Estudios
Universitarios de
Arquitectura
11

Andrew Charleson

La ESTRUCTURA como arquitectura

Reimpresión
2018

Formas, detalles y simbolismo

Editorial
Reverté

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

Formas, detalles y simbolismo

Reimpresión
2018

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,
Kidlinton, 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).

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 · Internet: 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.

Capítulo I

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.[1]

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.

Capítulo II

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.

Capítulo III

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.[1] 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.

Capítulo IV

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.

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

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

Capítulo V

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'.[1] 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.

Capítulo VI

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.[1] 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?»[2]

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.

Capítulo VII

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.[1]

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.

Capítulo VIII

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»;[1] 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.»[2] 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.

Capítulo IX

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.[1]

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.

Capítulo X

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, nº 12, diciembre 1999, páginas 199-208.

Albergue Westminster, Hooke Park, Dorset (Inglaterra), **132-133, 164.**
Mario Pisani, "Westminster Lodge a Hooke Park, Dorset, Gran Bretagna", *Domus,* nº 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, nº 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, nº 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, nº 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, nº 1247, enero 2001, páginas 34-39.

Biblioteca de la Escuela Armenia, Los Ángeles (California), **225.**
Ann Jarmusch, "Mental gymnastics", *Architecture,* volumen 92, nº 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,* nº 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, nº 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, nº 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
Architype: 187
Australia: 234
Austria: 114, 115, 121, 168, 235

Bad Münder: 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
Kunsthal: 32, 148, 149, 161, 162, 231
Kunsthaus: 114, 115
Kursaal: 72

La Défense: 47, 48, 158
La Tourette: 122
La Villette: 92
Lab Architectural Studio: 234
Labrouste, 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
Murau: 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
Petzinca, 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 Oíza 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
Säntispark: 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
Seibersdof: 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
Staatsgalerie: 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
Zúrich: 165, 171, 183, 201, 223

Colección **E**studios **U**niversitarios de **A**rquitectura

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.

Colección **E**studios **U**niversitarios de **A**rquitectura

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

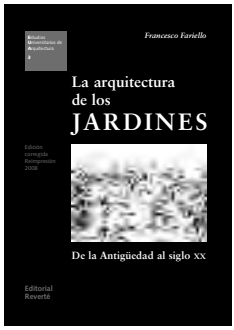
2

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

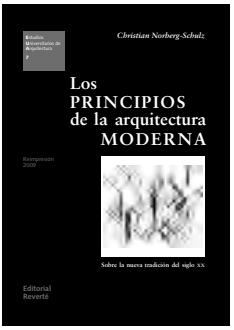
Jorge Sainz
El dibujo de arquitectura
Teoría e historia de un lenguaje gráfico

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

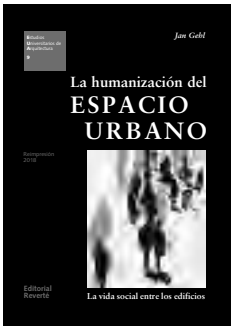
Edición corregida y aumentada
ISBN: 978-84-291-2108-7
378 páginas · 520 ilustraciones

Reimpresión 2012

Edición electrónica
ISBN: 978-84-291-9230-8

Colección **E**studios **U**niversitarios de **A**rquitectura

9

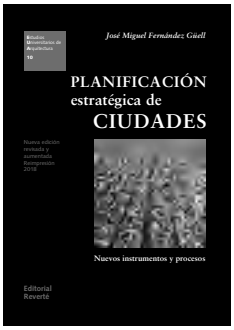


Jan Gehl
La humanización del espacio urbano
La vida social entre los edificios

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

Reimpresion 2018

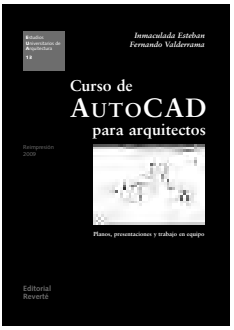
12

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

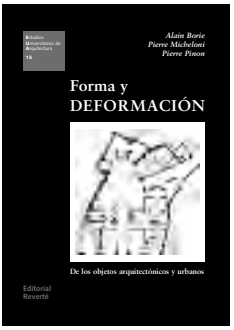
14

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

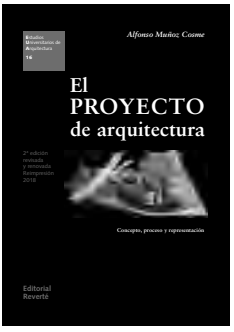
15



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

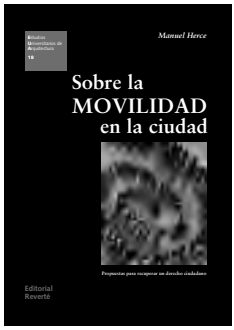
Colección **E**studios **U**niversitarios de **A**rquitectura

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)

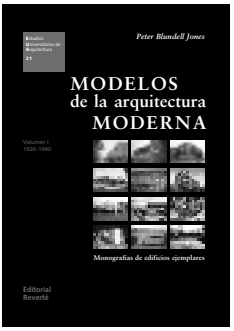
20

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

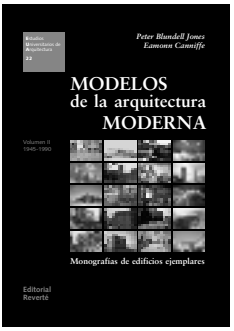
21



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

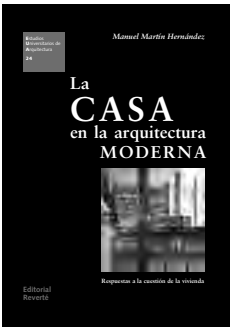
Volumen II: 1945-1990
ISBN: 978-84-291-2122-3
461 páginas · 592 ilustraciones (22 en color)

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

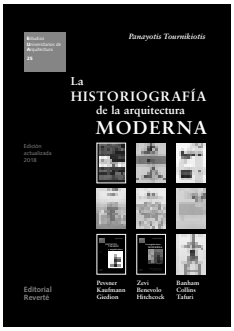


Manuel Martín Hernández
La casa en la arquitectura moderna
Respuestas a la cuestión de la vivienda

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

Colección **E**studios **U**niversitarios de **A**rquitectura

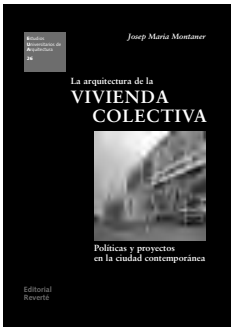
25



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

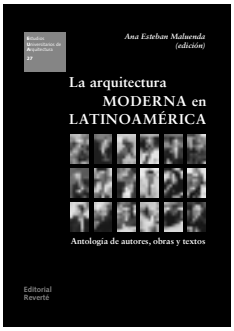
26



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

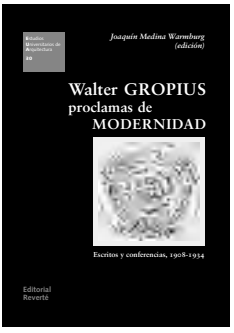
Nueva edición revisada
ISBN: 978-84-291-2128-5
524 páginas · 173 ilustraciones

29

David Rivera
La otra arquitectura moderna
Expresionistas, metafísicos y clasicistas, 1910-1950

ISBN: 978-84-291-2129-2
367 páginas · 413 ilustraciones

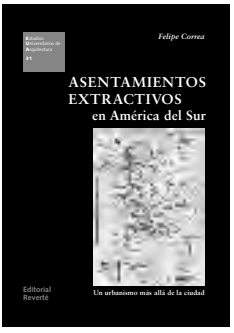
30



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 (Lyón), 1994.

Editorial Reverté
www.reverte.com

ISBN 10: 84-291-2111-0
ISBN 13: 978-84-291-2111-7