

Estudios  
Universitarios de  
Arquitectura

11

*Andrew Charleson*

# La ESTRUCTURA como arquitectura

Reimpresión  
2018



**Editorial  
Reverté**

Formas, detalles y simbolismo

**Estudios  
Universitarios de  
Arquitectura**

**11**

# **La ESTRUCTURA como arquitectura**

Colección dirigida  
por Jorge Sainz

Estudios  
Universitarios de  
Arquitectura

11

*Andrew Charleson*

# La ESTRUCTURA como arquitectura

Reimpresión  
2018

Formas, detalles y simbolismo

*Prólogo*  
Jaime Cervera

*Traducción*  
Fernando Inglés

*Edición*  
Jorge Sainz

**Editorial  
Reverté**

Barcelona · Bogotá · Buenos Aires · Caracas · México

Edición original:

© Andrew Charleson, 2005

*Structure as architecture: a source book for architects and structural engineers*

Esta edición se publica por convenio con Elsevier Ltd.,

The Boulevard, Langford Lane,

Kidlington, OX5 1GB, Inglaterra

Traducción:

© Fernando Inglés Musoles, 2007

fingles@arquired.es

Esta edición:

© Editorial Reverté, Barcelona, 2007

Reimpresión digital: 2018

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede realizarse con la autorización de sus titulares, salvo las excepciones previstas por la Ley 23/2006 de Propiedad Intelectual, y en concreto por su artículo 32, sobre 'Cita e ilustración de la enseñanza'. Los permisos para fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra pueden obtenerse en CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)).

EDITORIAL REVERTÉ, S.A.

Calle Loreto 13-15, local B · 08029 Barcelona

Tel: (+34) 93 419 3336 · Fax: (+34) 93 419 5189

Correo E: [reverte@reverte.com](mailto:reverte@reverte.com) · Internet: [www.reverte.com](http://www.reverte.com)

Impreso en España · *Printed in Spain*

Depósito Legal: B 53668-2006

Impresión: Rodona Industria Gráfica, Pamplona

# 1279

### Registro bibliográfico

Nº depósito legal: B 53668-2006

ISBN: 978-84-291-2111-7

Autor personal: Charleson, Andrew (1946-)

Título: La estructura como arquitectura : formas, detalles  
y simbolismo / Andrew Charleson ; prólogo,  
Jaime Cervera ; traducción, Fernando Inglés ; edición,  
Jorge Sainz

Publicación: Barcelona : Reverté, 2018

Descripción física: 259 p. : il. ; 24 cm

Título de serie: (Estudios Universitarios de Arquitectura ; 11)

Bibliografía: Bibliografía: p. [243]-255

Encabezamiento materia: Estructuras de edificación

# Índice

Prólogo	7
Prefacio	9
Agradecimientos	13
I Introducción	15
II Estudio de dos edificios	23
III Relaciones entre la forma arquitectónica y la estructural	35
IV El exterior del edificio	69
V La función del edificio	101
VI La estructura interior	127
VII Los detalles estructurales	155
VIII La estructura y la luz	193
IX Representación y simbolismo	217
X Conclusiones	237
Edificios y referencias	243
Índice alfabético	257

# Prólogo

*Jaime Cervera*

Las fronteras, las regiones de contacto entre disciplinas diferentes, han sido siempre regiones de excepcional interés, al igual que lo son las fronteras geográficas o culturales; la diversidad que imponen los enfoques diferentes, mestizos, e incluso los enfoques contradictorios, supone un importante enriquecimiento del área de estudio, y de ahí su atractivo.

La profesión de arquitecto en España participa de una de estas fuentes de riqueza: una de las razones del atractivo del título –y de la dificultad de su dominio– y, a mi juicio, una de las razones del importante papel internacional que ha alcanzado en nuestros días la arquitectura española está en la tensión relativamente equilibrada que se manifiesta de modo permanente en nuestro ámbito entre la *venustas* y la *firmitas*, sin olvidar que en la *utilitas* debería radicar la justificación última de la obra.

Por tal motivo, siempre es una fuente de satisfacción encontrarse con textos que exploran conscientemente los aspectos de frontera entre disciplinas. Se trata de un ejercicio difícil y arriesgado para quien lo practica, que abandona regiones bien conocidas para él con objeto de explorar áreas inéditas que suelen ser el dominio habitual de otros especialistas. Pero en esta exploración –en esta incursión desde los bordes de las disciplinas que domina hacia terrenos ignotos– a menudo el autor aportará perspectivas novedosas, puntos de vista inéditos, de utilidad a menudo en ambos lados de la frontera.

El libro que el lector tiene entre las manos es una de estas raras incursiones fuera de campo: en este caso, la realizada por un ingeniero de estructuras que trata de entender y describir cualidades arquitectónicas en los objetos que habitualmente considera desde la perspectiva mecánica, de la resistencia o la rigidez. En esta manera de mirar, el autor es capaz de percibir argumentos habituales en la mirada del arquitecto, entendidos como parámetros definitorios de muchas de las cualidades perceptivas, funcionales o simbólicas de los objetos arquitectónicos; y es capaz también de relacionarlos de modo fructífero con los parámetros que configuran las cualidades técnicas de las estructuras, responsables de la supervivencia física de dichos objetos.

Desde la perspectiva ligada estrictamente a la técnica estructural, resultará habitual considerar la configuración y los detalles, las dimensiones generales y las locales, los materiales y sus

*Jaime Cervera es catedrático del Departamento de Estructuras de Edificación de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid y autor de Formas y esfuerzos estructurales (Madrid, 2ª edición, 2002).*

# Prefacio

Este libro explora el potencial que tiene la estructura –es decir, vigas, pilares, entramados, soportes y otros elementos estructurales– para enriquecer la arquitectura. En el nivel más elemental, espero lograr que los arquitectos perciban la estructura como un elemento integral de la arquitectura antes que como una simple técnica aplicada. También desearía incitar a los arquitectos a que diseñen estructuras ellos mismos, esto es, a que participen en todos los aspectos de su diseño, en colaboración desde luego con los calculistas de estructuras, con el fin de hacer realidad sus ideas de proyecto. Cuando la estructura tiene una contribución arquitectónica que va más allá de su función primaria de resistir cargas, añade al proyecto otra capa de valores funcionales y estéticos, aumenta el interés en los edificios y su disfrute, mejora su funcionalidad y eleva el ánimo de sus ocupantes.

Por tanto, este libro intenta cambiar esa visión –habitual al menos entre los estudiantes de arquitectura– de que la estructura es un componente puramente técnico de la arquitectura o, en el peor de los casos, un mal necesario. A lo largo de este libro se ilustran ejemplos de la estructura como elemento arquitectónico indispensable, un elemento que se involucra y se integra por completo en la creación arquitectónica, desempeñando importantes papeles que afectan a los sentidos, el corazón y la mente de los usuarios de los edificios. Como proyectistas, debemos preguntarnos cómo puede añadir la estructura valores estéticos y funcionales a nuestros proyectos, contribuyendo así a enriquecerlos.

Escribo en primera instancia para estudiantes de arquitectura y arquitectos en ejercicio, pero espero también que el libro suscite algo más que un interés pasajero entre los estudiantes de ingeniería y los ingenieros de estructuras que deseen también ampliar su experiencia sobre el potencial arquitectónico de la estructura. Ilustrada con ejemplos de más de 170 edificios, esta obra pretende servir como libro de referencia de ideas y de inspiración para los proyectos arquitectónicos, y como un libro que ayude a los proyectistas a reflexionar sobre su propio trabajo; además, el libro proporciona un amplio repertorio de ejemplos muy diversos en los que la estructura realza ideas, conceptos y cualidades específicamente arquitectónicas. El índice recoge todos estos temas, mientras que la lista alfabética de todos los casos estudiados aporta unas referencias iniciales para estudios posteriores.

# Agradecimientos

Varias instituciones neozelandesas han aportado su apoyo financiero a este proyecto: la Asociación del Cemento y el Hormigón, la Industria de la Construcción en Acero, la Sociedad de Proyectos en Madera y la Universidad Victoria en Wellington contribuyeron a los costes del primer estudio de campo, realizado en 1992. Su generosidad, repetida en 2001 para el segundo viaje, se vio complementada con becas universitarias de investigación en verano antes, entre y después de dichos viajes. La Universidad Victoria financió también el trabajo final de campo, realizado en los Estados Unidos en 2004.

Estoy muy agradecido a varios ayudantes de investigación que han aportado mucho a este trabajo. Jim McKie y Virginia Jamieson participaron en esa fase tan delicada de los inicios de una investigación, seguidos por Greg Miller, que colaboró en el trabajo preparatorio del viaje de estudios de 2001. Sam Martin y Katherine Brown tomaron el relevo cuando el libro empezaba a tomar forma, incorporando a los dibujos de cada capítulo las perspectivas de estudiantes de arquitectura de los últimos cursos. Katherine realizó también los diagramas.

Muchos colegas de escuelas de arquitectura y diseño me hicieron sugerencias útiles. Los comentarios de Mark Taylor, Julieanna Preston, Martin Hanley, Anna Kemble Welch, Christina McKay, Elisabeth y Peter Russell, Geoff Thomas, Robin Skinner y George Baird ayudaron a mejorar y resolver los dos primeros capítulos, sobre todo en sus fases iniciales. También valoro en gran medida la opinión de John Gray y Werner Osterhaus, y la ayuda del personal bibliotecario de las escuelas de arquitectura y diseño. En el apartado fotográfico, Paul Hillier y Ella Reed han trabajado con cientos de imágenes, mientras que Peter Ramutenas y Brent Hardy me dieron el necesario apoyo informático.

Finalmente, doy las gracias a mi mujer, Annette, por su apoyo y sus ánimos a lo largo de todo el proyecto.

Salvo indicación en contra, las fotografías son del autor.

# Introducción

*La estructura está formada por planos, por soportes aislados o por una combinación de ambos que el diseñador puede utilizar intencionalmente para reforzar o materializar ideas. En este contexto, los pilares, los muros y las vigas pueden entenderse en función de conceptos como frecuencia, trazado, simplicidad, regularidad, aleatoriedad y complejidad. Como tal, la estructura puede utilizarse para definir el espacio, crear unidades, articular la circulación, sugerir el movimiento o desarrollar la composición y las modulaciones. De este modo, la estructura queda ligada de modo inextricable a los propios elementos que crean la arquitectura, su cualidad y su emoción.<sup>1</sup>*

## El potencial de la estructura para enriquecer la arquitectura

La cita de Roger Clark y Michael Pause comienza describiendo las cualidades arquitectónicas de la estructura y sugiere después cómo la estructura podría enriquecer la arquitectura. Pero ¿es realista una actitud tan positiva hacia la estructura? ¿Cuál ha sido el último edificio que *nosotros* hayamos visto en el que la estructura crease arquitectura o bien aumentase el entusiasmo por ella? ¿Dónde encontramos ejemplos de estructuras que desempeñen un papel arquitectónico tan activo como definir espacios o modular superficies? ¿Y de qué otra forma podría aportar algo arquitectónico la estructura? Estas preguntas establecen las prioridades de este libro, centran sus objetivos e inician una investigación sobre las estructuras capaces de dar valor a la arquitectura.

Algunos lectores podrían juzgar poco realista la actitud de Clark y Pause hacia la estructura como elemento arquitectónico plenamente integrado. En el día a día, nuestra experiencia de las estructuras puede describirse muchas veces como poco memorable. En buena parte de nuestro entorno construido, la estructura está oculta o es anodina. Paneles opacos de fachada o paños de vidrio reflectante esconden la estructura en el perímetro del edificio. En su interior, los falsos techos ocultan las vigas, y los elementos estructurales verticales (como pilares, muros de carga y arriostramientos diagonales) están embebidos dentro de la tabiquería u otros elementos hasta quedar irreconocibles. Incluso cuando la estructura queda a la vista, a menudo su configuración repetitiva y predecible en planta y alzado, así como la falta de es-

1. Roger Clark y Michael Pause, *Precedents in Architecture*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1985, página 3; véase en español: *Arquitectura: temas de composición*, 2ª edición, Gustavo Gili, México, 1997.

## Estudio de dos edificios

En este capítulo se analiza la estructura de dos edificios muy diferentes. Se trata de dos ejemplos en los que la estructura enriquece la mayoría de los aspectos y ámbitos de la arquitectura. Este capítulo prepara el terreno para una investigación y clasificación más detalladas sobre el potencial arquitectónico de la estructura en los capítulos siguientes.

El estudio de ambos edificios ilustra el uso de la estructura vista en contextos arquitectónicos bien diferentes. En primer lugar se estudia la escuela del BRIT en Londres; a la vez que en el exterior la estructura tiene una presencia exuberante, desde el interior se entiende con una visión más utilitaria. Estos papeles se invierten en el segundo edificio, el crematorio de Baumschulenweg, con su impresionante estructura interior vista. Dentro de una envolvente exterior formalmente minimalista, las grandes columnas interiores *situadas al azar* transforman el espacio interior principal, dotándolo de sentido y sensibilidad.

### La escuela del BRIT (British Record Industry Trust)

Situada en Croydon (Londres), la escuela del Consorcio de la Industria Británica del Disco (BRIT en sus siglas inglesas) forma a estudiantes de artes escénicas y actividades afines. Debido a que en la fase de proyecto el plan de estudios todavía estaba en desarrollo, el espacio interior debía tener la flexibilidad suficiente como para albergar necesidades cambiantes, incluida una futura ampliación, pero incorporando estudios de sonido y un teatro acústicamente independiente.

La forma arquitectónica alberga estas exigencias del programa en un núcleo central de tres plantas rodeado de un zócalo de dos plantas. Dos sistemas estructurales contrapuestos apoyan la forma arquitectónica: el núcleo central de muros de carga y el esqueleto exterior visto (figura 2.1). Ambos se ajustan por igual al programa del edificio. El núcleo central de hormigón armado, pesado y relativamente macizo, satisface las exigencias acústicas. Desde las cuatro esquinas vuelan cuatro cerchas principales de cubierta hacia los grandes machones exteriores situados más allá del cerramiento del edificio, mientras que las cerchas secundarias apoyan sobre los muros laterales para que la primera planta quede totalmente libre de soportes interiores.

# Relaciones entre la forma arquitectónica y la estructural

## Introducción

Éste es el primero de los siete capítulos en los que imaginaremos la visita a un edificio e iremos analizando, cada vez con mayor detalle, los distintos papeles que desempeña la estructura en varios ámbitos y aspectos de la arquitectura. En ese marco, este capítulo observa algunas cuestiones arquitectónicas que surgen esencialmente *fuera* del edificio, y reflexiona sobre ellas. A cierta distancia, la forma o la volumetría del edificio, más que cualquier otro detalle exterior, es lo que domina visualmente e invita a investigar las relaciones entre la forma arquitectónica y la forma estructural. Pero antes de estudiar las distintas relaciones entre esas formas —que los proyectistas pueden aprovechar en beneficio de una mayor riqueza arquitectónica— debemos aclarar el significado de estos términos.

‘Forma arquitectónica’ es una expresión muy utilizada, pero rara vez definida. Francis Ching rompe con la tradición de utilizarla sin mucho rigor, pero —aunque la define explícitamente— su definición sigue siendo imprecisa; plantea que ‘forma arquitectónica’ es una expresión global que se refiere en primer lugar al contorno exterior o figura de un edificio y, en menor medida, a su organización interna y a sus rasgos unitarios; también señala que esa *figura* comprende varias propiedades visuales y relacionales, a saber: tamaño, color y textura, posición, orientación e inercia visual.<sup>1</sup> En su opinión, la forma se suele entender en primer lugar como la figura o la volumetría tridimensional, pero también comprende aspectos arquitectónicos adicionales como la configuración y la forma estructurales, en la medida en que éstas pueden organizar y dar unidad al proyecto arquitectónico.

Para el propósito de este estudio emplearemos el concepto de ‘forma arquitectónica’ limitado fundamentalmente a la forma envolvente o figura. Esta aclaración y simplificación deliberadas excluyen conceptualmente de la forma arquitectónica cualquier consideración de la organización estructural interior o exterior. Con ello se admite el hecho de que la volumetría tridimensional puede ser completamente ajena a la forma estructural. Al desvincular la estructura de esa expresión más bien nebulosa pero muy habitual que es la forma arquitectónica, surge la oportunidad de estudiar las relaciones de la estructura con aspectos específicos de

1. Francis D.K. Ching, *Architecture: Form, Space and Order*, (1979) 2ª edición, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1996; versión castellana: *Arquitectura: forma, espacio y orden*, Gustavo Gili, Barcelona y México, 1982, 2ª edición 1998.

## El exterior del edificio

### Introducción

En muchos emplazamientos urbanos, los linderos y los retranqueos determinan la forma arquitectónica. Concretamente, en el caso de los edificios de media y gran altura, las necesidades de orden práctico y económico dan lugar a esas omnipresentes formas rectilíneas que requieren planteamientos arquitectónicos distintos de la simple manipulación volumétrica del edificio si se quiere que aporten algo positivo al tejido urbano. A excepción de las construcciones totalmente recubiertas de vidrio reflectante o de revestimientos opacos, muchos edificios de todo el mundo comparten un rasgo común: tener en fachada algunos elementos estructurales vistos. Con frecuencia los elementos estructurales se dejan vistos partiendo más de la consideración de las ventajas funcionales de la estructura perimétrica que de la intención última de dejar vista la estructura. Aunque ese tipo de composición y de ordenación estructural de las fachadas a menudo no hace más que reflejar el del entorno construido que las rodea –lo que hace que tienda a proliferar una arquitectura de calidad mediocre–, algunos arquitectos adoptan una postura más intencionada a la hora de dejar vista la estructura, conscientes de su potencial para enriquecer la arquitectura exterior.

Antes de analizar en detalle las distintas aportaciones de la estructura al exterior de los edificios, empezaremos este capítulo estudiando con mayor detenimiento un edificio: el Banco de Hong Kong y Shanghai, en Hong Kong. El examen de la estructura vista que muestra su fachada principal sienta las bases para comentar muchos de los papeles de la estructura exterior que luego se estudian en este capítulo.

Uno de los aspectos más destacados de este banco es la estructura vista de la fachada principal (figura 4.1). Si se ocultase esta estructura detrás del cerramiento, uno de los edificios comerciales más conocidos del mundo dejaría de ser reconocible; privado de su estructura icónica, se confundiría fácilmente con la arquitectura más convencional que lo rodea.

El planteamiento de una forma estructural tan poco usual nació en principio de la insistencia del cliente en conservar la histórica sala de operaciones que ocupaba el solar. Los primeros esquemas de Foster Associates para el concurso convocado para

4.1. *Banco de Hong Kong y Shanghai, Hong Kong. Foster Associates, 1986. Fachada principal.*



# La función del edificio

## Introducción

En este estudio sobre las relaciones entre la estructura y la funcionalidad del edificio, el capítulo se inicia planteando cómo puede la estructura situada en el perímetro de un edificio maximizar la libertad de ordenación del espacio. Un enfoque habitual para conseguir grandes superficies libres de pilares es el de situar la estructura primaria justo por fuera o por dentro del cerramiento del edificio. Después se analiza cómo subdivide la estructura el espacio interior; en primer lugar, cuando los espacios compartimentados albergan funciones similares y se perciben como parte de un espacio mayor; y en segundo lugar, cuando la estructura separa entre sí diferentes funciones del edificio, como las salas y los espacios de circulación. El texto continúa con un epígrafe en el que se estudia cómo la presencia física de la estructura, incluidas sus cualidades direccionales, define y realza la circulación. Para terminar, varios ejemplos ilustran cómo puede la estructura interferir con la función, ya sea de manera deliberada o no.

Muchos textos de arquitectura reconocen la necesidad de integrar cuidadosamente la estructura con la función del edificio. En un plano básicamente pragmático, Daniel Schodek explica el concepto de las ‘dimensiones funcionales críticas’.<sup>1</sup> Este enfoque requiere que el proyectista determine en planta las dimensiones mínimas libres de estructura para un espacio o una serie de espacios dados. Una vez que se han decidido estas medidas, se pueden dibujar en planta los ‘módulos funcionales básicos’. El espacio que queda entre los módulos determina entonces dónde se puede situar la estructura vertical sin interferir con la función. De este modo se pueden identificar rápidamente las luces libres mínimas de los módulos y, junto con el contorno de éstos, sugerir sistemas estructurales adecuados, tales como muros de carga o pórticos rígidos, en combinación con sistemas unidireccionales o bidireccionales de forjado o de cubierta.

Muchas veces, dentro de un mismo edificio se requieren módulos de distinto tamaño. Por ejemplo, el módulo estructural de las oficinas (situadas en todas las plantas menos la baja) de la sede del gobierno regional de Marsella, se ha duplicado mediante el empleo de los pilares en X para albergar el aparcamiento subterráneo (véase la figura 3.47). Schodek analiza también de ma-

1. Daniel L. Schodek, *Structures*, (1980) Prentice Hall, Londres, 4ª edición, 2001, página 468.

# La estructura interior

## Introducción

Inevitablemente, se produce cierto solape entre este capítulo y el anterior, que estudiaba las relaciones entre la estructura interior y la función del edificio. En el capítulo v se estudiaba de qué modo puede la estructura subdividir el espacio con el fin de separar físicamente distintas funciones y alojarlas en sus propios espacios, y cómo define e identifica otras funciones importantes, como la circulación. Por su parte, este capítulo no se centra en cómo afecta la estructura a la función del edificio en un sentido práctico o físico; lo que contempla son más bien las aportaciones de la estructura a las cualidades y características arquitectónicas del espacio interior.

Muchos arquitectos piensan que la relación que existe entre la estructura y la función del edificio va mucho más allá de satisfacer las exigencias de espacio físico. Si el planteamiento proyectual de Peter Cook es representativo, estas necesidades prácticas se aceptan casi como algo dado, para que pueda empezar el verdadero reto arquitectónico.<sup>1</sup> Cook desarrolla la estrategia estructural de un edificio proyectando en primer lugar los ‘elementos primarios’. Eso implica elegir una idea estructural determinada, como el uso de una espina estructural, ya sea un muro o un corredor con pilares. Como el problema de integrar la estructura con la función no se plantea explícitamente, puede suponerse que la necesidad de lograr espacios totalmente funcionales ya se ha tenido en cuenta en la elaboración de la idea estructural. Luego Cook centra su atención en los ‘elementos secundarios’, refiriéndose con ello a los elementos individuales de la estructura, como las vigas y los pilares; pero antes de decidir cómo diseñarlos, se hace una serie de preguntas: «¿se trata de un edificio sumamente retórico con una estructura también retórica?; ¿debe ser la estructura un elemento enmudecido?; ¿se busca la ligereza o bien cierto énfasis en la presencia que pueda contrastar con otra parte del edificio?; ¿debe *leerse* el techo como un elemento unitario, o deseamos que el intervalo de los elementos sea entrecortado, abigarrado, acogedor o un símbolo de los aspectos técnicos?»<sup>2</sup>

Estas preguntas –que plantean tan sólo algunas de las posibilidades que estudia este capítulo– reconocen el potencial de la estructura vista para enriquecer la arquitectura interior tanto visual

1. Peter Cook, *Primer*, Academy, Londres, 1996.

2. Cook, *Primer*, página 85.

# Los detalles estructurales

## Introducción

El diseño de los detalles estructurales vistos puede hacer importantes aportaciones a la arquitectura de un edificio. El diseño de los detalles puede transformar unos elementos estructurales corrientes o simplemente funcionales en objetos de fruición estética, a la vez que puede comunicar conceptos e ideas de proyecto. Este capítulo comienza ilustrando cómo los arquitectos expresan por medio de los detalles estructurales una gran variedad de ideas de proyecto. Y después se pone de manifiesto la diversidad de cualidades arquitectónicas que los detalles pueden aportar a los proyectos, lo que a su vez conduce a resultados estéticamente satisfactorios.

A los efectos de este análisis, se entiende por diseño de detalles estructurales la determinación de la forma de los elementos estructurales y de sus nudos, así como su configuración y acabado. Como proceso de proyecto, la elaboración de los detalles estructurales comprende el diseño de la sección transversal, el alzado y las uniones de los elementos con el fin de conseguir los requisitos estructurales de estabilidad, resistencia y rigidez. El diseño de los detalles comienza después de elegir la forma estructural de un determinado proyecto. Por ejemplo, si el proyectista decide en principio adoptar un sistema de vigas y pilares de madera vista, como el de la figura 7.1, puede elegir detalles con muchas combinaciones posibles de vigas, pilares, nudos y acabados, todos ellos diseñados de diferentes maneras. También hay un abanico similar de opciones para el diseño de los detalles de los elementos estructurales de acero.<sup>1</sup>

La idea del proyecto debería dirigir el diseño de los detalles. Antes de entrar en los detalles estructurales en particular, los proyectistas deberían empezar revisando su idea del proyecto y preguntándose cómo podría condicionar ésta las decisiones relativas al diseño de los detalles. Sólo entonces será posible conseguir una arquitectura en la que los componentes estructurales estén integrados con todos los demás elementos arquitectónicos y colaboren para hacer realidad la idea del proyecto. Tal resultado es poco probable si el proyectista permite de manera acrítica que las decisiones que afectan a los detalles se vean restringidas por una práctica típica o convencional; en este caso, el único resultado

1. Alan Ogg, *Architecture in Steel: The Australian Context*, The Royal Australian Institute of Architects, 1987, página 44.

# La estructura y la luz

## Introducción

Siguiendo el criterio de que el espacio arquitectónico sólo existe cuando es percibido por los sentidos, especialmente el de la vista, Pierre von Meiss considera que el proyecto arquitectónico es «el arte de colocar y controlar las fuentes de luz en el espacio»;<sup>1</sup> y entiende que las fuentes de luz incluyen las ventanas y también los objetos iluminados, como las superficies envolventes u otros elementos arquitectónicos entre los que se podrían incluir los componentes estructurales. Desde este punto de vista, la estructura es en potencia un importante elemento arquitectónico: bien como fuente de luz, cuando la luz lo ilumina o pasa a través de él, bien como elemento que controla cómo y por dónde entra la luz en un espacio.

Cuando la construcción con muros de carga de piedra y de fábrica predominaba en anteriores periodos de la historia de la arquitectura, las aberturas para la luz podían considerarse como la ausencia de estructura. La descripción que hace Marietta Millet de la relación entre la estructura y la luz puede aplicarse especialmente a esa época anterior. Centrándose en el potencial de la estructura para controlar la luz, más que en su posible función como fuente de luz en sí misma, Millet escribe: «La estructura define el lugar por donde entra la luz. El módulo estructural crea el ritmo de la luz, no la luz. Donde hay estructura no hay luz. Entre los elementos estructurales sí hay luz.»<sup>2</sup> No obstante, desde la introducción en el siglo XIX de las formas estructurales de esqueleto metálico, ya no se trata de elegir entre la estructura o la luz en el espacio arquitectónico, sino ambas cosas pueden coexistir. Los elementos estructurales esbeltos tienen un impacto mínimo en la cantidad de luz que entra en un espacio. Antes, cuando predominaba la estructura de fábrica –en planta y en alzado– era necesario perforarla para introducir la luz; en la práctica arquitectónica actual, las exigencias de luz natural determinan con frecuencia tanto la forma estructural como el diseño de los detalles. Las estructuras contemporáneas –con su relativa esbeltez y la pequeña huella que dejan sus plantas– satisfacen habitualmente esos requisitos.

Dependiendo de su configuración, la estructura puede inhibir o facilitar la entrada de luz. En un edificio con estructura perimé-

1. Pierre von Meiss, *Elements of Architecture: From Form to Place*, Van Nostrand Reinhold, Londres, 1990, página 121; publicado originalmente como *De la forme au lieu: une introduction à l'étude de l'architecture*, Presses Polytechniques Romandes, Lausana, 1986.

2. Marietta S. Millet, *Light Revealing Architecture*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1996, página 60.

# Representación y simbolismo

## Introducción

Este capítulo estudia cómo la estructura vista enriquece la arquitectura cuando las formas y los detalles estructurales aportan significados en virtud de sus cualidades representativas y simbólicas. Se entiende por representación estructural una estructura que aparenta un objeto físico (como un árbol o una grúa), mientras que una estructura simbólica evoca una idea, una cualidad o una condición. Como con la belleza, con la representación y el simbolismo todo depende del color del cristal con que se mira.

Tanto la estructura representativa como la simbólica abarcan distintos grados de explicitud. Mientras algunos ejemplos de representación son universalmente reconocidos, otros no lo son. La situación es mucho más acusada en el caso del simbolismo. Cuando percibimos el simbolismo de la arquitectura, como el de cualquier objeto, toda nuestra vida entra en juego. La imaginación, la educación, la formación, las experiencias vitales, la sensación de bienestar y la pericia profesional: todo ello influye en el modo de percibir el significado de la arquitectura en general y el de la estructura vista en particular. Así pues, no es de extrañar que muchas lecturas simbólicas sean totalmente inimaginables para los que proyectan.

El arquitecto Sverre Fehn ilustra la naturaleza profundamente personal de la respuesta humana a la representación y el simbolismo de la estructura; con mucha sensibilidad, imagina la respuesta individual a un elemento estructural visto, una columna:

En la iglesia, el pescador se sienta en un banco. Desde su asiento aprecia que la columna tiene las mismas dimensiones que su mástil. Con esta apreciación se siente seguro. Se sienta junto a su columna, una forma también reconocible con un ligero toque de sus dedos. En mar abierto, el árbol era un símbolo en el que confiaba, ya que le devolvía sano y salvo a su hogar. La misma representación le ayuda ahora a dirigir sus pensamientos a la oración. En su espíritu, la mar está calma. En su búsqueda de las estrellas, la columna le ofrece un diálogo personal.<sup>1</sup>

Este pasaje describe una estructura, en este caso una columna, que desempeña la vez un papel representativo y simbólico. Aun-

1. Per Olaf Fjeld, *Sverre Fehn: The Thought of Construction*, Rizzoli, Nueva York, 1983, página 46.

# Conclusiones

## Introducción

El hecho de que la mayoría de los capítulos anteriores de este libro se centren en aspectos o áreas específicas de la arquitectura plantea la necesidad de resumir los temas principales que resultan de este estudio. Así pues, este capítulo final reúne los tres principales hilos conductores que se entrelazan en cada uno de los capítulos precedentes.

Antes de desanudar estos cabos, es preciso recordar brevemente el objetivo principal de este libro: analizar las estructuras desde el punto de vista arquitectónico, más que desde el propiamente estructural; es decir, observar e interpretar las estructuras a través de la mirada de los arquitectos y de los usuarios de los edificios, en lugar de adoptar el punto de vista de los ingenieros de estructuras, más estricto y con un enfoque más técnico. Por tanto, la estructura se entiende como un elemento arquitectónico primordial antes que como un elemento secundario derivado de la asignatura de 'Estructuras', a menudo autosuficiente, de las escuelas de arquitectura. Haciendo referencia a ejemplos de más 170 obras construidas, este libro presenta un análisis y una clasificación exhaustivos de los diversos papeles que desempeña la estructura en la arquitectura contemporánea.

Como tal, este trabajo funciona como un libro de referencia para proyectistas; aunque se cuida de no defender la *necesidad* de incorporar las estructuras vistas a los edificios, da una visión de la estructura entendida como un elemento arquitectónico potencialmente emocionante, que siempre debería integrarse con la idea del proyecto. Los ejemplos de este libro estimularán la imaginación de los proyectistas e indicarán vías para desarrollar aún más sus propias ideas. Este libro también se puede usar como un espejo frente al que evaluar otros proyectos; por ejemplo, puede ayudar a los proyectistas a reflexionar sobre las cualidades arquitectónicas de sus propias superficies y espacios interiores, y a preguntarse si han aprovechado suficientemente todas las posibilidades de la estructura. ¿Aporta la estructura algo explícito a su arquitectura y ayuda a hacer realidad y a comunicar sus ideas de proyecto?

En la mayoría de los casos, la estructura hace a la arquitectura una aportación estética: estimular los sentidos y atraer las emo-

# Edificios y referencias

Los números de las páginas en las que se ilustran los edificios en el libro aparecen en negrita.

- Academia Mont-Cenis, Herne (Alemania), **36**, 51-52, 87-88, 222.  
Claire Downey y Wendy Talarico, "Giving back to the environment", *Architectural Record*, volumen 187, n° 12, diciembre 1999, páginas 199-208.
- Albergue Westminster, Hooke Park, Dorset (Inglaterra), **132-133**, 164.  
Mario Pisani, "Westminster Lodge a Hooke Park, Dorset, Gran Bretaña", *Domus*, n° 818, septiembre 1999, páginas 26-31.
- Auditorio de la Sociedad Filarmónica (Philharmonie), Berlín (Alemania), **141-142**.  
Peter Blundell-Jones, *Hans Scharoun*, Phaidon, Londres, 1995.
- Auditorio del Emmanuel College (Queen's Building), Cambridge (Inglaterra), **178-179**.  
Colin Davies, "Cambridge credo", *Architectural Review*, volumen 199, n° 1188, febrero 1996, páginas 47-51.
- Auditorio y palacio de congresos Kursaal, San Sebastián (España), **72**.  
David Cohn, "Like two glowing crystals, Rafael Moneo's Centro Kursaal in northern Spain captures the energy of the city and landscape", *Architectural Record*, volumen 188, n° 5, mayo 2000, páginas 212-223.
- Banco de Hong Kong y Shanghai, Hong Kong (China), **69-70**, 99, 123.  
Reyner Banham, Susan Doubilet y Thomas Fisher, "The Hongkong Bank", *Progressive Architecture*, volumen 67, n° 3, marzo 1986, páginas 67-109.
- Banco de Semillas del Milenio, Wakehurst Place, Sussex (Inglaterra), **181**.  
Penny McGuire, "Seeds of the future", *Architectural Review*, volumen 209, n° 1247, enero 2001, páginas 34-39.
- Biblioteca de la Escuela Armenia, Los Ángeles (California), **225**.  
Ann Jarmusch, "Mental gymnastics", *Architecture*, volumen 92, n° 9, septiembre 2003, páginas 60-65.
- Biblioteca de la Universidad Técnica de Delft (Holanda), **113**, 152.  
Arthur Wortmann, "Mecanoo's purgatorial mound: university library in Delft", *Archis*, n° 3, marzo 1998, páginas 66-73.
- Biblioteca Pública, Vancouver (Canadá), **36-37**, 81, 213.  
Christopher Thomas, "Canadian colossus: Library Square, Vancouver, British Columbia, Moshe Safdie and Associates, Architect", *Architecture*, volumen 84, n° 10, octubre 1995, páginas 72-79.
- Biblioteca Sainte-Geneviève, París (Francia), **189**.  
Roberto Gargiani, "Henri Labrouste: ornamento e costruzione nella biblioteca Sainte-Geneviève, Parigi, 1839-1850", *Casabella*, volumen 61, n° 645, mayo 1997, páginas 60-73.

# Índice alfabético

*No se incluyen aquí los nombres de los edificios mencionados en el libro, cuyos datos se han listado alfabéticamente en el capítulo 'Edificios y referencias'.*

- Abercrombie, Stanley: 137  
Addis, William: 150  
Aéroports de Paris: 90, 185  
Albert, Édouard: 170  
Alberti, Leon Battista: 112  
Alemania: 36, 51, 53, 78, 87, 88, 94, 105, 106, 133, 160, 166, 212, 214, 215, 232, 233  
Alsop & Lyall: 98  
Alsop & Störmer: 62, 166  
Amadei, F.: 228  
Amery, Colin: 97  
Amiens: 45, 94  
Anderson: 169, 170, 172  
Ando (Tadao Ando & Associates): 165  
Annadale-on-Hudson: 167  
Antigüedad: 108  
Antoniades, Anthony: 218  
Appeldorn: 115, 137  
Apple: 209  
Archetype: 187  
Australia: 234  
Austria: 114, 115, 121, 168, 235  
  
Bad Munder: 88, 195  
Bad Sulza: 105, 106  
Balmond, Cecil: 32, 148, 149, 161, 162, 200  
Barbrook, Roger: 92  
Barcelona: 85, 95, 96, 117, 131, 140, 141, 174, 198, 221  
Bard College: 167  
Barroco: 19  
Bassegoda Nonell, Juan: 221  
Bate Smart Partners: 234  
Baumschlager & Eberle: 106, 214  
Baumschulenweg: 23, 29, 30, 34, 36, 121, 197, 222, 231  
Baviera: 213  
BBPR: 75  
Behnisch (Günter Behnisch & Partner): 94, 95, 212  
Bélgica: 211  
Benetton: 165  
Bere Associates: 123  
Berlín: 29, 30, 46, 75, 83, 141, 142, 197, 207, 222, 231, 232  
  
Bevan, R.: 181  
Bilbao: 117, 118, 135, 166, 167  
Blair, Lynne: 103  
Blaser, Werner: 227  
Blundell-Jones, Peter: 50, 95  
BMW Edge: 234  
Bohlin Cywinski Jackson: 209  
Bourdieu, Pierre: 230  
Bracken House: 96, 97, 177, 180, 231  
Branch, Mark Alden: 198  
Bregenz: 114, 115  
Brigatti, D.G.: 135  
Brissago: 98  
Bristol: 74  
BRIT: 23, 24, 33, 34, 162, 231  
Brno: 103  
Broadfield House: 208  
Brown, André: 85, 203  
BRT Architekten: 53, 160  
Brunet & Saunier: 208  
Burdeos: 86, 113, 114  
Buro Happold: 136  
Burrell: 198, 199  
Burry, Mark: 221  
Bussel, Abby: 59, 83, 207, 226  
Byard, Paul Spencer: 66  
  
Calatrava, Santiago: 129, 135, 140, 159, 165, 171, 183, 200, 201, 210, 211, 219, 220, 223, 224, 227  
California: 65, 66, 124, 131, 176  
Cambridge: 93, 94, 143, 178, 183, 186, 187, 189  
Canary Wharf: 118, 119  
Cardiff: 89  
Cardigan: 99  
Carintia: 235  
Carlier, Pierre-Louis: 84  
Carmarthenshire: 46, 47  
Carré d'Art: 204, 205, 206  
Cassidy Taggart Associates: 24  
Castelvecchio: 120  
Catanese, Anthony: 39  
Cavadini, Raffaele: 98  
Centraal Beheer: 115, 137  
Chaix & Morel: 45, 64, 206  
  
Channel 4: 150  
Charles de Gaulle: 90, 91, 185  
Chérnijov, Yákov: 174  
Chicago: 47, 162, 163  
Chilton, John: 40  
Ching, Francis: 35, 136  
Clark, Roger: 15, 16, 17  
Coliseo: 81  
Collins, Peter: 16, 38, 169  
Columbia Británica: 38  
Como: 50, 51  
Condit, Carl: 47  
Connecticut: 54  
Cook, Jeffrey: 218  
Cook, Peter: 116, 127  
Coop Himmelb(l)au: 121, 180  
Cornualles: 41  
Cottin, F.: 145  
Cowan, Henry: 19  
Croydon: 23, 24  
Cullinan (Edward Cullinan Architects): 133  
Culver City: 65, 66, 176  
  
Dahinden, Justus: 134, 135  
Dal Co, Francesco: 229  
Daryl Jackson Architects: 197  
Davey, Peter: 61, 236  
Davies, Colin: 178, 204  
Davis, Gerald: 103  
Dawson, Susan: 208  
Deane y Woodward: 150  
Delft: 113, 152  
Denton Corker Marshall: 81  
Design Antenna: 208  
Dhaka: 194  
Diamond, Rosamund: 194  
Domenig, Günter: 235  
Doncaster: 91, 92, 196  
Dorset: 132, 133, 164  
Dulles: 43, 44, 76, 77  
Düsseldorf: 142  
Duthilleul, Jean-Marie: 60  
  
Edén: 41, 218  
Emmanuel College: 178  
Erickson, Arthur: 37, 38, 137  
España: 108, 132  
Essex: 87, 221, 222  
Estados Unidos: 225

- Éveux-sur-Arbresle: 122  
Exchange House: 37, 59
- FABRICA: 165  
Fainsilber, Adrien: 86, 203  
Farrell, Terry: 123  
Faulkner Browns  
Architects: 91, 196  
FDA: 131  
Federation Square: 234  
Fehn, Sverre: 217  
Filadelfia: 194  
Financial Times: 105  
Finlandia: 218  
Fisher: 167  
Fitzwilliam College: 93, 94, 143  
Fjeld, Per Olaf: 217  
Fleet Place House: 59, 60  
Flintstones: 62  
Florencia: 228, 229, 235  
Fontein, Lucie: 17  
Foster, Norman: 180, 204  
Foster, Norman (Foster Associates): 69, 70, 87, 107, 123, 222  
Foster, Norman (Sir Norman Foster & Partners): 46, 47, 67, 118, 119, 187, 205  
Frampton, Kenneth: 145, 156, 169, 170, 230  
Francia: 63, 64, 110, 122, 151, 219  
Frankfurt: 107  
Freeman, Allen: 77  
Fuksas, Massimiliano: 151
- Gale, Adrian: 75  
Gales: 46, 47, 89, 99, 113  
Gama, Vasco da: 226  
Gasson (Barry Gasson Architects): 199  
Gaudí, Antoni: 96, 117, 132, 174, 221  
Gehry (Frank O. Gehry & Associates): 167  
Getty: 81, 82  
Giedion, Sigfried: 205  
Giselbrecht, E.: 168  
Glasgow: 124, 125, 174, 175, 198, 199  
Glasser, David Evan: 39  
González de León y Serrano: 83, 207  
Grimshaw (Nicholas Grimshaw & Partners): 41, 46, 53, 74, 75, 104, 105, 107  
Güell: 96, 131, 132, 174  
Guggenheim: 166, 167  
Guildford: 52, 53, 224
- Hale, Jonathan: 121  
Hamburgo: 42, 111, 116, 119, 165, 166, 189, 190, 195, 197
- Hamm: 133  
Hampshire: 139, 164, 223  
Hannover: 43, 44, 80, 85, 195  
Haward, Birkin: 150  
Hazel Wood: 164, 165  
Hdr: 131  
Heger Heger Schlieff: 133  
Henz & Dobi Inter: 158, 159  
Hepworth, Barbara: 62  
Hergatz: 106, 214  
Herne: 36, 51, 87, 222  
Hertzberger, Herman: 115  
Herzog & Partner: 44, 80, 88  
Holanda: 113, 115, 137, 152  
Holgate, Alan: 190  
Hollein, Hans: 78, 212, 215  
Hong Kong: 69  
Hooke Park: 132, 133  
Hopkins (Michael Hopkins & Partners): 79, 97, 147, 177, 178, 189, 213  
Horniman: 187  
Hübner, Peter: 227  
Hutt, Dana: 176
- Inglaterra: 41, 52, 53, 87, 91, 98, 107, 132, 133, 139, 164, 181, 186, 196, 208, 222, 223  
Irvine: 131  
Isler, Heinz: 40  
Isozaki (Arata Isozaki & Associates): 198  
Italia: 50, 117, 134, 165, 229  
Ito, Toyo: 196  
Ivy, Robert Adams: 135
- JFK: 112  
Johnson Wax: 176  
Johnson, Nell E.: 194  
Jones, Euine Fay: 158  
Jones, Fay: 135, 157, 158  
Jourda & Perraudin: 51, 87, 139, 173, 219  
Jussieu: 170
- Kahn, Louis: 30, 156, 169, 194-195, 196, 212, 216  
Kansai: 61  
Kew: 196, 197  
Kimbell: 194  
Kobayashi, Hiroto: 196  
Krier, Rob: 102  
Kugel, Claudia: 222  
Kunsthall: 32, 148, 149, 161, 162, 231  
Kunsthhaus: 114, 115  
Kursaal: 72
- La Défense: 47, 48, 158  
La Tourette: 122
- La Villette: 92  
Lab Architectural Studio: 234  
Labrousse, Henri: 189, 205  
Lahuerta, Juan José: 96  
LaVine, Lance: 17, 188, 189, 230, 231  
Le Corbusier: 122, 137, 188  
Leipzig: 202  
Lev Zetlin Associates: 163  
Libeskind, Daniel (Studio Libeskind): 57, 231, 232, 233, 234, 236  
Licorne: 45, 49, 94  
Lille: 60, 84  
Limoges: 151  
Lisboa: 43, 199, 220, 225, 226  
Londres: 23, 24, 37, 49, 57, 59, 60, 66, 67, 73, 79, 96, 97, 105, 118, 123, 136, 147, 150, 162, 172, 177, 187, 213, 215  
Lord's: 79, 213  
Los Ángeles: 65, 81, 82, 225  
Louvre: 158, 181, 182  
Lucas & Niemeijer Architects: 115  
Ludwig Erhard Haus: 46, 75  
Lyón: 139, 145, 146, 165, 172, 173, 182, 200, 223, 224
- MacCormac, Richard: 94, 143  
Macdonald, Angus: 29, 231  
Mackintosh, Charles Rennie: 175  
Manchester: 232, 233  
Marche-en-Famenne: 211  
Marne-la-Vallée: 63, 64, 168, 179, 180, 206  
Marsella: 61, 62, 101  
Mashantucket: 54  
Mecanoo Architekten: 152  
Meier (Richard Meier Architects): 82, 141  
Melbourne: 80, 81, 82, 196, 197, 222, 234  
Melun: 219  
Mérida: 108  
México: 83, 207  
Michelucci, Giovanni: 228, 229, 236  
Mies van der Rohe, Ludwig: 103, 137  
Mikveh Israel: 194  
Milán: 75  
Millet, Marietta: 193, 206, 213  
Miralles, Enric (Miralles y Pinós): 95, 96  
Módena: 48, 117
- Möglingen: 226, 227  
Mönchengladbach: 78, 93-94, 212, 215  
Moneo, Rafael: 72, 108  
Mont-Cenis: 36, 51, 87, 222  
Montgomery: 124  
Montuori, Vitellozzi, Calini, Castellazzi, Fatigati y Pintonello: 60  
Moss (Eric Owen Moss Architects): 65, 66, 176  
Mount Vernon: 206  
Movimiento Moderno: 103  
Murai: 168, 196  
Murphy, Jim: 163  
Murphy/Jahn: 163
- Navarro Baldeweg, Juan: 214-215  
Némausus: 110, 224  
Nervi, Pier Luigi: 38, 39, 40, 189  
Newport: 113  
Niall Phillips Architects: 99, 113  
Nîmes: 110, 204, 205, 224  
Noé: 225  
Norteamérica: 213  
Norwich: 107, 207  
Notre-Dame: 77  
Notre-Dame de la Duchère: 145  
Notre-Dame de la Treille: 84, 85  
Notre-Dame du Raincy: 144, 145  
Nouvel, Jean: 110, 184  
Nueva York: 112, 167, 209  
Nueva Zelanda: 230  
Nussbaum, Felix: 232, 233
- Office for Metropolitan Architecture (OMA): 149, 161  
Ogg, Alan: 71, 137, 155  
Öhringen: 94, 95, 212  
Ollertz & Ollertz: 106  
Oriente: 220  
Osnabrück: 232, 233  
Otaki: 230  
Oxford: 104, 150, 210, 220
- Palladio, Andrea: 93  
Pamplona: 49, 50, 88, 89, 112  
Pantadome: 198  
París: 32, 47, 48, 77, 83, 86, 90, 92, 137, 144, 158, 170, 179, 181, 182, 184, 185, 189, 202, 203, 208, 209  
Parr Partnership: 125  
Pause, Michael: 15, 16, 17  
Pearce, Peter: 218  
Pei, I.M.: 158, 182

- Perret, Auguste: 144  
 Petzinka, Pink & Partner:  
   142  
 Philharmonie: 141, 142  
 Philip Exeter: 194, 212  
 Piano & Rogers: 83, 137,  
   184  
 Piano, Renzo: 61  
 Piranesi, Giambattista: 142  
 Poissy: 188  
 Polshek Partnership  
   Architects: 54  
 Pompidou: 82, 83, 137,  
   170, 184  
 Poole, Derek: 92  
 Pope-Leighey: 206  
 Pople, Nicolas: 136  
 Porta: 98  
 Portland: 139, 239  
 Portsmouth: 139, 222, 223,  
   239  
 Portzamparc, Christian de:  
   92  
 Princesa de Gales: 49  
  
 RAC: 74, 75, 99  
 Racine: 176  
 Rangiatea: 230  
 Raush, Ladner, Clerici: 56  
 Reichstag: 46, 66  
 Rellingen: 53, 160  
 Renacimiento: 19  
 Reno, Judith: 174  
 República Checa: 103  
 Rice, Peter: 85, 203  
 Richter, Helmut: 204  
 Ritchie (Ian Ritchie  
   Architects): 202  
 Rogers (Richard Rogers  
   Partnership): 73, 86, 114,  
   150, 186  
 Roma: 40, 60, 61, 81, 224  
 Rossi, Aldo: 48  
 Rotterdam: 32, 148, 149,  
   161, 231  
 Rush, Richard D.: 188  
 Russell, James: 30  
  
 Saarinen (Eero) &  
   Associates: 44, 77  
 Saboya: 188  
 Sáenz de Oiza Arquitectos:  
   89, 112  
 Safdie (Moshe Safdie &  
   Associates): 37, 81, 213  
  
 Sainsbury: 107, 207  
 Saint, Andrew: 145  
 Saint-Germain-en-Laye:  
   208, 209  
 Sainte-Geneviève: 189  
 Samyn & Associés: 211  
 San Benedicto: 129, 130,  
   158, 214  
 San Cataldo: 48, 117  
 San Francisco: 72, 73, 124,  
   196  
 San Giorgio Maggiore: 93  
 San Massimiliano Kolbe:  
   134, 135, 239  
 San Sebastián: 72  
 Sankt Gallen: 55, 56  
 Sant Jordi: 198  
 Santa Coloma de Cervelló:  
   132  
 Sántispark: 55, 56  
 Satolas: 165, 200, 201, 224  
 Scarpa, Carlo: 120  
 Scharoun, Hans: 142  
 Schlaich, Jörg: 190  
 Schlumberger: 189  
 Schodek, Daniel: 101, 102  
 Schultes (Axel Schultes  
   Architekten): 30  
 Schultz, H.P.: 109  
 Sears Roebuck: 47  
 Seibersdorf: 121  
 Sendai: 196  
 Serpentine: 57  
 Shemitz, Sylvan R.: 206  
 Sheringham: 98  
 Silcher, Werner & Partners:  
   42, 195  
 Siza, Álvaro: 43, 199  
 Skidmore, Owings &  
   Merrill: 59, 60, 85, 112,  
   196, 226  
 Slessor, Catherine: 92  
 Slough: 186  
 SNCF: 60  
 Snyder, James: 39  
 Sondica: 135  
 Soufflot, Jacques-Germain:  
   169  
 Southampton: 164  
 Splash: 98  
 Staatgalerie: 124, 125, 175  
 Stadelhofen: 165, 171, 183,  
   201, 223  
 Stadttor: 142  
 Stanley Saitowitz Office /  
   Natoma Architects: 73  
 Stansted: 87, 221, 222  
 Stealth: 65, 66  
 Steigerwald, Bernd: 88  
 Stella, Frank: 62  
 Stellingen: 42, 195, 197  
 Stirling (James Stirling &  
   Michael Wilford): 125,  
   175  
 Stratford: 172  
 StudioWorks Architects:  
   225  
 Stuttgart: 60, 124, 125,  
   175, 219, 226, 227  
 Such, Robert: 180  
 Suckle, Abby: 37, 38, 137  
 Suhr: 159  
 Suiza: 55, 56, 57, 58, 98,  
   109, 129, 130, 140, 159,  
   223, 227  
 Sumvtg: 129, 130, 214  
 Sussex: 181  
  
 Tanner Leddy Mantum  
   Stacy: 124  
 Taylor, Neil: 92  
 Termini: 60, 61  
 Terragni, Giuseppe: 51  
 TGV: 60, 61  
 Thatcher, Carroll: 103  
 The Beehive: 176  
 The Dome: 91, 92, 196  
 The Lobb Partnership  
   (ahora Hok Sports): 89  
 Thiel-Siling, Sabine: 10, 48  
 Thorncrown: 135  
 Tobias Grau: 53, 160  
 Tokio: 215  
 Toskana: 105, 106  
 Treviso: 165  
 Tschumi, Bernard: 179,  
   180  
 Tugendhat: 103  
 Tumatatoa, P.: 230  
 Tyng, Alexandra: 194  
  
 Ungers, O.M.: 111  
 United Airlines: 162, 163,  
   184, 206  
 Unwin, Simon: 103  
  
 Valencia: 210, 211, 219  
 Vals: 109  
 Vancouver: 36, 37, 38, 81,  
   82, 213  
  
 Varese: 134, 135, 239  
 Velasca: 75  
 Venecia: 93  
 Verbier: 57, 58  
 Verona: 120  
 Vicens y Ramos: 50  
 Viena: 180, 203, 204  
 Viollet-le-Duc, Eugène-  
   Emmanuel: 38  
 Virginia: 206  
 Vitellozzi, A.: 40  
 Völkermarkt: 235  
 Von Gerkan, Marg &  
   Partners: 60, 119, 190  
 Von Meiss, Pierre: 136,  
   137, 193  
 Von Spreckelsen, Johan  
   Otto: 48  
  
 Waidhausenstrasse: 203,  
   204  
 Wakehurst Place: 181  
 Wang, Wilfried: 194  
 Washington: 43, 44, 76, 77  
 Welsh, John: 62  
 West Midlands: 208  
 Westminster: 132, 133,  
   146, 147, 164  
 Wilkhahn: 88, 195  
 Wilkinson Eyre: 172  
 Williams, Stanton: 181  
 Williams, Stephanie: 70, 123  
 Wilson, Gordon: 49  
 Wisconsin: 176  
 Witte, Ron: 196  
 Wohlen: 129, 139, 140,  
   210, 211, 223, 227  
 Wright, Frank Lloyd: 176,  
   206  
  
 Yarra: 80  
 Yerba Buena Lofts: 72, 73  
  
 Zannos, Alexander: 170,  
   171  
 Zardini, Marco: 215  
 Zehrfuss, Bernard: 146  
 Zerbst, Rainer: 132  
 Zimmer Gunsul Frasca  
   Partnership: 131  
 Zufferey, André: 58  
 Zumthor, Peter: 109, 115,  
   130  
 Zürich: 165, 171, 183,  
   201, 223

Colección **Estudios Universitarios de Arquitectura**

*Director*

**Jorge Sainz**

Profesor Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

*Asesores*

**José Ramón Alonso Pereira**

Catedrático del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de La Coruña · UDC

**Miguel Ángel Aníbarro**

Profesor Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**César Bedoya**

Catedrático del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Manuel Blanco**

Catedrático del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Juan Bordes**

Académico Numerario de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando  
Profesor Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Juan Calatrava**

Catedrático de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Granada · UGR

**Jaime Cervera**

Catedrático del Departamento de Estructuras de Edificación  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Juan Antonio Cortés**

Catedrático del Dpto. de Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid · UVA

**Ana Esteban Maluenda**

Profesora Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**José Fariña Tojo**

Catedrático del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Luis Fernández-Galiano**

Académico Numerario de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando  
Catedrático del Departamento de Proyectos Arquitectónicos  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM  
Director de las revistas *AV Monografías*, *Arquitectura Viva* y *av proyectos*

**Justo Fernández-Trapa de Isasi**

Catedrático del Departamento de Proyectos Arquitectónicos  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Rafael García García**

Profesor Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

*Asesores (continuación)*

**Ramón Gutiérrez**

Académico Correspondiente en Argentina de la Real Academia de San Fernando  
Centro de Documentación de Arquitectura Latinoamericana (CEDODAL)

**Emilia Hernández Pezzi**

Profesora Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**José María de Lapuerta**

Catedrático del Departamento de Proyectos Arquitectónicos  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Josep Maria Montaner**

Catedrático del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona · UPC

**Javier Ortega**

Catedrático del Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Roberto Osuna**

Profesor Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Julio Pozueta**

Profesor Titular del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**David Rivera**

Profesor del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Francisco Rodríguez de Partearroyo**

Experto en infografía arquitectónica  
Profesor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (1974-1989)

**Gabriel Ruiz Cabrero**

Catedrático del Departamento de Proyectos Arquitectónicos  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**María Teresa Valcarce**

Profesora Titular del Departamento de Composición Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid · UPM

**Macarena de la Vega**

Máster en Análisis, Teoría e Historia de la Arquitectura · UPM  
Centre for Creative and Cultural Research · Universidad de Canberra, Australia

*A esta lista hay que añadir los autores de los libros de la colección,  
que se convierten automáticamente en asesores.*

1



*James Strike*

**De la construcción a los proyectos**  
La influencia de las nuevas técnicas  
en el diseño arquitectónico, 1700-2000

ISBN: 978-84-291-2101-8  
229 páginas · 156 ilustraciones

Reimpresión 2016

Disponible en formato electrónico (e-book)  
ISBN: 978-84-291-9232-2

2



*Federico García Erviti*

**Compendio de arquitectura legal**  
Derecho profesional y valoraciones inmobiliarias

Edición 2016, actualizada  
ISBN: 978-84-291-2097-4  
356 páginas · 28 ilustraciones

Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9275-9

3



*Francesco Fariello*

**La arquitectura de los jardines**  
De la Antigüedad al siglo XX

Edición corregida  
ISBN: 978-84-291-2103-2  
398 páginas · 589 ilustraciones

Reimpresión 2008

4



*Alfonso Muñoz Cosme*

**Iniciación a la arquitectura**  
La carrera y el ejercicio de la profesión

Edición 2017, actualizada y aumentada  
ISBN: 978-84-291-2205-3  
216 páginas · 71 ilustraciones

Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9276-6

5



*Steen Eiler Rasmussen*  
**La experiencia de la arquitectura**  
Sobre la percepción de nuestro entorno

Edición íntegra  
ISBN: 978-84-291-2105-6  
222 páginas · 193 ilustraciones (8 en color)  
Reimpresión 2018

6



*Jorge Sainz*  
**El dibujo de arquitectura**  
Teoría e historia de un lenguaje gráfico

Edición corregida y aumentada  
ISBN: 978-84-291-2106-3  
253 páginas · 177 ilustraciones (12 en color)  
Reimpresión 2009  
Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9229-2

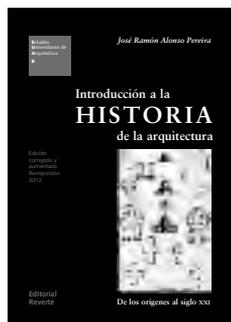
7



*Christian Norberg-Schulz*  
**Los principios de la arquitectura moderna**  
Sobre la nueva tradición del siglo XX

ISBN: 978-84-291-2107-0  
284 páginas · 239 ilustraciones  
Reimpresión 2009

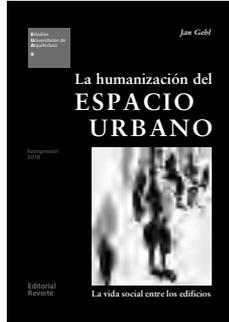
8



*José Ramón Alonso Pereira*  
**Introducción a la historia de la arquitectura**  
De los orígenes al siglo XXI

Edición corregida y aumentada  
ISBN: 978-84-291-2108-7  
378 páginas · 520 ilustraciones  
Reimpresión 2012  
Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9230-8

9



*Jan Gehl*

**La humanización del espacio urbano**

La vida social entre los edificios

ISBN: 978-84-291-2109-4

217 páginas · 289 ilustraciones

Reimpresión 2018

10



*José Miguel Fernández Güell*

**Planificación estratégica de ciudades**

Nuevos instrumentos y procesos

Nueva edición, revisada y aumentada

ISBN 13: 978-84-291-2110-0

299 páginas · 135 ilustraciones

Reimpresión 2018

Edición electrónica

ISBN: 978-84-291-9227-8

11



*Andrew Charleson*

**La estructura como arquitectura**

Formas, detalles y simbolismo

ISBN 13: 978-84-291-2111-7

259 páginas · 334 ilustraciones

Reimpresión 2018

12



*Nuria Martín Chivelet · Ignacio Fernández Solla*

**La envolvente fotovoltaica en la arquitectura**

Criterios de diseño y aplicaciones

ISBN: 978-84-291-2112-4

187 páginas · 205 ilustraciones (55 en color)

Edición electrónica

ISBN: 978-84-291-9228-5

13



*Inmaculada Esteban · Fernando Valderrama*  
**Curso de AutoCAD para arquitectos**  
Planos, presentaciones y trabajo en equipo

ISBN: 978-84-291-2113-1  
338 páginas · 406 ilustraciones

Reimpresión 2009

Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9271-1

14



*Darío Álvarez*  
**El jardín en la arquitectura del siglo XX**  
Naturaleza artificial en la cultura moderna

ISBN: 978-84-291-2114-8  
497 páginas · 657 ilustraciones (44 en color)

Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9231-5

15



*A. Borie · P. Micheloni · P. Pinon*  
**Forma y deformación**  
De los objetos arquitectónicos y urbanos

ISBN: 978-84-291-2115-5  
210 páginas · 301 ilustraciones

16



*Alfonso Muñoz Cosme*  
**El proyecto de arquitectura**  
Concepto, proceso y representación

2ª edición, revisada y renovada  
ISBN: 978-84-291-2216-9  
273 páginas · 119 ilustraciones

Reimpresión 2018

17



*Sigfried Giedion*

**Espacio, tiempo y arquitectura**

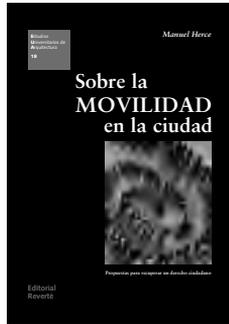
Origen y desarrollo de una nueva tradición

Edición definitiva

ISBN: 978-84-291-2117-9

864 páginas · 538 ilustraciones

18



*Manuel Herce*

**Sobre la movilidad en la ciudad**

Propuestas para recuperar un derecho ciudadano

ISBN: 978-84-291-2118-6

328 páginas · 317 ilustraciones

Edición electrónica

ISBN: 978-84-291-9273-5

19



*Gillian Darley*

**La fábrica como arquitectura**

Facetas de la construcción industrial

ISBN: 978-84-291-2119-3

272 páginas · 227 ilustraciones (26 en color)

20



*María Fullaondo · Fernando Valderrama*

**Curso de 3ds Max para arquitectos**

Modelado, materiales e iluminación

ISBN: 978-84-291-2120-9

402 páginas · 1.162 ilustraciones (246 en color)

Edición electrónica

ISBN: 978-84-291-9274-2

21



*Peter Blundell Jones*  
**Modelos de la arquitectura moderna**  
Monografías de edificios ejemplares

Volumen I: 1920-1940  
ISBN: 978-84-291-2121-6  
332 páginas · 522 ilustraciones (17 en color)

22



*Peter Blundell Jones · Eamonn Canniffe*  
**Modelos de la arquitectura moderna**  
Monografías de edificios ejemplares

Volumen II: 1945-1990  
ISBN: 978-84-291-2122-3  
461 páginas · 592 ilustraciones (22 en color)

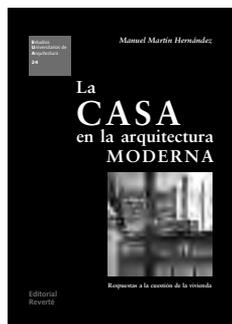
23



*Colin Rowe · Leon Satkowski*  
**La arquitectura del siglo XVI en Italia**  
Artistas, mecenas y ciudades

ISBN: 978-84-291-2123-0  
361 páginas · 216 ilustraciones

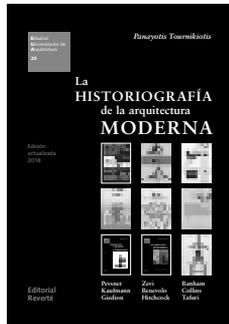
24



*Manuel Martín Hernández*  
**La casa en la arquitectura moderna**  
Respuestas a la cuestión de la vivienda

ISBN: 978-84-291-2124-7  
400 páginas · 597 ilustraciones

25



*Panayotis Tournikiotis*

**La historiografía de la arquitectura moderna**

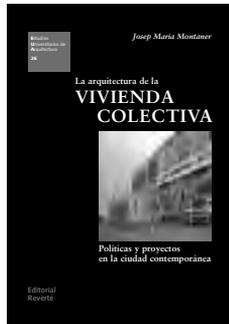
Pevsner, Kaufmann, Giedion, Zevi, Benevolo, Hitchcock, Banham, Collins, Tafuri

Edición actualizada 2018

ISBN: 978-84-291-2125-4

298 páginas · 83 ilustraciones

26



*Josep Maria Montaner*

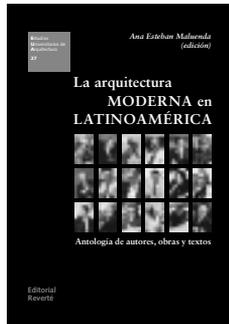
**La arquitectura de la vivienda colectiva**

Políticas y proyectos en la ciudad contemporánea

ISBN: 978-84-291-2126-1

305 páginas · 480 ilustraciones

27



*Ana Esteban Maluenda (edición)*

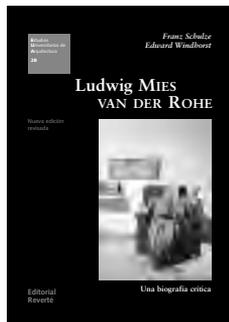
**La arquitectura moderna en Latinoamérica**

Antología de autores, obras y textos

ISBN: 978-84-291-2127-8

368 páginas · 143 ilustraciones

28



*Franz Schulze & Edward Windhorst*

**Ludwig Mies van der Rohe**

Una biografía crítica

Nueva edición revisada

ISBN: 978-84-291-2128-5

524 páginas · 173 ilustraciones

29



*David Rivera*

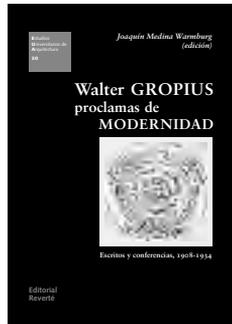
**La otra arquitectura moderna**

Expresionistas, metafísicos y clasicistas,  
1910-1950

ISBN: 978-84-291-2129-2

367 páginas · 413 ilustraciones

30



*Joaquín Medina Warmburg*

**Walter Gropius, proclamas de modernidad**

Escritos y conferencias, 1908-1934

ISBN: 978-84-291-2130-8

414 páginas · 360 ilustraciones

31



*Felipe Correa*

**Asentamientos extractivos en América del Sur**

Un urbanismo más allá de la ciudad

ISBN: 978-84-291-2131-5

196 páginas · 213 ilustraciones

En preparación:

Manuel Martín Hernández · Vicente Díaz García (edición)  
**Visiones del hábitat en América Latina**

Alan Powers

**La arquitectura moderna en Gran Bretaña**

Este libro, compuesto con tipos  
Sabon (de Jan Tschichold, 1964) y  
Syntax (de Hans Eduard Meier, 1969),  
se imprimió en Pamplona,  
el mes de junio del año 2018,  
en los talleres de Rodona.

## La estructura como arquitectura

Este libro estudia las posibilidades que tiene la estructura –es decir, vigas, pilares, entramados, soportes y otros elementos– para enriquecer la arquitectura. Lo que se busca aquí es que los arquitectos perciban la estructura como un elemento integral de la arquitectura antes que como una simple técnica aplicada. También se pretende incitarlos a que diseñen estructuras ellos mismos, en colaboración desde luego con los calculistas de estructuras, para así poder hacer realidad sus ideas arquitectónicas.

Asimismo, se intenta cambiar esa visión –habitual al menos entre los estudiantes de arquitectura– de que la estructura es un componente puramente técnico o, en el peor de los casos, un mal necesario. Para ello se ilustran ejemplos de la estructura como elemento arquitectónico indispensable, un elemento que se involucra y se integra por completo en la creación arquitectónica, desempeñando importantes papeles que afectan a los sentidos, el corazón y la mente de los usuarios de los edificios. Como proyectistas, debemos preguntarnos cómo puede añadir la estructura valores estéticos y funcionales a nuestros proyectos, y contribuir así a enriquecerlos.

En primera instancia, este libro está escrito para estudiantes de arquitectura y arquitectos en ejercicio, pero se pretende también suscitar un interés algo más que pasajero entre los estudiantes de ingeniería y los ingenieros de estructuras que deseen ampliar su experiencia sobre el potencial arquitectónico de este aspecto de su disciplina. Ilustrado con ejemplos de más de 170 edificios, este estudio pretende servir como manual de referencia y como inspiración para hacer proyectos, pero también como un instrumento que ayude a los arquitectos a reflexionar sobre su propio trabajo; además, se aporta un amplio repertorio de ejemplos muy diversos en los que la estructura realza ideas, conceptos y cualidades específicamente arquitectónicas.



ANDREW CHARLESON (*Wanganui, Nueva Zelanda, 1946*) es ingeniero civil (1970) por la Universidad de Canterbury, en Christchurch (Nueva Zelanda); durante veinte años trabajó como ingeniero de estructuras, antes de incorporarse a la Escuela de Arquitectura de la Universidad Victoria, en Wellington, en la que actualmente es profesor asociado de Estructuras; es coautor de *Moments of Resistance* (Sídney, 2002) que analiza la vertiente arquitectónica de la resistencia a los sismos; actualmente está preparando un libro sobre diseño antisísmico para arquitectos y continúa sus estudios sobre el comportamiento frente a los terremotos de las casas de adobe de los países en desarrollo.

*Ilustración de cubierta:*  
Santiago Calatrava, estación del tren de alta velocidad en el aeropuerto de Satolas (Lyon), 1994.



**Editorial Reverté**

[www.reverte.com](http://www.reverte.com)

