede estar basada en unas características materiales concretas, que normalmente se pueden reducir a unas pocas propiedades técnicas. Y a la inversa, las propiedades de un material pueden generar una gran variedad de posibilidades de uso y de aplicaciones innovadoras, algunas sorprendentes.



\\Nota:

La escala de dureza de Mohs relaciona los materiales entre sí mediante la creación de grupos de materiales que pueden rayar al siguiente más blando. Los valores de la escala oscilan entre el 1 (talco) y el 10 (diamante).



\\Nota:

El factor de resistencia a la difusión del vapor determina cuánto mayor es la resistencia de un material al vapor de agua comparado con una capa de aire de idéntico grosor.