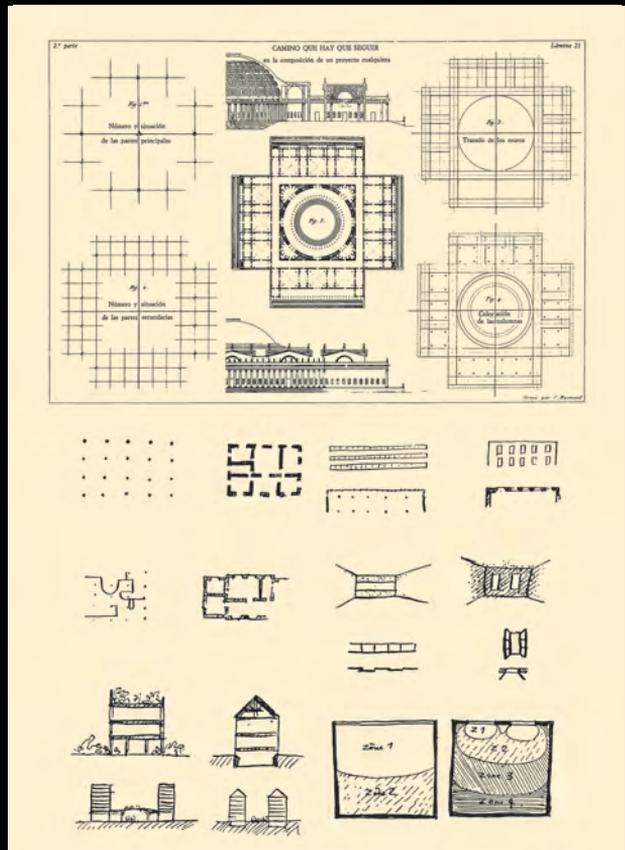


# La arquitectura como CIENCIA



Principios de proyecto y tipos de edificio

**M**anuales  
**U**niversitarios de  
**E**dificación

**5**

## **La arquitectura como CIENCIA**

Colección dirigida  
por Jorge Sainz

# La arquitectura como CIENCIA

Principios de proyecto y tipos de edificio

*Prólogo*

Salvador Pérez Arroyo

*Edición*

Jorge Sainz



**Editorial  
Reverté**

Barcelona · Bogotá · Buenos Aires · Caracas · México

# Índice

© Ramón Araujo Armero, 2019  
ra@estudioaraujo.es

Esta edición:  
© Editorial Reverté, Barcelona, 2019

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  
Teléfono: (+34) 93 419 3336  
Correo E: reverté@reverte.com · Internet: www.reverte.com

Impreso en España · *Printed in Spain*  
ISBN 978-84-291-3105-5  
Depósito Legal: B 15733-2019  
Impresión: Rodona Industria Gráfica, Pamplona  
# 1484

## Registro bibliográfico

Nº depósito legal: B 15733-2019

ISBN: 978-84-291-3105-5

Autor personal: Araujo Armero, Ramón (1957-)

Título: La arquitectura como ciencia : principios de proyecto y tipos de edificios / Ramón Araujo ; prólogo, Salvador Pérez Arroyo ; edición, Jorge Sainz

Publicación: Barcelona : Reverté, 2019

Descripción física: 303 p. : il., plan. ; 24 cm

Serie: (Manuales Universitarios de Edificación ; 5)

Encabezamiento materia: Arquitectura - Edificación

<i>Prólogo</i>	
La nueva Ilustración	7
Introducción	11
PARTE I	
PRINCIPIOS DE PROYECTO	
I La ciencia de proyectar	17
II El plan de espacios	27
III El plan de construcción	43
IV Sistemas de estructuras	59
v El acondicionamiento ambiental	71
VI La envolvente	83
VII El plan geométrico	93
VIII La plástica	109
IX La ciudad	119
PARTE II	
TIPOS DE EDIFICIO	
x Viviendas	141
XI Escuelas	169
XII Oficinas	183
XIII Hospitales	197
XIV Salas de espectáculos	217
xv Polideportivos	241
xvi Terminales de aeropuertos	257
<i>Conclusión</i>	
La arquitectura como arte	273
Procedencia de las ilustraciones	281
Índice alfabético	297

A Cri.

# La nueva Ilustración

Salvador  
Pérez  
Arroyo

He trabajado con Ramón Araujo muchos años codo con codo y conozco su gran vocación pedagógica. Por ello, este libro es, sobre todo, un discurso elaborado con una voluntad de comunicación en-comiable.

Leyéndolo he creído revivir mi experiencia cuando estudiaba los grandes tratados franceses de los siglos XVIII y XIX: el de Jean-Baptiste Rondelet o el de Jean-Nicolas-Louis Durand. Esos autores estaban impregnados del optimismo pedagógico de la Ilustración, cuando urgía enseñar y difundir la ciencia, que debía ser el lenguaje común de los hombres; estaban muy interesados en los estudios tipológicos, en la clasificación de lo construido al modo de la obsesión de los naturalistas, preocupados por introducir un orden en el caos aparente.

Creo que Ramón Araujo tiene esa urgencia pedagógica, esa voluntad de hablar adoctrinando, con un lenguaje pacífico, pero que oculta una gran energía. Igualmente, quiere clasificar, y en las páginas dedicadas a la tipología de edificios consigue ofrecer un texto de gran valor 'entomológico'. Pero, sobre todo, busca ese hilo conductor que le permita asociar todas las posibilidades bajo un mismo paraguas interpretativo. Es en esta actitud optimista en la que Ramón Araujo aparece como un nuevo 'ilustrado', dispuesto a conducir la riqueza de nuestras construcciones a un mundo ordenado con el mismo lenguaje, aunque siempre libre.

Si tuviésemos que asociar al autor de este libro con alguno de esos naturalistas, sin duda sería con Jean-Baptiste Lamarck –hoy de nuevo estudiado– y su teoría del papel de la herencia genética en la evolución y el perfeccionamiento de las especies. La visión de la industria que nos ofrece Ramón Araujo –como acumulación de conocimiento en el proceso de producción, con fallos y aciertos– es clave para entender toda su filosofía. Fue Luigi Luca Cavalli-Sforza, el famoso genetista italiano, quien insistió, después de Pierre Teilhard de Chardin, en la validez de la teoría de Lamarck para explicar la herencia cultural al modo de la herencia biológica en la que éste creía.

Lógicamente, la referencia a D'Arcy Wentworth Thompson es también obligada en su interpretación 'biológica' y *darwiniana* de la optimización de la construcción y la arquitectura.

Éste es un libro que sólo se puede escribir en la madurez, después de estudiar y buscar respuestas a los problemas de la arquitec-

*Salvador Pérez Arroyo ha sido, hasta su jubilación, catedrático del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.*

tura. Como toda persona sabia, Ramón Araujo escribe con gran claridad, simplificando los problemas para reducirlos a lo esencial de la pregunta y la respuesta. Este texto podría –o debería– ser de obligada lectura al empezar los estudios de arquitectura, y de obligada lectura después de terminarlos. Un buen libro es así: podemos estudiarlo cuando no tenemos experiencia y podemos comentarlo después, cuando la práctica nos ha traído fracasos y éxitos imperfectos.

Ramón Araujo lee la arquitectura con una visión larga, sin creer demasiado en los éxitos presentes; está convencido de que –al igual que hacemos hoy, muchos siglos después, cuando interpretamos la evolución del Gótico– en el futuro se estudiarán los edificios como miembros de familias tecnológicas, con relación a su concepción científica, a su base material y estructural. En esos grupos entrarán edificios que hoy parecen ser distintos, pero que en realidad comparten un mismo ADN.

El autor es un gran conocedor del Movimiento Moderno y sabe sintetizarlo en este texto con una gran maestría. Sólo por esas referencias y el modo de explicar su inclusión en la arquitectura actual, el libro es excepcional.

La interpretación de la ciudad desde el Movimiento Moderno y la elección de la ciudad tradicional como modelo a imitar, utilizando la tecnología más innovadora y el lenguaje moderno, plantea muchas preguntas. Habría que hablar de paisaje urbano, de las dimensiones del entorno; del paisaje ligado a la velocidad de desplazamiento o del sistema de comunicaciones; del paisaje descrito por Paul Virilio y su concepto del ‘eclipse de la distancia’; del teletrabajo o de las pequeñas unidades urbanas extendidas como una red en el paisaje. En el libro se plantea un sistema de densidad y de altura máxima de los edificios que, sin embargo, se corresponde más con la vieja Europa que con los países en desarrollo. Después de vivir muchos años en Asia, creo, como el autor, en la necesidad de estudiar el problema de la densidad, pero con criterios más amplios; y veo difícil formular con tal seguridad las alturas ideales. El concepto de densidad es también subjetivo, cultural; así, en Asia se acepta naturalmente la alta densidad de población, con una diferente proxiémica, si seguimos el término del viejo libro del antropólogo Edward T. Hall, *La dimensión oculta*.

En el texto se ponen de manifiesto los aciertos y las contradicciones del Movimiento Moderno en la ciudad, pero creo que, asumido su mensaje higienista y preindustrial, hoy nuestras armas son mucho más potentes y, dados los crecientes problemas ambientales, el planeta exige una respuesta muy flexible en la concepción de la ciudad. Parece difícil hoy proponer normas rígidas.

He echado de menos una referencia más amplia sobre la intercambiabilidad de elementos complejos, componentes que podrían reciclarse. La construcción ‘seca’ que defiende el autor es la clave para la industrialización de la construcción y para la creación de in-

dustrias que produzcan objetos de gran valor añadido. Sobre esto hemos discutido mucho en nuestras clases de la Escuela de Arquitectura de Madrid. Ramón Araujo es consciente de que al industrializar, intercambiar y transportar nos orientaremos hacia construcciones más ligeras, con menor inercia; pero esto abre al mismo tiempo el camino hacia el mestizaje de lo ligero y lo pesado. En realidad, los muros pueden ser cajas ligeras rellenas *in situ* de microesferas reciclables de alta densidad.

Como es natural, el autor entiende desde esa visión tecnológica que la clave de la construcción también está en la coordinación dimensional –y ésta va asociada a la modulación, base para la intercambiabilidad– y también en las juntas, a las que hay que dedicar tiempo en diseño y concepción. En los años que compartimos docencia en la universidad, hablábamos de dictar los proyectos por teléfono. A este respecto, Ramón Araujo cita a Le Corbusier, pero también le aplicábamos esta idea a Ludwig Mies van der Rohe, con sus perfiles metálicos combinados. El autor es consciente de que las construcciones futuras serán más ligeras y estarán libremente articuladas: la ligereza y la flexibilidad casi ‘orgánica’ pueden producir problemas de compatibilidad, material y estructural. El periodo de transición de los antiguos a los nuevos sistemas tecnológicos está sembrado de grandes fallos de compatibilidad: estructuras flexibles empotradas entre materiales rígidos y frágiles, o materiales de gran movilidad asociados a materiales muy estables. Yo creo –y probablemente Ramón también– que entramos en un periodo en el que la movilidad o el mayor rango de deformación de las construcciones es fundamental para conseguir ahorro en la construcción y permitir la intercambiabilidad o el reciclaje de componentes constructivos.

Sería interesante recordar la posibilidad futura de soldaduras químicas o por presión que permitan construir *in situ* grandes piezas dotadas de gran flexibilidad, como árboles implantados en el terreno.

La aparición y el empleo de nuevos materiales siempre ha planteado problemas que los enemigos de la evolución han celebrado. Un ejemplo paradigmático es el vidrio, un material con una larga historia desde su utilización en el Crystal Palace de Londres (1851) hasta nuestros días. Ramón Araujo nos da muchos consejos, que reflejan las contradicciones de su utilización masiva. Estoy también de acuerdo, pero hay que pensar que el vidrio es hoy la antesala de un material muy complejo, inteligente y transformable, que acabará perdiendo hasta su nombre, en el mismo ciclo de vida del edificio, y proporcionará múltiples prestaciones. La nano- y la microtecnología han abierto el camino a materiales *vivos*, que responden como un organismo a los cambios del ambiente y a su función en un momento determinado. El vidrio puede ser un soporte neutro de capas inteligentes, transformables e interactivas.

La cuestión de la eficiencia energética, la respuesta del edificio a los problemas de temperatura exterior y el confort interior son para el autor cuestiones fundamentales del proyecto, a las que responde con una gran dosis de sentido común e integrando las innovaciones tecnológicas con la tradición histórica del manejo de la energía, las masas o la ventilación. La acumulación en materiales pesados o la respiración de los elementos constructivos están muy bien tratados. Quizás en el futuro deberíamos plantearnos –como defendía Fernando Ramón hace tiempo– una cultura del vestido y de nuestra integración con el medio más inteligente. Al final, siempre se plantea un problema de compatibilidad biológica entre el organismo humano y el escudo protector de la arquitectura, cada vez más *biologizada*.

Por último –y aunque ya he hecho referencia a ello al principio–, los capítulos dedicados a la tipología son admirables, porque es difícil intentar, en tan reducido espacio, dar consejos generales a tipos tan especializados; pero sorprende la síntesis y la capacidad de expresar lo fundamental y convertir este pequeño texto en un nuevo Durand de bolsillo.

Hanói y Saigón (Vietnam), febrero de 2019.

# Introducción

Este libro nace como reacción a un rechazo personal hacia la arquitectura y la ciudad contemporáneas: creo que ningún período histórico y ninguna cultura precedente construyeron nunca un entorno físico tan irracional, ineficaz y degenerado. Ha sido un proceso desarrollado de modo continuo desde comienzos del siglo xx, que ha creado unas insufribles periferias urbanas que hoy se ven superadas por nuevas ciudades en incesante crecimiento. Estamos en las antípodas de ese 'espacio rico en actividades creadoras' de la ciudad aristotélica.

Las ciudades del pasado nos transmiten que otros seres humanos fueron capaces de edificar un mundo admirable (eficaz, inteligente y hermoso) y que rodearon su vida de belleza, de cosas bien hechas.

No me creo culpable de tener una visión idealizada del pasado: es indudable que en el siglo xx se produjo una profunda fractura en la arquitectura de la ciudad, hasta tal punto que sólo los vestigios de la ciudad histórica hacen aún tolerables las ciudades actuales.

¿A que se debió –y se debe– un cambio tan brutal?

Está claro que el cambio se inició con la revolución tecnológica y sus consecuencias de todo tipo, principalmente en la escala del proceso urbanizador, pero también en la formación de una cultura eminentemente tecnológica que se fue distanciando progresivamente de las preocupaciones humanistas. Pero a pesar de esto, el si-

0.1. *Vista aérea de una ciudad moderna.*



glo XIX fue capaz de guiar la arquitectura y conservar su vitalidad, y si quizá su capacidad para la belleza no estuvo a la altura de otras culturas precedentes, sí estuvo aún guiado por la razón y la eficacia, por lo que la ciudad decimonónica es quizá la última creación arquitectónica de alcance global.

La arquitectura moderna compartió plenamente estos objetivos en sus inicios. Fue una lucha por la propia arquitectura, que habría de renacer de las nuevas posibilidades técnicas. La arquitectura moderna está llena de logros: hubo grandes experimentos plásticos, organizativos y técnicos. Comenzaron a buscarse alternativas para tipos de edificios trascendentales (del hospital a la vivienda), y se desarrollaron las nuevas construcciones en altura y los grandes recintos colectivos realizados en vidrio, acero y hormigón. Y se propusieron nuevas ideas, muchas de ellas visionarias, para unas metrópolis entonces en pleno crecimiento. Fueron años de un experimentalismo explosivo.

Pero también hubo grandes carencias y la arquitectura moderna pagó su confianza ciega en la tecnología. Quizá las cosas no pudieron ser de otro modo en pleno auge industrial, pero no cabe duda de que esa visión simplista del progreso y la prepotencia con respecto a la experiencia histórica están en el origen de muchos de los actuales problemas.

A medida que la arquitectura moderna se fue desarrollando, quedó progresivamente dominada y sometida. Pronto despegó una construcción dominada por los intereses comerciales que, al generalizarse, ahogó tradiciones, conocimientos y culturas.

Mientras que otros poderes existentes a lo largo de la historia hicieron posibles unas hermosas ciudades, el capitalismo en su desarrollo actual parece incapaz de ver en la ciudad otra cosa que no sea un espacio para la especulación: a finales del siglo XX la ciudad había dejado de verse como una creación humanística para no ser más que un mercado inmobiliario.

Progresivamente, se ha ido consolidando la separación entre la arquitectura, la ingeniería y el urbanismo. El conocimiento acumulado ha comenzado a perderse y vulgarizarse, se va olvidando el oficio y, finalmente, la racionalidad, de modo que el arquitecto va renunciando cada vez más al conocimiento que ha constituido su base y, en consecuencia, va quedando relegado a un papel marginal, y derivando hacia discursos cada vez más personalistas y anodinos. Este fenómeno se inició con la arquitectura posmoderna y se caracteriza por una continua propuesta de estilismos, que alcanza hoy las dimensiones delirantes que se aprecian en las escuelas de arquitectura. A la arquitectura racionalista le ha sucedido la arquitectura del consumismo, sometida a los mismos criterios de valoración que cualquier baratija.

Este proceso degenerativo ha llegado a poner en peligro el planeta entero en un futuro inmediato. El ritmo al que las nuevas ciu-

0.2. Fotografía publicada en la revista *Life*, en la que se exalta la 'vida de usar y tirar' (Peter Stackpole, 1955).



dades crecen y el paisaje se destruye es brutal, lo que origina problemas de tal envergadura que nos llevan a la desesperanza.

Estas consideraciones y, en concreto, el objetivo de la organización de la ciudad superan el alcance que tenemos los arquitectos –y que tienen otros actores sociales–, pues hoy la ciudad no tiene responsables. Pero tampoco podemos mirar hacia otro lado y asumir que la disciplina actual discorra ajena a los problemas que siempre fueron de su competencia.

El primer paso para devolver a la arquitectura su dignidad lo tendremos que dar los arquitectos: hemos de hacer valer nuestros conocimientos, la propia disciplina; debemos replantearnos los objetivos de nuestra actividad y el propio cuerpo de lo que fue y es la arquitectura; tenemos que reorganizar nuestras escuelas, en las que se ha perdido la visión integradora y generalista que es consustancial a nuestro oficio y donde la enseñanza se centra ahora en mixtificaciones... supersticiones casi; hemos de reconsiderar el propio proceso del proyecto y su construcción.



0.3. Muestra de trabajos fin de curso en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

La idea para mí esencial es considerar que el proceso de proyecto es absolutamente racional o incluso científico; que la arquitectura de cada tiempo, sus reglas generales y las soluciones a los diferentes tipos se establecen de acuerdo con un proceso riguroso, en busca de la solución mejor, la óptima; y que sólo entonces resultan unas obras que son útiles y bellas.

La arquitectura es una cuestión de conocimientos, de raciocinio, mucho más que de inventiva, y creo que el culto a la imaginación, a la invención sin ataduras, está en el origen de tantos edificios absurdos que hoy se proponen y de mucha frustración entre los estudiantes.

Los últimos libros que he escrito se titularon *La arquitectura como técnica*, pues pienso que, efectivamente, la arquitectura es ante todo un oficio y, por tanto, su cuerpo es una técnica. Pero también creo que la arquitectura está basada en unos «conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente» (*Diccionario de la lengua española*) y que, por tanto, es legítimo considerarla una ciencia. Recuerdo a este respecto que Leonardo da Vinci consideraba que la pintura era una ciencia.

En este sentido, el presente libro es una defensa del clasicismo, entendido éste como la búsqueda de las soluciones más perfectas e íntegras. Mi objetivo es, finalmente, razonar cuáles son los fines de la arquitectura, qué conocimientos la constituyen, qué criterios la rigen, cuáles serían las mejores soluciones para los diferentes tipos edificatorios actuales, en especial la vivienda y, en última instancia, para el objeto fundamental de todo el esfuerzo de los arquitectos, que es la ciudad.

Defiendo la necesidad de volver a integrar el pasado y el presente, la modernidad en el discurso clasicista. Me parece evidente que la arquitectura moderna estuvo llena de carencias o errores, que fue presa de una ciega confianza en los nuevos medios técnicos que originó la destrucción de muchos de sus valores, comenzando por la ciudad. Pero también supo ver las posibilidades de esos medios y logró grandes creaciones que forman parte de un ciclo en el que aún estamos inmersos.

Pero no basta con esto. La arquitectura de la ciudad es una creación social, liderada en última instancia por el poder de cada momento histórico, que en la Antigüedad impulsó en cierto modo una ciudad planeada y entendida como una obra colectiva. En la actualidad, a pesar de los potentes medios técnicos y económicos disponibles, no somos capaces de emprender algo parecido. De algún modo, la sociedad y sus líderes tendrían que recuperar su implicación en la arquitectura de la ciudad, más aún en un tiempo en que este objetivo forma parte ineludible de la ordenación del planeta en los años por venir.

Parte I  
**Principios de proyecto**



1.1. El estudio, óleo del autor, 2010.

El único modo de abordar qué es la arquitectura es hacerlo desde la comprensión del proceso de proyectarla.

El proyecto responde en primer lugar a las necesidades planteadas, al programa. Éste comienza con un plan funcional: un 'plan de espacios' que resume unas necesidades concretas y que puede suministrar unos esquemas iniciales de ordenación.

Pero el programa es también el carácter del edificio: qué se espera de él, qué misión tiene en el territorio o en las aspiraciones de la colectividad, cómo nos acogerá, cómo lo reconoceremos en la distancia. El edificio será sencillo y modesto, o amplio y generoso; recordará a otros objetos o lugares por los que sentimos afecto; surgirá en el paisaje o se integrará en él casi ocultándose.

Simultáneamente, el objeto se planea desde las acciones físicas a las que estará sometido: habrá de ser estable y resistente, y estar concebido como una estructura mecánica; habrá de tener un comportamiento adecuado y previsible ante las acciones del clima y del entorno; deberá aportar bienestar a sus ocupantes mediante un adecuado intercambio de energía con el medio ambiente. Todo esto afecta a la elección de los materiales, a la forma, a la constitución de su envolvente, y también al diseño de una maquinaria adecuada que deberemos integrar en la construcción.

El edificio habrá de ser viable, y esto requiere, por tanto, un 'plan de construcción' que dirija la fabricación y el montaje de las piezas que lo componen. En este punto, cada parte y cada pieza deberán diseñarse para ser duraderos y tener un comportamiento adecuado ante todo lo que pueda dañarlas.

Todo esto implica contemplar el edificio como un consumidor de energía, y la cuestión será lograr las máximas prestaciones con los mínimos consumos, a todos los niveles.

Al mismo tiempo, el objeto se va revelando como una creación plástica, como una forma que será contemplada: una creación para los ojos. Y nos ocuparemos de su eficacia visual, de su lógica plástica, de su expresión.

La geometría desempeña un papel determinante en este proceso. Establecemos las medidas, que se someten a un sistema de relaciones: es el 'plan geométrico'.

Está claro que proyectar implica un amplísimo campo de conocimientos; requiere, desde luego, un gran conocimiento del ser humano y de su comportamiento; unos conocimientos técnicos que

# El plan de espacios

El plan de espacios es una definición esencial del edificio entendido como espacio y como forma: es el conjunto de características que definen la configuración esencial de un proyecto; se puede entender como un esbozo tridimensional inicial del edificio, un esquema genérico y algo borroso que a medida que avanzamos en el proyecto va cambiando de escala hasta alcanzar los detalles y las medidas.

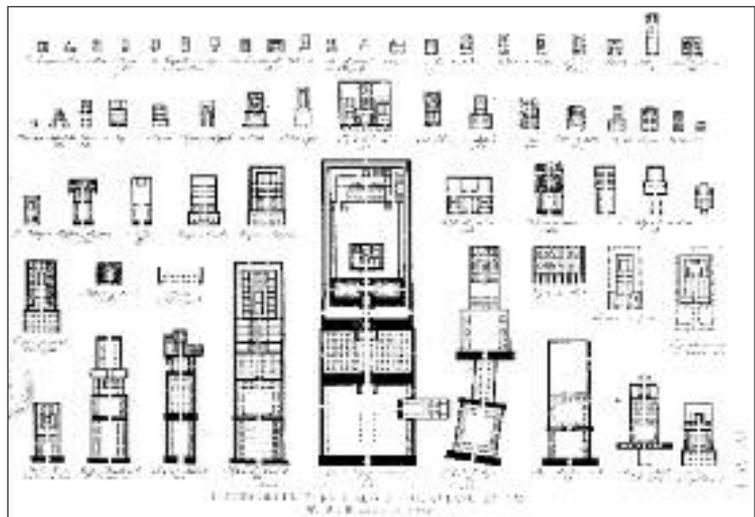
El plan está determinado en gran medida por el destino del edificio, por su función en sentido amplio, y se refiere a las características formales de los espacios y sus relaciones. El plan es espacial y no se agota en la disposición ni en el esquema de usos; es forma y espacio.

El plan depende también de las condiciones del lugar, de su clima y su suelo, de su cultura y su historia: el *genius loci* incide en la forma desde sus inicios.

El plan no puede ser ajeno a los sistemas técnicos y está determinado por ellos, pues no es posible tener una visión general del espacio sin la consideración simultánea, más o menos definida, de la organización constructiva. El plan presupone entonces una concepción general de la organización física del edificio.

El plan del edificio tiene una gran pervivencia en la historia, que parece decantar las soluciones. Los planes se repiten y se imitan, pues han probado su eficacia: entonces los llamamos 'tipos'.

2.1. Plantas de los principales templos egipcios, según Luigi Canina, *L'architettura egiziana*, 1841. A lo largo de 3.000 años, la evolución del templo egipcio repitió los rasgos esenciales de su organización espacial: la constancia del tipo es muy fuerte en la arquitectura de los orígenes.

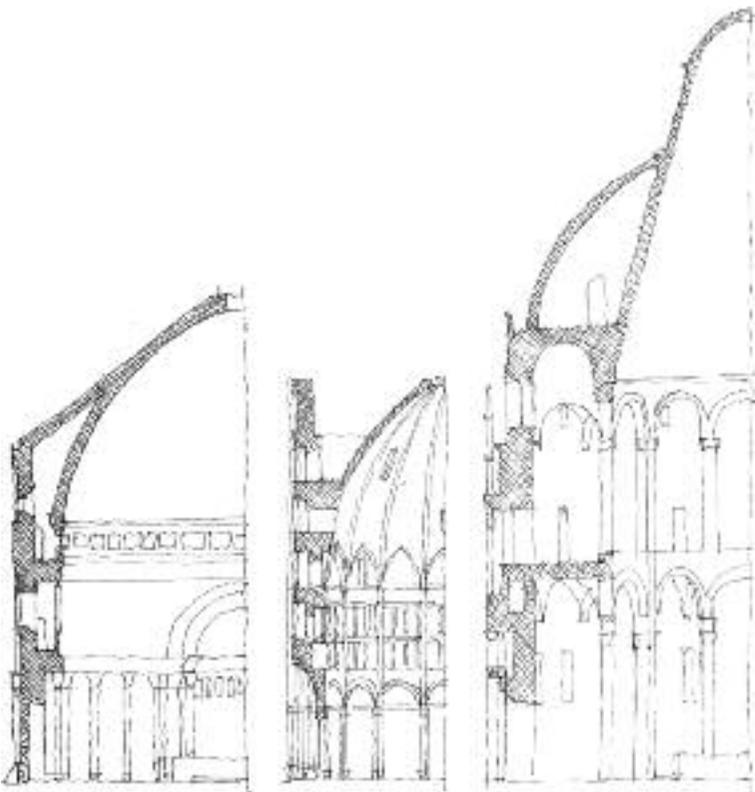


El plan no nace de cero: siempre se fundamenta en la historia, en el pasado remoto o en la experiencia reciente, y esta continuidad es fundamental para el progreso de la arquitectura.

Pero llegados a cierto punto, las condiciones sufren una transformación radical y se producen necesariamente nuevas invenciones. Estos cambios en la organización del edificio obedecen a nuevas demandas sociales o son fruto de las nuevas posibilidades técnicas, que permiten organizaciones espaciales impensables con anterioridad. Cada modificación es un difícil parto que sólo pervivirá si el problema se ha interpretado bien.

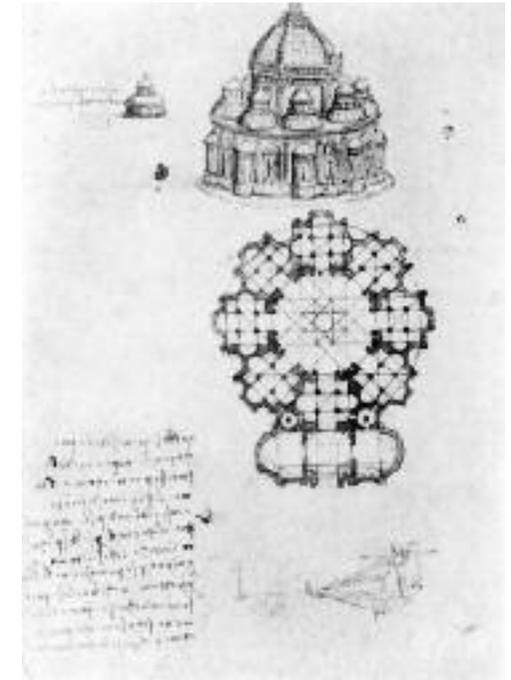
Esta pervivencia del plan es muy potente en la arquitectura de los orígenes, nacida de muy pocos esquemas y muy nítidos. Templos y palacios repiten sus fórmulas en cada cultura, e incluso comparten rasgos comunes que se han transmitido de unas a otras. La permanencia del plan es una característica de la arquitectura griega –en realidad, de todas sus manifestaciones artísticas–: se aprecia en el templo, que repite incansablemente el perímetro de columnas que aloja la celda mural; en el teatro y en el gimnasio; en la casa y en la ciudad toda.

En la evolución de la iglesia cristiana a partir de la basílica romana –de la que se recordó un episodio en el capítulo anterior–, se consolidó pronto el plan: la planta en forma de cruz. Este esquema pa-



2.2. *Baptisterios de Florencia, Parma y Pisa. El templo de planta central fue una de las grandes innovaciones del Renacimiento italiano; su modelo ideal era el Santo Sepulcro y, a través de él, la experiencia romana en torno a la planta central. Pero las soluciones que permitieron su desarrollo estaban en la experiencia medieval con los baptisterios.*

2.3. *Leonardo da Vinci, estudios para una iglesia de planta central, en los que ya está presente la solución al contrarresto de los empujes generados por la cúpula: el planteamiento físico de la construcción está presente desde los primeros esbozos.*



rece aportar una respuesta adecuada a las exigencias del rito, y es comprensible la satisfacción que implica el dibujo del símbolo de la cruz en la planta orientada al ciclo solar. Pero, sobre todo, este plan resuelve problemas físicos de primer orden, como iluminar la nave central o equilibrar los empujes y estabilizar el conjunto. Sin la repetición continuada de una fórmula común nunca se habrían logrado resultados tan coherentes.

Habría que esperar hasta que la forma circular se impusiese al rito para encontrar una transformación radical del plan de la iglesia cristiana en un salto espeluznante, y el espacio generado por la cúpula iniciaría un nuevo ciclo que a su vez encontraría sus modelos en la Antigüedad. Entonces el modelo fue el Panteón romano, que habría que reproducir con sistemas de construcción muy diferentes. Los primeros fueron los espléndidos baptisterios medievales, pervivencia del templo circular grecorromano, que culminarían en el de San Pedro.

Una potente muestra de invención y pervivencia del plan fue la abadía benedictina, que incorpora la planta en cruz dentro de un conjunto dominado por el claustro, y que llegó a establecer un programa de una complejidad casi urbana. Este plan daría lugar a la construcción de cientos de edificios, incluso hasta nuestros días.

En el capítulo I también se ha comentado la pervivencia del patio como elemento estructurante de la ciudad antigua. El espacio anular en torno al patio muestra una impresionante constancia en la Antigüedad. Se trata de la evolución de la villa romana, que fue

## El plan de construcción

Cuando contemplamos los edificios del pasado remoto, difícilmente nos paramos a diferenciar lo que es ‘arquitectura’ y lo que es ‘construcción’. La imponente presencia del edificio apaga clasificaciones, y la realidad física del objeto y su concepción aparecen como una sola cosa, una sola operación de la mente y de la mano.

No hay arquitectura y construcción: no hay dos cabezas. No hay, en arquitectura, forma sin construcción.

Sólo más adelante, ya con espíritu analítico, distinguimos la forma de su técnica, reconocemos en el edificio un ‘plan de construcción’ que ha dictado y dirigido la forma. Este plan ha surgido con el edificio mismo, tan imbricado en él que nos cuesta diferenciarlo, pues quien lo planeó apenas entendía el sentido de concebir sin construir.

Un edificio es un artefacto de cierta complejidad e implica un elevado número de materiales, elementos, conexiones y procesos constructivos. En esta visión tecnológica, el edificio aparece como materia organizada, como un conjunto de piezas ensambladas que forman un todo coherente.

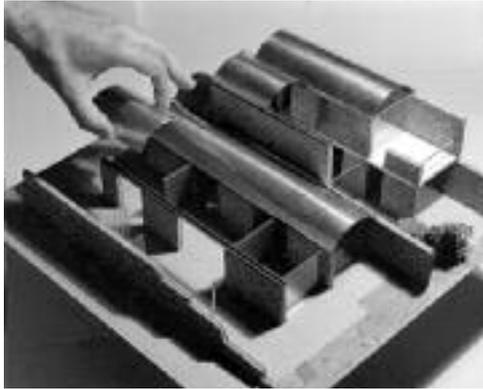
La construcción se ocupa de la forma desde el punto de vista de las acciones físicas que actúan sobre ella, con el objetivo de hacerla viable, eficiente y duradera; tiene como objetivos la coherencia y racionalidad del propio proceso de ejecución –que es la viabilidad del objeto– y la eficacia de dicho objeto ya terminado (su durabilidad, su capacidad de responder eficazmente a las acciones que actuarán sobre él); tiene que anticipar el comportamiento material del edificio a largo plazo y ante todas las acciones que le afectan.

La construcción constituye todo un sistema y es la base más sólida de la tipología y la plástica de la arquitectura de cada tiempo, pues ambas están firmemente ancladas en ella.

El plan de construcción corresponde a la física del objeto, incluidos sus elementos estructurales y los sistemas de abastecimiento o

3.1. Caserío Igartubeiti, Guipúzcoa, siglos XVI-XVII. La casa es el resultado del dominio de la técnica de la madera, entonces en auge en la construcción de embarcaciones. Incluso las iglesias vascas de esta misma época se construyeron íntegramente en madera.





3.2. *Viviendas en Cuenca (Alberca, 2003), obra del autor. El fundamento del proyecto era un sistema modular adaptado a las posibilidades técnicas del lugar, que enfatizaba los elementos en compresión: muros portantes de bloques, y placas prefabricadas para forjados y bóvedas.*

de transformación de energía de toda clase; abarca la respuesta de todos sus componentes ante las diferentes acciones: resistencia, estabilidad, deformación, comportamiento ante el agua, resistencia química, desgaste, aislamiento térmico y acústico, etcétera; y finalmente, llega a constituir todo un riguroso sistema que recorre el edificio desde el plan general hasta el detalle.

Así pues, la construcción determina la forma, y al igual que el proyecto se inicia en una primera forma intuitiva desde la organiza-



3.3. *Monasterio del Escorial (Madrid), 1584: vista en construcción (atribuida a Fabrizio Castello o Rodrigo de Holanda) y detalles de la estereotomía del granito. Encontramos la misma actitud en una construcción doméstica que en el más ambicioso de los palacios: ambas están dirigidas desde los primeros trazos por un riguroso plan de construcción.*



ción espacial, habrá una primera forma intuitiva ahora desde su construcción; y ambas han de ser la misma. En el monasterio del Escorial hay un plan inicial, fundado en la piedra y su estereotomía, que está tan presente como el plan espacial de patios concatenados.

Por esto, arquitectura y construcción son finalmente la misma cosa, pues no se trata de acomodar un plan primero a la realidad física, sino planearlo desde el inicio desde aquélla. No hay una invención *ex novo* en la técnica como no lo hay en el plan de espacios: el arquitecto inicia su trabajo necesariamente con los tipos heredados y, del mismo modo, el plan de construcción se basa en una herencia técnica completamente organizada: son los sistemas constructivos de cada tiempo.

### Construcción y energía

Construir implica consumir energía, producir residuos y contaminación; y siempre se valora cuánta energía es razonable consumir en la construcción de un edificio. A esto se le llama 'control de los recursos', y siempre ha sido omnipresente en la edificación.

Todas las formas de la naturaleza son el resultado de optimizar la energía invertida en su desarrollo.

Esta energía invertida en la propia construcción implica un porcentaje considerable del consumo energético total del edificio. En la época preindustrial, cuando el acondicionamiento y mantenimiento del edificio apenas requerían esfuerzo, el principal consumo energético se producía en la construcción; y aunque a medida que la arquitectura se iba tecnificando el consumo en el acondicionamiento crecía exponencialmente, el propio hecho de construir sigue siendo decisivo para el balance energético.

El sistema constructivo está determinado por la optimización de los materiales con el fin de lograr más prestaciones con menos recursos; y esto es algo grabado a fuego en el arquitecto, un principio que le dicta cuándo las soluciones son adecuadas.

También el envejecimiento es un comportamiento consustancial al edificio, y lograr la máxima permanencia en el tiempo es una condición inseparable del ahorro de energía.

Construir requiere transformar materiales naturales en otros de mayores prestaciones, lo que se logra aportándoles energía. Y es condición de esta materia retornar a su estado natural, y devolver a la naturaleza la energía que se le ha aplicado para transformarlo. La oxidación, el desgaste y la rotura son consecuencias inevitables de este proceso. Incluso el propio fallo mecánico se debe finalmente a las imperfecciones internas propias de toda materia procesada: raramente los materiales fallarán debido a las sollicitaciones –como describe la teoría mecánica–, y será la propia degradación del material y de la forma la que producirá su deterioro y, finalmente, su destrucción.

## Sistemas de estructuras

Nunca insistiremos lo suficiente en la importancia que el diseño estructural tiene en la arquitectura, es decir, hasta qué punto la estructura determina la forma.

La necesidad de sostenerse es uno de los requisitos básicos de cualquier objeto, y nuestros actos cotidianos están condicionados por trabajos mecánicos, que realizamos en forma muy intuitiva del mejor modo posible. Un mal diseño estructural entra en conflicto con nuestras intuiciones.

La estructura óptima –la más capaz, la más eficiente, la más compleja– es un objetivo inseparable de todo proyecto arquitectónico, y en última instancia es una cuestión de consumo energético. La determinación impuesta por lo estructural es característica tanto de los productos de la naturaleza como de la historia de la arquitectura, en la que la estructura aparece como un eje de la experimentación arquitectónica y un rasgo decisivo de los diferentes tipos: no habría habido arquitectura romana sin la revolución de la argamasa puzolánica y la técnica de arcos y bóvedas; ni iglesias sin cúpulas de fábrica y sillería; ni catedrales góticas sin bóvedas de crucería; ni arquitectura moderna sin las nuevas estructuras de acero y hormigón armado.

Lo que se pretende destacar no es sólo la importancia que lo estructural tiene en el proyecto –cómo una estructura compleja, ingeniosa y eficiente es condición básica de un buen proyecto–, sino la importancia de la integridad de la forma y su estructura resistente, que aparece como un valor claro del juicio.

En este sentido, habrá que superar el actual distanciamiento –por no decir la ignorancia– de muchos arquitectos con respecto a

4.1. *Villa Adriana, Tívoli, 138 d.C. Este conjunto es para muchos la máxima realización de la arquitectura romana, una formidable sucesión de formas complejas que sólo pudo construir alguien que manejaba con absoluta maestría los sistemas abovedados*



las estructuras, fruto de una especialización mal entendida que ha provocado la incompreensión del proyecto arquitectónico como hecho global.

En la arquitectura, las soluciones estructurales adquieren cierta autonomía y se enjuician y valoran en sí mismas como tales estructuras. Unas soluciones son mejores que otras, y es posible llegar a un diseño óptimo para unas condiciones dadas: el de menor consumo energético, menor cantidad de materiales, máxima seguridad y durabilidad, máximas prestaciones, etcétera.

### La naturaleza

La experiencia con las estructuras óptimas se inicia en la naturaleza, un verdadero muestrario de sistemas complejos cuyas formas obedecen al principio de mínimos: la materia sometida a las acciones físicas recurre a diferentes configuraciones, y adopta siempre la forma que consume menos energía. Una consecuencia de este principio son las trayectorias mínimas, que se manifiestan en todo tipo de patrones triangulados o hexagonales, tales como la rotura del terreno, la geometría de pieles y tejidos, las celdas del panal de las abejas o muchos esqueletos. Otra consecuencia es la tendencia a las superficies de energía mínima, como la esfera y otras superficies de doble curvatura como paraboloides y helicoides, muchas veces organizadas según sus líneas geodésicas, que son trayectorias mínimas sobre la superficie: conchas y caparazones, burbujas, etcétera.

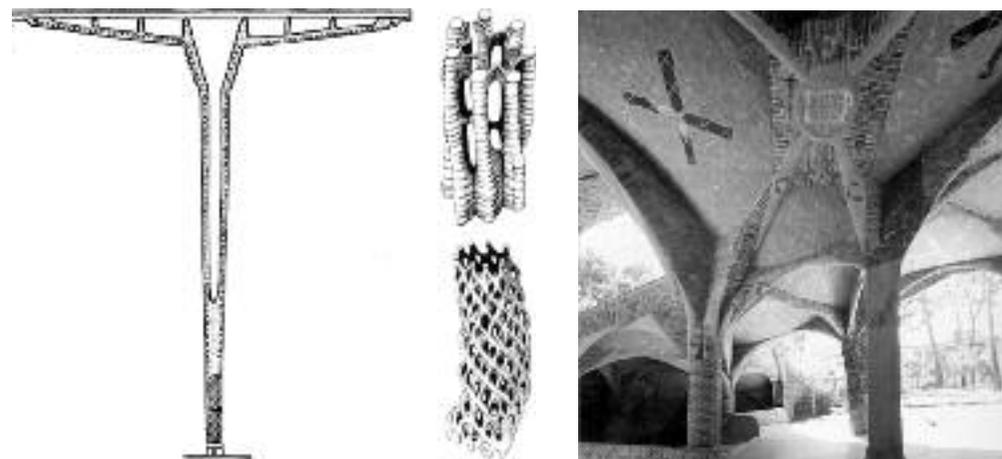
Otra manifestación de este principio es la ley de semejanza, descubierta por Galileo Galilei, según la cual las formas no pueden crecer sin cambiar de forma, para mantener constante la relación entre peso y superficie resistente; de acuerdo con dicha ley, vemos cómo las formas resistentes varían con el tamaño.

También los materiales biológicos son una lección para nuestro trabajo, con su organización compuesta y su compromiso entre la

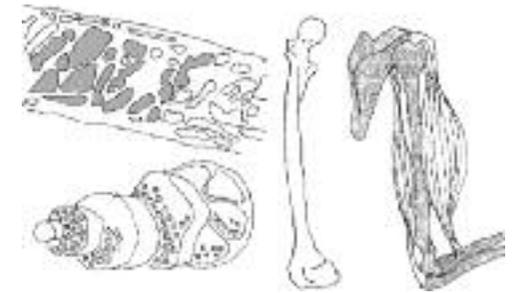
4.2. Sección de los soportes de las oficinas Johnson Wax, Racine (Wisconsin), 1939, obra de Frank Lloyd Wright, y sus dibujos de los cactus de Arizona.

4.3. Cripta de la colonia Güell, Santa Coloma de Cervelló (Barcelona), 1914, de Antonio Gaudí.

La deuda con la observación de los sistemas estructurales en la naturaleza es particularmente intensa en el caso de Gaudí.



4.4. Algunos de los elementos de nuestro esqueleto: el hueso superficial celular, el tendón organizado por haces de fibras, los huesos de sección variable y la organización de barras articuladas y tendones.



resistencia y la resiliencia; de hecho, materiales como la seda, la madera o el colágeno son hoy el modelo de los nuevos compuestos.

Está claro que las formas de la naturaleza muestran estar dictadas por la eficiencia mecánica, pero sobre todo algunos seres vivos ofrecen paralelos muy directos con nuestros diseños, en particular la estructura de los mamíferos, descrita por D'Arcy Thomson como «el esqueleto como un todo»: una tensoestructura de nudos semirrígidos que elude la flexión al transformarla en compresiones y tracciones sobre sus miembros, con materiales compuestos de grandes prestaciones a compresión y tracción (el hueso, de gran resistencia, y el colágeno, de gran elasticidad), con dosificación variable del refuerzo a lo largo de la pieza y fibras paralelas a la dirección de la tensión. Encontramos huesos huecos y cilíndricos, secciones variables de acuerdo con la variación de los esfuerzos, incluso el esqueleto completo configurado como una viga con voladizos compensados, y que incorporan sistemas de palancas que los equilibran.

### La historia

Esta presencia de lo estructural es igualmente patente en todos los objetos diseñados por el hombre, cuya forma aparece claramente dictada por la necesidad de sostenerse. Desde el vaso a las sillas que describimos con anterioridad —en las que observamos ahora sus secciones circulares y variables, y sus directrices curvas que le aportan resistencia y flexibilidad—, la búsqueda del óptimo mecánico rige todo el diseño. Los objetos, desde los más sencillos, muestran su deuda con el mundo biológico e, interpretando sus patrones, se van configurando como complejos sistemas de estructuras. La belleza aparece ligada a la eficiencia mecánica desde los primeros pasos.

La historia de la arquitectura es una fuente inagotable de diseños óptimos y las estructuras de la Antigüedad nos parecen tan eficientes como fueron posibles con sus herramientas. Esto es evidente en los diseños primitivos, en las cabañas tribales, y es inagotable el catálogo de formas de revolución y superficies entramadas claramente asociadas a las 'estructuras mínimas'. Si volvemos a la casa popular, ya más desarrollada, las formas estructurales se someten

## El acondicionamiento ambiental

El control de los recursos siempre ha estado muy presente en la edificación, aunque hoy está cobrando especial relevancia porque estamos realmente alarmados por el problema de su escasez y la degradación del medio ambiente.

Ya hemos visto cómo el proyecto debe considerar globalmente los aspectos energéticos, comenzando por el propio sistema constructivo o su organización estructural. Se trata ahora de analizar el papel de la energía en su destino más directo: el acondicionamiento ambiental del espacio.

El diseño arquitectónico tiene entre sus objetivos lograr un ambiente adecuado, para lo que dispone ante todo de la capacidad de la propia forma para modificarlo: es el 'diseño pasivo', característico de la arquitectura preindustrial, cuando apenas había otros recursos para el control de la energía. En consecuencia, sus soluciones aparecen claramente condicionadas por el clima, el entorno y los recursos disponibles.

Pero a partir de cierto momento, el edificio empezó a requerir el consumo de energía, que habría de obtenerse de una central externa o ser producida por el edificio mismo; el diseño para la energía adoptó entonces dos escalones: el del propio diseño de la forma y la incorporación de sistemas activos.

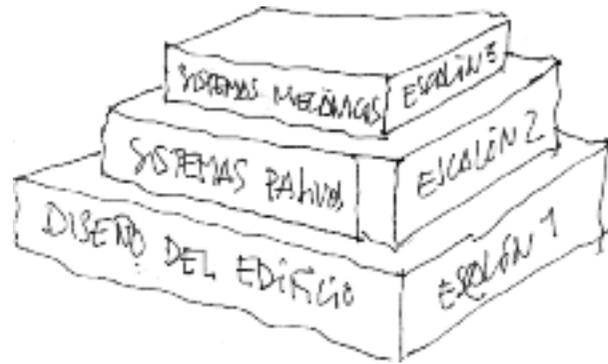
El diseño pasivo se basa en gran parte en la reconsideración de soluciones históricas, pero el enfoque es limitado debido a las diferencias obvias de las técnicas y los tipos contemporáneos.

En cuanto a los sistemas activos, hemos heredado una serie de sistemas técnicos desarrollados principalmente en la segunda mitad del siglo xx, caracterizados por su alto consumo al ser fruto de una época de gran disponibilidad energética. Frente a estas solucio-

5.1. Colonia solar Rolf Disch, Friburgo, 2000. Actualmente, los proyectos vuelven a considerar el control de la energía como uno de sus principales factores, algo que siempre estuvo presente en la Antigüedad y que los mejores arquitectos modernos

conservaron hasta nosotros. Por otra parte, el desarrollo de las energías renovables es un terreno totalmente nuevo y quizá las realizaciones de carácter experimental que se están creando hoy sean el inicio de cambios de gran envergadura en la edificación.





nes, actualmente la atención se centra en las energías renovables, lo que supondrá un cambio significativo en las construcciones de los próximos años.

Además de un abastecimiento energético obtenido de diferentes fuentes renovables (seguramente en forma de electricidad), las futuras construcciones desarrollarán nuevas formas de producción de energía en el propio edificio o en centrales urbanas de escala intermedia, lo que puede tener consecuencias determinantes para su organización. También este tipo de sistemas está hoy en plena experimentación.

El futuro apunta hacia proyectos arquitectónicos eficientes que reduzcan drásticamente la necesidad de energía activa, y esta condición será determinante para todos los tipos de edificios y para la organización de toda la ciudad.

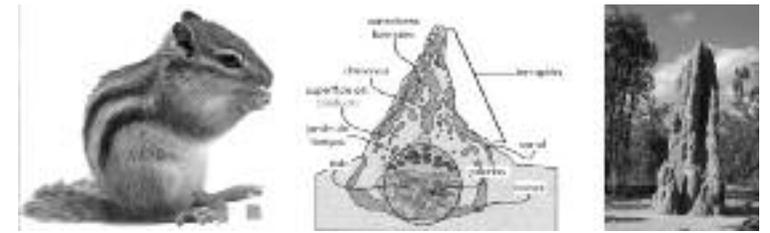
### La energía y el diseño en la naturaleza

El diseño de los organismos vivos aparece dictado por el óptimo balance energético e incluso las estructuras construidas por los seres vivos son máquinas de control de la energía, como el panal de las abejas, las madrigueras y los nidos de todo tipo, hasta el sorprendente termitero descrito por David Attenborough, que es una auténtica ciudad en altura, con una compleja estructura de control del clima.

Cada grupo y cada especie se caracteriza por tener una estrategia particular para minimizar el consumo de energía que requiere para ser viable; y podemos establecer el paralelismo con nuestros dos escalones: su propia forma y constitución, y los sistemas activos de producción y consumo de energía que son finalmente procesos de transformación química.

El diseño de los mamíferos regula los ciclos de intercambio, en primer lugar, mediante la elección de la forma, el tamaño y su envolvente. Conservar la temperatura de su organismo es crítico, lo que explica su tendencia a adoptar reducidos factores de forma (de nuevo la tendencia a lo esférico y lo curvo) y el aumento del tama-

5.2. Según Norbert Lechner, el acondicionamiento ambiental sostenible tiene tres peldaños: en lo posible, resolvemos el problema mediante el diseño arquitectónico y, agotado éste, recurrimos a las energías renovables activas y, finalmente, a los sistemas mecánicos.



5.3. La estructura física de los mamíferos es el ejemplo recurrente de la termorregulación en la naturaleza, pues se trata de un fenómeno complejo en el que intervienen múltiples sistemas. Otra referencia habitual, ahora entre las construcciones

animales, son los termiteros gigantes de Australia, que regulan la temperatura de su interior con gran precisión a 30 °C, pese al salto térmico de 40 °C de la temperatura ambiente, enfriando el aire en contacto con el subsuelo

húmedo y renovándolo a través de un sistema de chimeneas por efecto Venturi. El carácter masivo de la construcción y la orientación norte-sur de su eje mayor desempeñan un papel fundamental en este comportamiento.

ño al reducirse la temperatura ambiente. También es crucial su eficaz abrigo –sólo los mamíferos tienen pelo–, dotado de una compleja piel estratificada, que les permite evitar el sobrecalentamiento mediante diversos mecanismos, como el aumento superficial de algunos órganos, la circulación sanguínea y el sudor. Las aves –cuya temperatura interna es superior– se abrigan con el mejor de los aislantes naturales: las plumas. Los reptiles, de sangre fría, adoptan formas desplegadas, lo que aumenta el factor de forma al contar con diferentes pliegues en su superficie.

Finalmente, admiramos cómo la naturaleza constituye un ciclo cerrado de producción y consumo en el que sus residuos son incorporados y reprocessados. De nuevo la naturaleza aparece como maestra y suministra un modelo global en el que la actividad humana debe incorporarse y del que la construcción formará necesariamente parte.

### La energía en la Antigüedad

El ser humano siempre ha sido consciente de sus recursos, en mayor medida cuando menos tenía, y la arquitectura no podía dejar de reflejarlo. De hecho, todas las acciones del ser humano y lo que éste fabrica se juzga en función de la energía. La tendencia es necesariamente lograr algo óptimo y los dispendios de energía sólo se toleran excepcionalmente.

La presencia del control de la energía es muy poderosa en la arquitectura de la Antigüedad, cuando el ciclo energético era relativamente sencillo, y esto se manifiesta con gran claridad en la tipología de vivienda, siempre condicionada por el clima. En el caso de muchas cabañas tribales, es evidente su concepción acorde a las condiciones del medio. Mientras no existió otra fuente de energía

# La envolvente

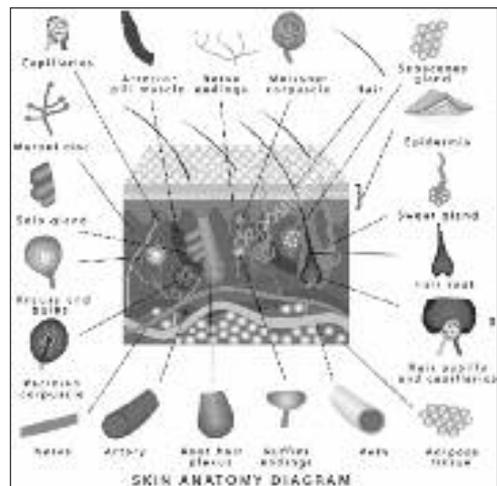
La envolvente de un edificio es un elemento de transición con el medio ambiente, cuya misión fundamental es regular su intercambio de energía con el espacio exterior.

En cierto modo, se trata de algo comparable a la piel de los seres vivos, que suministra un modelo muy sugestivo para los cerramientos de los edificios. Con su compleja estratificación de tejidos y materiales, la piel logra dar una sofisticada respuesta a un entorno variable: diferentes receptores sensitivos accionan mecanismos térmicos y movimientos reflejos; el sistema circulatorio actúa como refrigerante al alterar su sección y velocidad; el vello se excita o relaja para actuar como capa protectora; y el sudor refrigera la superficie por evaporación.

Durante el ciclo histórico de la arquitectura mural, la concepción de la envolvente estaba condicionada por su papel estructural, y su eficacia para el control del ambiente se fundaba en su carácter masivo y en un elaborado diseño del hueco. En realidad, se trataba ya de diseños con un complejo y eficiente comportamiento ambiental, que ponían en acción mecanismos de todo tipo: la masa aportaba aislamiento, acumulación y retardo en el aspecto térmico además de estanquidad, mientras que al hueco se confiaban la ventilación y el control solar. Otros elementos, como terrazas y balcones, permitían estar al aire libre, y diferentes dispositivos mejoraban su protección y conservación.

6.1. Sección de la piel humana, con indicación de sus diversos receptores. La piel incorpora diferentes tipos de terminaciones nerviosas y receptores que registran estímulos, lo que le permite cumplir su función como órgano sensorial: células de Merkel (percepción por tacto prolongado),

corpúsculos de Meissner (receptores táctiles de sensaciones por presión, más sutiles), corpúsculos de Krause (percepción del frío), corpúsculos de Ruffini (receptores de calor), células nerviosas independientes (sensaciones de dolor), corpúsculos de Vater-Pacini (deformaciones y vibraciones mecánicas).





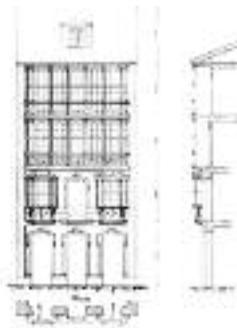
6.2. Catedral de Amiens, siglo XIII, rosetón del brazo norte del transepto. El rosetón es un elemento totalmente integrado en el conjunto del sistema del 'esqueleto de piedra' de la catedral gótica, no un elemento superpuesto, y se proyecta 'de dentro afuera', concebido para crear un ambiente interior determinado mucho antes que una apariencia externa prefijada.

La construcción moderna supuso un cambio drástico en el diseño de los cerramientos al independizarlos de la estructura y hacer del vidrio su material característico: el cerramiento se especializó en su misión de control del ambiente, y el aligeramiento y predominio del vidrio alteraron drásticamente el comportamiento energético del edificio. El cambio fue tan radical que su control escapó en gran medida a la generación que lo concibió: el progresivo aligera-

6.3. Paseo de la Marina, La Coruña, y fachada de Juan de Ciorraga (1899). Las galerías tienen su origen en el vidrio fabricado en La Granja, usado para acristalar las popas de los galeones. Los soportales –que miraban al mar– eran la parte

posterior de las viviendas, y las primeras galerías fueron diseñadas por el maestro de obras Gabriel Vitini Alonso. «El origen de tan vistosas soluciones [...] está basado en las condiciones geográficas del medio. Posiblemente el caso de las casas con

galerías sea, dentro de toda la arquitectura popular, uno de los más rotundos ejemplos de creación de un tipo arquitectónico a partir de unas premisas geográficas, en este caso la humedad» (Adolfo González Amezcua, 1968).



miento y la transparencia cada vez mayor ocasionaron un comportamiento imprevisible no sólo del cerramiento, sino también de la edificación en su conjunto. Con ello se generalizaron los problemas de estanquidad, aislamiento, control térmico y conservación, lo que comprometía su durabilidad. Las soluciones se hicieron absolutamente dependientes del suministro de energía, lo que impulsó aún más la indiferencia hacia las condiciones de cada lugar o clima.

Estos temas hace años que se están reconsiderando y ha habido novedades significativas: entre ellas, el impresionante desarrollo de la tecnología del vidrio, la incorporación de múltiples técnicas y materiales a las fachadas ligeras, la experimentación de diferentes sistemas de control solar y fachadas multicapa (parasoles, dobles hojas, etcétera), e incluso la integración en la envolvente de diferentes sistemas de instalaciones y mecanismos automáticos de toda clase.

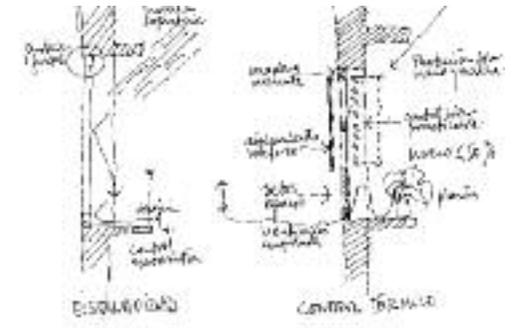
Quizás el problema fundamental de esta amplia disponibilidad radique en la precariedad característica y la discutible eficiencia de muchos de los sistemas al uso, muy dominados por modas pasajeras, lo que ha desembocado en la costumbre de sustituir el cerramiento del edificio al cabo de periodos de tiempo verdaderamente breves. Esta disponibilidad –que roza la frivolidad– nos aleja de la definición y puesta a punto de unos sistemas de cerramiento eficaces, duraderos e industrializados.

### El sistema mural

Quizá lo que más nos llama la atención de las soluciones antiguas al cerramiento sea su tipificación, su repetición. En la construcción a base de muros de carga, la organización del cerramiento aparece absolutamente sistematizada: diseño del hueco, proporción hueco-macizo, resolución del cargadero y las jambas, importancia del zócalo y la cornisa, incorporación de elementos como balcones, arquerías, sistemas de cornisas y molduras, etcétera.

Desde la ciudad de finales de la Edad Media hasta el siglo XIX poco cambiaron las cosas, y la ciudad del ensanche decimonónico se caracteriza por presentar unas fachadas coherentes y tipificadas,

6.4. Descripción del hueco decimonónico, característico de los ensanches españoles, planeado para cualquier orientación.



# El plan geométrico

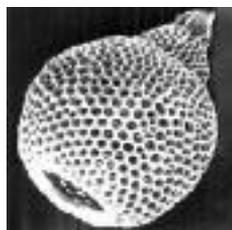
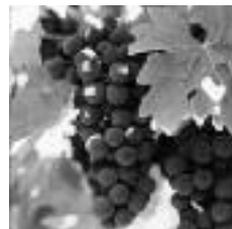
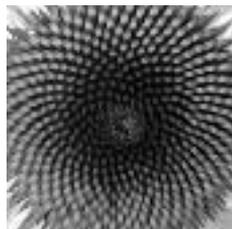
La definición última de la forma es geométrica. El trazado geométrico es la síntesis gráfica de la forma, su unificación en relaciones numéricas, la prueba de su unidad y coherencia; es la mínima expresión de las leyes de formación del objeto, contiene las medidas, y sintetiza el plan espacial y el plan de construcción.

El plan geométrico ha de recorrer todas las escalas del edificio, desde el planeamiento general hasta los detalles; tendrá entonces una primera finalidad práctica como instrumento necesario para la descripción, transmisión y construcción del objeto, y otra finalidad más: asegurar la unidad, coherencia y armonía de la forma.

Cuando la forma se entiende como geometría, actuamos por mimesis con la naturaleza, donde la presencia de lo geométrico es abrumadora.

El plan geométrico se establece principalmente mediante trazados y su finalidad es dotar a la forma de unidad, modularidad, pro-

7.1. Ejemplos de configuraciones geométricas en la materia inerte, el reino vegetal y los animales. La naturaleza muestra organizaciones geométricas a todas las escalas, incluso en los movimientos y en los cambios en forma de ritmos. Esta geometría es la manifestación de la regularidad de las leyes físicas (el principio de mínima energía) y el crecimiento gnomónico (crecer sin cambiar de forma).

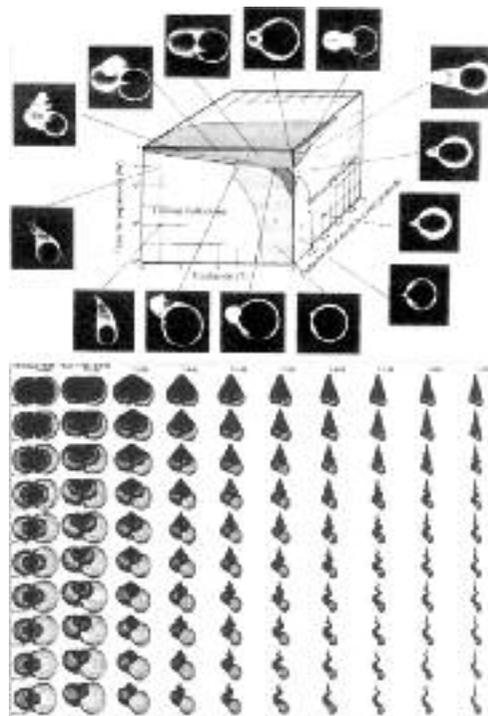


porción y medida. La unidad se refiere a relacionar las partes entre sí, de modo que la forma resulte íntegra: implica que las operaciones que componen el trazado están enlazadas y son coherentes entre sí. La modularidad consiste en la aplicación de un módulo, que es la unidad base del trazado. La proporción es la relación entre partes, un sistema de relaciones basado en el módulo. La medida es la dimensión concreta de las partes, y tradicionalmente se estableció siempre con relación al cuerpo humano, consecuencia de que la arquitectura fuese fabricada y vivida por el hombre.

El plan geométrico llega así a constituir un complejo entramado de instrucciones que regulan el proyecto hasta sus detalles

Las trayectorias, las líneas de tensión y rotura, las esferas de los planetas, las formas estrelladas de las flores; la presencia de la proporción áurea en los seres vivos (en las plantas, en mi mano que escribe): se trata de fenómenos complejos que cristalizan en geometrías complejas. Toda nuestra vida está regida por ciclos numéricos, ritmos, pautas, pulso. La palabra 'cosmos' identifica al universo como un todo ordenado.

¿Por qué Dios geometriza? Porque la naturaleza está regida por regularidades, que son las leyes físicas y biológicas a las que obedecen todas las formas, incluidos los seres vivos. Pero más allá de esto, esas leyes parecen ser la expresión del principio de la mínima acción, un principio que preside todos los intercambios de energía de la materia.



7.2. El cubo de Raup y una de sus secciones según Richard Dawkins. «Todas las conchas tienen la misma forma general, una versión maciza de la espiral logarítmica o equiangular [...]. Raup las definió mediante tres números: W, D y T (abocinamiento, verma y espira).» Con estas variantes, Raup trazó el cubo que lleva su nombre o 'Museo de todas las conchas posibles'; muchas de ellas son reales, otras no serían funcionales y otras podrían haber existido o lo harán en el futuro: la historia evolutiva es una trayectoria concreta a través de este museo de posibilidades.

## La geometría en la historia

El primer arquitecto se ocupó del plan de un poblado, de las cabañas, incluso del ajuar. La presencia de lo geométrico en sus soluciones es muy poderosa, y a todas las escalas se encuentra la presencia abrumadora de formas simples. Destaca la tendencia general a usar formas circulares y superficies de revolución, consecuencia de su presencia en la naturaleza; y del ángulo recto, consecuencia, por su parte, de la gravedad y de la propia verticalidad omnipresente en la naturaleza y en la vida.

También se encuentran diferentes pautas repetitivas: en los dibujos de las cerámicas y los tejidos, en el entramado de las cabañas o el entramado de sus cubiertas.

En las 'taulas' menorquinas, ejemplos de arquitectura muy antigua, se establecían ya relaciones geométricas entre las dimensiones de las piedras que la forman. Después vendrían el dolmen, la pirámide, el zigurat o el minarete: la arquitectura de los orígenes aparece presidida por las relaciones geométricas propias de las formas simples.

Un orden de complejidad mayor se alcanza cuando el trazado implica relaciones entre partes de un organismo más complejo y compuesto, como ocurría ya en los templos del antiguo Egipto, en los que un trazado en retícula establecía relaciones numéricas básicas entre sus elementos, y definía desde la forma de las piezas al plan del conjunto. Incluso las representaciones figurativas estaban sometidas a un canon construido sobre una cuadrícula de 'puños' y 'codos'.

Los arquitectos griegos nos legaron una manera totalmente original de planear la arquitectura a partir de un sistema modular, los

7.3. A la izquierda, alineamientos de Le Menec, en Carnac (Francia), 5000-3000 a. C.; a la derecha, taula de Torralba (Menorca), hacia el año 600 a.C. En

los orígenes de la arquitectura, la geometría se ponía de manifiesto gracias a la elección de formas simples; y poco a poco fueron surgiendo composiciones más

complejas: en la taula ya se ponen en relación dos medidas. Con el paso del tiempo, estas formas fueron adquiriendo un profundo significado simbólico.



## La plástica

El 'primer arquitecto' lo ha aprendido todo de la naturaleza a la que emula y persigue su diseño óptimo quizá sin saberlo; pero en determinado momento contempla su creación como un puro juego de formas y entiende, además, que también así se contemplará: como una creación para los sentidos. Además, no está satisfecho y siente que puede acentuar o equilibrar la composición o el colorido, incluso añadir nuevos elementos, formas o colores dibujando sobre las superficies, o elaborar aún más algunas piezas.

Ese arquitecto piensa entonces que él mismo contempla la naturaleza de este modo, como pura creación plástica. Finalmente, la naturaleza toda y los objetos que fabrica el ser humano se dirigen a los sentidos, son de algún modo pura plástica: forma para los ojos. Y entonces la luna y las estrellas, el río corriendo, la flor, el animal en carrera: todo ello se mira de otro modo; algo hay que la razón no alcanza ya.

Ningún análisis es concluyente, ningún proceso analítico desemboca en una forma final. A medida que el proyecto se concreta, crece la necesidad de depurar el lenguaje, de resolver los acuerdos.

8.1. *Un ave del paraíso (dibujo de J. Gould y W. Hart). No todo es explicable, y muchas formas orgánicas parecen desafiar su explicación desde la energía: la cresta del gallo, los colores de las flores o las grandes cornamentas que vencen al animal con su peso; se trata de estructuras explicadas desde la selección sexual, herramientas para aumentar el atractivo, demostraciones de potencia. La expresión plástica está también presente en la naturaleza y parece convivir sin problemas con su búsqueda de la eficiencia.*





8.2. *El Royal Clipper, 1999. El barco, el avión o el puente son creaciones dominadas por el espíritu científico, pero no prescinden de la decoración ni del simbolismo, sino que están repletas de estilismo.*

Hay además una necesidad imperiosa de expresión nunca colmada de estilismos: decoraciones, detalles, colores o acentos pugnan por incorporarse a la forma.

Siempre hay 'estilismo' en nuestros artefactos, en la ingeniería: una necesidad que parece aflorar en los estadios finales del proceso de proyecto y que es más fuerte en el puente que en la presa. Esto mismo vale para todos los objetos que fabrica el ser humano. El avión y el automóvil pueden contemplarse como puras creaciones estéticas.

Entonces el lenguaje plástico pasa a primer término, una última tarea que se ocupa de aquellos aspectos a los que el análisis no llega. El proceso de proyecto lleva al extremo el proceso de razonar: se han seguido todos los caminos, pero no se llega al objeto final, del mismo modo que el más exhaustivo análisis no alcanza a razonar la forma de lo vivo.

La plástica sólo puede intervenir cuando el análisis se ha agotado. La plástica pura es banal y pierde su valor si desmiente a la razón que la precede. El problema es imaginar de acuerdo con principios, no imaginar simplemente.

### Plástica y arquitectura

El primer arquitecto tuvo que enfrentarse a la necesidad imperiosa de elaborar un lenguaje organizado. Como en la lengua hablada, son necesarios un vocabulario y una gramática, un conjunto de reglas cuyo objetivo es la articulación y la coherencia del discurso, su expresividad, su claridad.

La propia manipulación de lo que construye –sus materiales y técnicas– dictan el marco de lo que es viable y coherente, y determina en gran parte su vocabulario y las reglas de su empleo, sin desmentir la razón constructiva.

8.3. *Mezquita de Samarra (Irak), 851. La presencia de potentes formas simples es un rasgo característico y común a arquitecturas muy diversas.*



La naturaleza aparece de nuevo como la principal guía: su visión sintética descubre un universo de formas simples, volúmenes elementales, superficies organizadas con patrones geométricos y colores aplicados. El arquitecto reconoce en todo ello la acentuación y el énfasis, el juego de luces y sombras, y la cualidad aportada por diferentes materiales.

A medida que avanza en la estructuración de su vocabulario, el arquitecto descubre que no puede razonarlo hasta el límite, y acuden a su mente alusiones simbólicas y representaciones figurativas y geométricas, de las que se vale para precisar la forma final.

Una operación de este tipo se muestra con gran potencia en la 'arquitectura de los orígenes', en los primeros pasos que los pueblos emprendieron hacia la arquitectura. Y las similitudes entre los lenguajes de los orígenes son muy potentes en las diferentes culturas, lo que revela una gran proximidad entre el pensamiento de los seres humanos de épocas y lugares muy distantes:

- Geometrías claras y rigurosas, simetrías, volúmenes simples, énfasis de las superficies.
- Arquitectura de los elementos primarios, decantados tras un largo proceso de selección: columnas, plataformas, aleros y cornisas, basa y capitel, resaltes en los muros, etcétera.
- Superficies organizadas sobre patrones geométricos repetidos y sistemas de proporciones.
- Acentuación del sentido escultórico de las formas, diferenciación de los elementos, potentes juegos de luz y sombra, acentuación de los detalles más relevantes.
- Colores intensos, gamas, expresión de los materiales.
- Detalles derivados del entorno biológico o de la vida de sus creadores.

Finalmente, el edificio quiere ser un 'templo para las artes plásticas'. Hay una pulsión imparable a extender el discurso plástico, a

# La ciudad

Muchas de las grandes ciudades de todo el mundo están creciendo vertiginosamente, sobre todo las situadas en los países en transición hacia el sistema tecnológico y productivo occidental. Al mismo tiempo, continúa el crecimiento de las ciudades ya consolidadas, en ocasiones con operaciones urbanas de envergadura.

Todo esto ocurre sin ninguna organización, sin plan, sin un objetivo y sin otras leyes que las dictadas por la codicia delirante de las fuerzas económicas. Nada parece importar que la ciudad sea en última instancia la principal fuente de congestión y contaminación, y del proceso de degradación general que se está produciendo irreversiblemente sobre la Tierra.

A pesar de la gigantesca escala y complejidad de la ciudad contemporánea, no debemos pensar en ella como un problema inabordable. Hace miles de años, algunas grandes ciudades superaron el millón de habitantes y los planes de ensanche de finales del siglo XIX se planearon para superar esa cifra. Todas ellas eran ciudades planeadas: concebidas y dirigidas por un plan.

La ciudad contemporánea se puede planear, se puede proyectar. Quizás estemos ahora, a escala mundial, ante una ocasión irreplicable para afrontar los cambios que la vida urbana –y en última instancia toda la Tierra– va a sufrir no en el futuro, sino en nuestro tiempo.

9.1. Mapa de las principales ciudades del mundo (The Economist). No cabe duda de que hay un problema que requiere una solución general en la que los arquitectos deberíamos tener algo que decir.



Hacen falta unos criterios claros que ayuden a controlar el proceso urbanizador actualmente en marcha, pues las consecuencias de su descontrol pueden ser ya irreversibles. Y la ciudad es tarea de arquitectos.

### La ciudad histórica

En los primeros asentamientos conocidos se aprecian ya claras estructuras geométricas en las que las calles son los elementos dominantes y dibujan la planta del conjunto; en ellas son frecuentes los trazados rectos y los cruces perpendiculares o bien adaptados a la topografía. En el Mediterráneo, las ciudades de la Antigüedad estaban ya plenamente organizadas y el modelo de Hipodamo de Mile-



9.2 · 9.3. *Mileto, a orillas del mar Egeo, planeada por Hipodamo, 479 a. C.; y Washington, plan de Pierre Charles L'Enfant, 1791, y proyecto del Mall, propuesto por la comisión McMillan, 1901. La organización urbana atribuida a Hipodamo de Mileto no surgió de la nada, sino que hay antecedentes desde las primeras ciudades neolíticas. Su presencia fue constante hasta nuestros días y domina el plan de Washington, donde se le superpuso un trazado de tradición barroca y finalmente un gran eje monumental que agrupa los principales edificios públicos, según el concepto del Ring de Viena.*



to consiste en una estructura regular de calles a escuadra y manzanas rectangulares que agrupan casas patio, con el ágora y otros edificios públicos situados en posiciones estratégicas y ligadas a las calles dominantes.

La volumetría venía dictada por la tipología residencial, sobre la que destacaban los elementos colectivos, emplazados en áreas centrales o en desarrollo. Este esquema, con múltiples adaptaciones y variantes, se repitió durante cientos de años e incluso ciudades aparentemente menos planeadas, como algunas de la Edad Media, obedecían a un crecimiento por agregación que daba como resultado una forma final planeada.

Culturas alejadas por miles de años y kilómetros, por diferentes dioses y formas sociales, trazaban sus ciudades sobre los mismos principios, con unas formas de actuar que se mantendrían hasta los tiempos de la Revolución Industrial.

Los principales avances de la ciudad europea se iniciaron con las monarquías del siglo XVII y con las operaciones de reforma que hoy llamamos 'urbanismo barroco', consistentes en la apertura o creación de grandes calles y plazas relacionadas con los centros de poder como iglesias y palacios, que se superponían a la ciudad heredada medieval. Roma suministró el primer modelo y fue en París donde la ciudad barroca tomó forma, a partir de sus grandiosos edificios, ejes monumentales y áreas ajardinadas. El plan del barón Haussmann, durante el Segundo Imperio francés, fue la culminación de este modelo y en gran medida continuó el sistema barroco de creación de grandes vías, plazas y edificios institucionales (en este caso teatros, mercados, estaciones, etcétera).

A mediados del siglo XIX las grandes ciudades viven estranguladas por sus murallas y no podían crecer, lo que hacía aumentar su densidad y generaba insalubridad, enfermedades y plagas. Por otra parte, la industria estaba desarrollando unas invenciones prodigiosas (desde el ferrocarril a las redes de infraestructuras) que la ciudad tenía que incorporar. La sociedad tenía claros sus objetivos de cambio y progreso: derribó las murallas y aplicó un nuevo modelo para multiplicar su superficie: lo que en España se llamó 'ensanche', de nuevo el sistema hipodámico, con su trama reticular de calles y manzanas, adaptado en este caso a la escala de la metrópolis, y con la incorporación de las grandes vías y plazas que acomodaban los edificios públicos.

Este modelo urbano cruzó el Atlántico para implantarse en los Estados Unidos—donde tenía ya una gran presencia en las ciudades coloniales— y se plasmó en el movimiento City Beautiful: ciudades funcionales y bellas, bien planeadas, hijas de la ciudad antigua, que extendieron esta herencia sobre la tierra.

Obviamente, son múltiples las críticas a este modelo urbano. Es cierto que tienen carencias, que fueron las ciudades del poder y nunca llegaron a integrar a los más desfavorecidos. Pero esto no

Parte II  
**Tipos de edificio**

# Viviendas

En la ciudad moderna, la vivienda se organiza en inmuebles colectivos, y sus agrupaciones deben tener una densidad alta para lograr las condiciones más eficientes para la comunidad: en primer lugar, un tamaño abarcable de la ciudad.

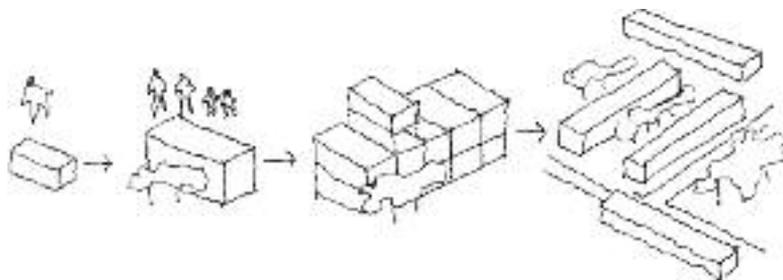
Cada cultura ha optado por un modelo de agrupación residencial que resulta difícil de alterar, pues deriva de la experiencia de generaciones sucesivas y se va configurando como una respuesta –racional, viable y acorde con los medios disponibles– a los múltiples problemas que afectan a la forma de vida: la evolución de los tipos de vivienda es intrínsecamente lenta.

La casa medieval entre dos muros que va formando manzanas compactas; la manzana con patio de los ensanches del siglo XIX; o el bloque abierto de la ciudad verde del siglo XX: todas estas soluciones son características de su tiempo y ejemplos de un planteamiento científico, sin supersticiones, del problema de la vivienda colectiva; con ellas se trató de buscar la mejor solución para las circunstancias y los medios disponibles.

Aunque todas las experiencias en torno a la vivienda colectiva son interesantes para este libro, el legado más próximo son las soluciones desarrolladas por los arquitectos modernos y en particular la experiencia de los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM), donde las propuestas para este tipo de edificio se definieron en términos estrictamente racionales y se llevaron hasta sus últimas consecuencias.

Son muchos los aspectos de la experiencia de la vivienda moderna con los que necesariamente sigue existiendo cierta continuidad actualmente: en primer lugar, y muy especialmente, la importancia de la visión higienista y el papel primordial que en la vivienda debería tener el ciclo solar; luego, el rigor de las soluciones constructivas, basadas en esquemas estructurales sencillos y claros, y con

10.1. *Un estudio general sobre la vivienda tiene que plantearse a todas las escalas en las que este tipo de edificio es determinante: el espacio personal, el espacio familiar, la agrupación de viviendas y la ciudad.*



soluciones a los cerramientos ligeros que aún siguen vigentes; e incluso la producción industrial de la vivienda.

Especialmente importante fue el estudio de los programas funcionales, el estudio concreto de las estancias y el establecimiento de sus dimensiones, además de potenciar nuevos espacios como las terrazas, y atender siempre a una economía estricta, con el objetivo de alcanzar mínimos y óptimos.

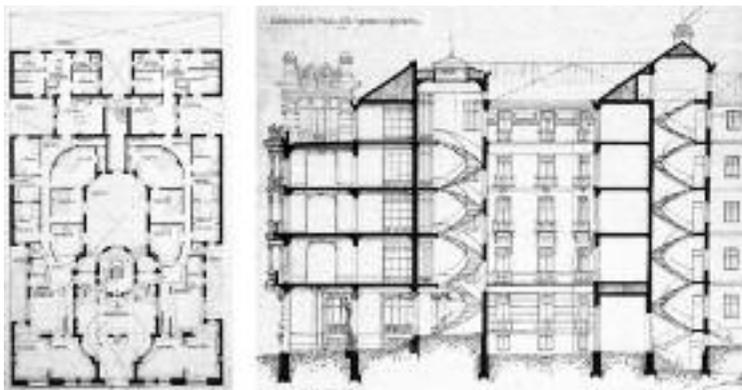
Y lo mismo ocurre con las agrupaciones, basadas en que todas las viviendas dispongan de las mejores condiciones posibles. Las organizaciones clásicas del bloque abierto han cambiado poco desde los prototipos iniciales.

Pero en la actualidad se vuelven también los ojos a la vivienda decimonónica, a la manzana de los ensanches e incluso a la manzana compacta de la ciudad medieval. A pesar de la distancia que nos separa de la vivienda decimonónica, en ella se aprecia todo un sistema coherente en el que se ven implicadas la estructura, las estrategias medioambientales, el plan doméstico y el concepto urbano. Algunas de sus mejores enseñanzas son: la gran unidad entre el tipo y su organización constructiva mural; su plástica y el sentido



10.2. Emplazamiento de los dieciocho edificios de viviendas construidos por Antonio Palacios en Madrid (realizado por M. Mañanas); y planta y sección del inmueble situado en la calle Marqués de Villamejor, 1907. La ciudad del Ensanche decimonónico y sus edificios de vivienda

son inseparables, muestran resultados de gran potencia y coherencia, y resultan más actuales de lo que solemos conceder, como ocurre con la experiencia de Palacios en Madrid, continuada por Luis Gutiérrez Soto y otros arquitectos a mediados del siglo XX.



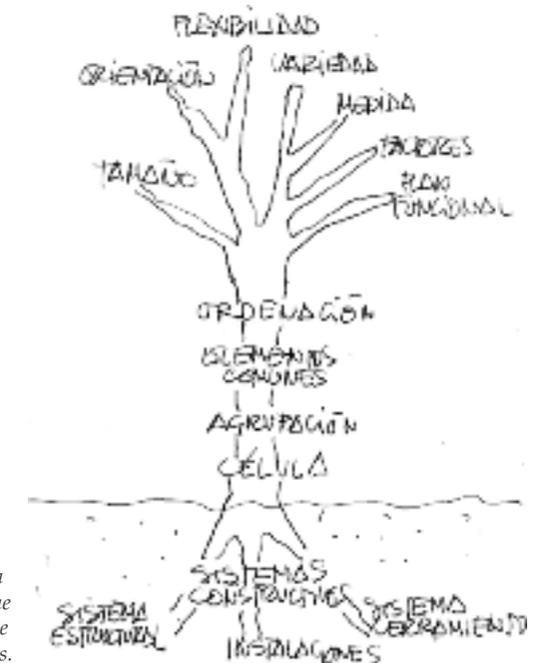
de sus elementos decorativos; su atención al acondicionamiento pasivo basado en la masa mural; así como el papel del patio en la introducción de la luz y el aire en el centro del edificio.

Pero es sobre todo la estructura urbana a la que dio lugar la casa del ensanche lo que distancia esta solución de los arquitectos modernos. La enseñanza del siglo XIX sigue siendo importante en la actualidad porque es en los aspectos ligados al urbanismo donde muchos arquitectos actuales se muestran más críticos con la herencia moderna: el bloque abierto tuvo la gran limitación de ser el instrumento de la ciudad del automóvil.

### El plan de espacios

Los aspectos fundamentales que determinan el proyecto de la vivienda colectiva no son diferentes a los que definen las soluciones de cualquier otro programa; pero en cierto modo, en la vivienda las condiciones de proyecto son más estrictas, el factor económico resulta muy relevante y las innovaciones son difíciles de generalizar.

En primer lugar, hay que recordar las relaciones entre los tipos de vivienda y las formas de agrupación, y remitirse a las fórmulas más consolidadas y sus características dominantes en cuanto a las ventajas que cada solución ofrece a la habitabilidad, principalmente la relación con el medio: orientación, iluminación, vistas y privacidad. A este respecto, otras consideraciones relevantes serán la flexibilidad del espacio y la variedad de programas, los elementos comunes, etcétera.



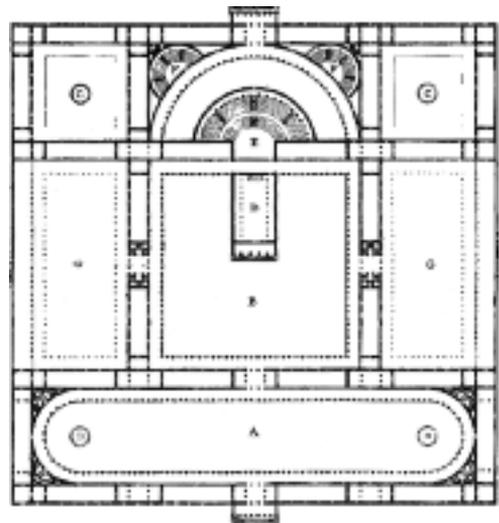
10.3. Esquema relativo a los diferentes aspectos que determinan el proyecto de un inmueble de viviendas.

# Escuelas

La educación ha requerido siempre una importante consideración en los planes de la ciudad, porque son necesarias muchas escuelas y además mantienen una relación de escala con el barrio, ya que dan servicio a determinado grupo de población para evitar los excesivos desplazamientos. Hay que considerar su importancia social: todos los países tienen un gran parque escolar construido, y es necesario hacer planteamientos racionales que permitan muchas y buenas escuelas

Se trata de un tipo de edificio relativamente sencillo, que requiere una gran atención a la funcionalidad, con muchos aspectos importantes como las circulaciones, el diseño de los diferentes espacios pedagógicos o las condiciones ambientales adecuadas para el aprendizaje.

Los primeros tipos significativos de escuelas son los de la Ilustración, que tomaron como modelos edificios grecorromanos con otros usos, como los gimnasios o los palacios; éstos se caracterizaban por tener patios y se interpretaban como monumentos cívicos en la ciudad, al igual que las bibliotecas y otros edificios de carácter cultural. En el siglo XIX –cuando se reguló el sistema pedagógico– se conservaron la ordenación en torno a patios y el carácter representativo –en España, la incorporación de la capilla en posición central subrayaba esta monumentalidad– y la escuela siguió ocupando

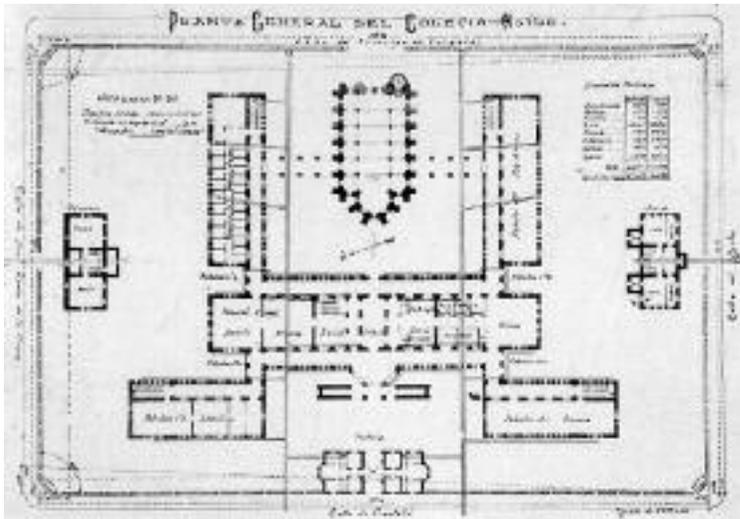


11.1. *Jean-Nicolas-Louis Durand, planta de una escuela, de su Précis des leçons d'architecture, 1802-1805.*

un lugar dominante en la trama de los ensanches, con una organización y un tamaño acordes con la escala de la gran ciudad.

El Movimiento Moderno descartó por completo estos tipos heredados y optó por planteamientos extensivos, basados en sus principios higienistas y funcionalistas: así, las escuelas se convirtieron en edificios ligeros, flexibles, funcionales y luminosos. La institución se vio muy influida por las propuestas de la ciudad jardín, en la que la escuela adoptaba un tamaño reducido, a la escala del barrio, y un carácter suburbano, desplazado a los distritos periféricos y muchas veces desligado del entorno urbano.

Un aspecto muy interesante de las escuelas modernas fue su industrialización, muy generalizada en la segunda mitad del siglo xx. Después, el estudio de las soluciones escolares ha perdido mucha intensidad, aunque se pueden encontrar algunas soluciones singu-



11.2. Colegio del Pilar, Madrid, 1921, obra de Manuel Aníbal Álvarez; este conjunto ocupa una manzana completa del Ensanche madrileño.



11.3. Planta de la ciudad jardín de Radburn (New Jersey), 1929. La escuela desempeñó un papel fundamental en los planes urbanos de los ensanches decimonónicos y, después, en los de la ciudad jardín, porque la proximidad del centro escolar al lugar de residencia es un índice indiscutible de la calidad de la estructura urbana.



lares, ya lejos de aquellas políticas oficiales que caracterizaron el siglo xx. En España se han construido recientemente cientos de escuelas, pero pocas realizaciones son destacables.

Los arquitectos modernos, como en tantos otros temas, no valoraron la claridad con que la arquitectura clasicista había logrado integrar las escuelas en la ciudad, y planearon unos hermosos colegios condenados al extrarradio. Uno de los aspectos fundamentales para el futuro de los edificios escolares es el reconquistar su lugar en la ciudad, desde luego con emplazamientos céntricos, pero también volviendo a concebirlos como espacios públicos, abiertos a todos y con una escala acorde a la ciudad. La tendencia suburbana no es buena ni para el colegio, ni para los niños y sus padres, ni para la ciudad.

Y puede ser interesante recuperar el papel que la escuela tuvo como 'unidad de medida' para el barrio en el urbanismo moderno, con planteamientos en los que el grupo residencial se definía a partir del número de familias que requerían un centro escolar.

### El plan de espacios

La escuela es como una pequeña ciudad, consecuencia de que los niños viven allí gran parte de su ciclo vital; se compone de múltiples espacios con características diversas, y lograr reunir esta variedad en una forma unitaria –al tiempo que se optimizan los diferentes espacios que la componen– es un aspecto fundamental de su diseño.

Los programas funcionales se organizan por niveles educativos (en España, infantil, primaria, secundaria y bachillerato), con va-

## Oficinas

Aunque en el periodo preindustrial se realizaron algunos edificios destinados al trabajo administrativo, se trataba de ejemplos muy singulares, generalmente públicos, como los ayuntamientos, y habitualmente organizados en torno a patios, siguiendo el modelo de los palacios renacentistas. Fue con la Revolución Industrial cuando este tipo de trabajo se extendió, y en la segunda mitad del siglo XIX tomaron forma los bancos nacionales, las bolsas y después los primeros edificios de oficinas de alquiler.

En esa época la construcción seguía dominada por los sistemas murales, pero el hierro ya estaba presente y las grandes estructuras acristaladas –aplicadas a invernaderos, estaciones de ferrocarril y mercados– penetraron en todo tipo de edificios, incluso como cubierta de los patios. Por otro lado, los perfiles de acero comenzaron a emplearse en soportes y forjados, lo que permitió el crecimiento en altura de los edificios y la progresiva liberación de la planta.

Así fueron tomando forma los edificios de oficinas característicos de los ensanches decimonónicos hasta la llegada de la moderni-

*12.1. Los primeros edificios administrativos fueron en general públicos, edificios muy singulares, como los ayuntamientos, emplazados en el centro de la ciudad. El Belfort ('campanario') de Brujas iniciado en 1296, reunía funciones comerciales, administrativas o de vigilancia, y en torno a él se reunía a los ciudadanos para proclamar las leyes de la ciudad.*



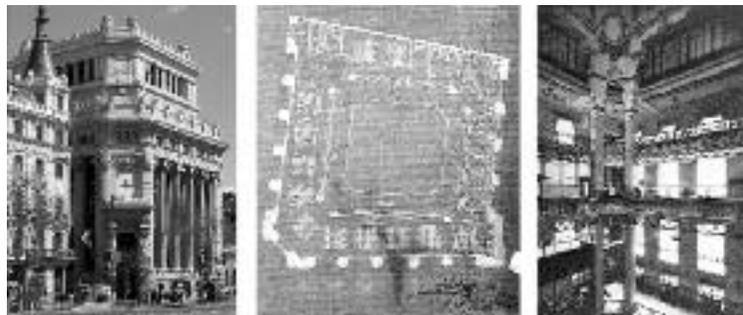


12.2. Sede central del Banco de España, Madrid, 1891, obra de Eduardo Adaro y Severiano Sainz de la Lastra, ampliado en 1927 por José Yarnoz. Los

primeros bancos nacionales concibieron sus nuevas sedes como grandes composiciones clasicistas, inspiradas en la monumentalidad de la

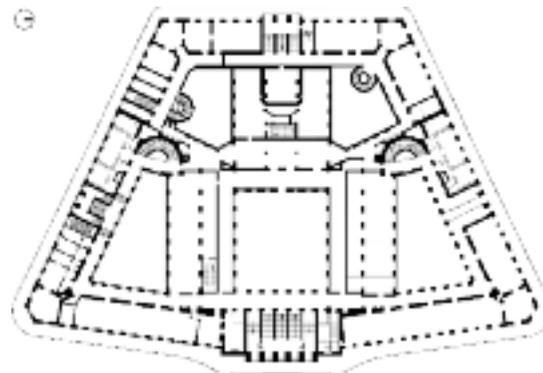
arquitectura romana y en los ejemplos tipológicos de la Ilustración, por lo que formaban secuencias de galerías, escalinatas, patios y salones, con

frecuencia abovedados, al tiempo que incorporaban atrios acristalados y amplios espacios diáfanos con una concepción más funcional.



12.3. Banco del Río de la Plata, Madrid, 1918, obra de Antonio Palacios. En contraste con la 'tierra de nadie' que son hoy los edificios de oficinas, los atrios de las sedes bancarias decimonónicas eran casi una prolongación del espacio urbano.

12.4. Caja Postal de Ahorros, Viena, 1906, obra de Otto Wagner.



12.5. Edificio Guaranty, Buffalo (Nueva York), 1896, obra de Dankmar Adler y Louis Sullivan. Sumamente funcionales y sencillos en planta, los edificios de la Escuela de Chicago tienen una gran potencia plástica con su composición y atención a los detalles de tradición clasicista. Pese a su progresivo desarrollo vertical, este nuevo tipo de edificio se integró con naturalidad en la trama de los centros urbanos norteamericanos.

dad. Como solución general, el edificio presenta potentes plantas clasicistas en torno a uno o más patios, con crujías lineales dotadas de muros portantes en el exterior, y forjados y entramado de acero en el interior. Por otro lado, apareció el 'edificio atrio' —primero en las bolsas de comercio de las capitales europeas a finales del siglo XIX y más adelante en las sedes bancarias—, resultado de acristalar y utilizar como sala de operaciones el patio característico de sus antecesores. Estos nuevos edificios se implantaron en la cuadrícula de los ensanches, convivieron con los edificios residenciales y adoptaron el carácter de edificios monumentales, llegando a ser esenciales en la configuración de la ciudad decimonónica.

Pero antes de finalizar el siglo XIX estos planteamientos estaban ya en retroceso en los Estados Unidos. Allí, el edificio de alquiler fue sustituyendo poco a poco a la sede corporativa, se le incorporó la estructura metálica y el ascensor como elementos protagonistas, y así tomó forma un nuevo tipo de edificio en Chicago: sencillas plantas en U o rectangulares, repetitivas y superpuestas, con un núcleo de ascensores, escaleras y aseos en posición central, un dominante impulso vertical, estructura metálica y un vestíbulo modesto, sin apenas rastro de las antiguas ordenaciones casi 'palaciegas'.

El edificio de oficinas moderno nació del cruce de esta experiencia de Chicago con las ideas del Movimiento Moderno, pero fue en los Estados Unidos donde tomaron forma los nuevos prototipos, en una evolución dictada básicamente por criterios de eficiencia espacial y rentabilidad, pero también por la continua experimentación de los nuevos sistemas técnicos: estructuras de diferente tipo, fa-

# Hospitales

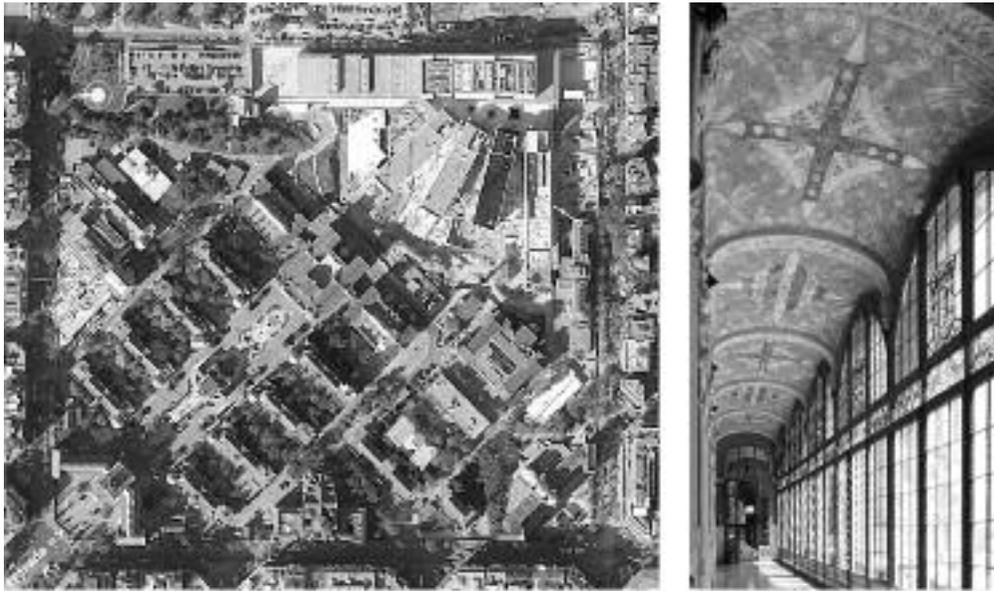
La arquitectura de la sanidad es particularmente compleja de abordar debido a la especialización de sus programas y especificaciones funcionales, razón también de que su historia discorra un poco aparte de la más divulgativa. Pero pocos edificios son tan fascinantes como los hospitales, precisamente por su complejidad, tamaño y relevancia.

Durante muchos siglos hubo muy pocos tipos edificatorios para el hospital, y tuvieron una larga pervivencia. De hecho, antes del siglo xx se encuentran apenas dos o tres soluciones generalizadas. Esto cambió drásticamente con la arquitectura moderna, y si las primeras soluciones se atuvieron a los mismos postulados que otros programas funcionales, pronto se aportaron nuevas ideas, discusiones y, finalmente, soluciones. Se desarrolló un afán experimental que no tiene correspondencia en la evolución de otros tipos de edificios, consecuencia quizá de la importancia del tema, de la implicación de tantas instituciones en su proyecto y de los avances de la medicina, pero tal vez ante todo de las diferentes políticas sanitarias emprendidas en distintos países.

En realidad, la concepción del hospital sigue estando actualmente en pleno debate, como respuesta al cambio profundo a que están sometidas tanto la sanidad como la arquitectura y sus técnicas. Algunos síntomas de cambio son de orden muy general: por ejemplo, la nueva atención al paciente, la tendencia ambulatoria, la informatización de las tareas, la atención a los problemas medioambientales y, en fin, lo que tratan de expresar nuevas denominaciones como 'parque de salud', 'hotel médico', etcétera.

En los hospitales, la tecnología tiene un papel muy relevante, en particular los sistemas de instalaciones; pero es sobre todo la importancia que la flexibilidad y la capacidad de crecimiento tienen en el edificio los que requieren una gran atención a todos los aspectos técnicos.

Por último, hay que referirse a la importancia del hospital en la ciudad, y decir una vez más que el siglo xix resulta modélico en la manera en que se integraron los grandes hospitales en la trama de los ensanches, una trama que estos edificios parecen continuar y prolongar. En la ciudad moderna esto no es así, y las ciudades sanitarias aparecen cada vez más como objetos ajenos y sin otra conexión que la motorizada. Por eso, volver a integrar el hospital en la ciudad es un objetivo necesario para el desarrollo de ambos.



### El plan de espacios

El 'hospital general' es el que presta atención en las principales especialidades médicas, para lo cual reúne un conjunto de servicios fundamentales como hospitalización, urgencias, consultas, servicios quirúrgicos, radiología, etcétera. Sus características e interrelaciones se describen en su plan funcional, que orienta también el tipo de edificio y su modelo de organización y gestión.

El proyecto de un hospital general está muy condicionado por el plan funcional. Cada uno de los servicios o áreas del edificio plantea el debate sobre cuál sería el trazado más adecuado. Por ejemplo, el área de hospitalización puede configurar un volumen independiente, resultado de las condiciones de diseño de las habitaciones, de las formas en que éstas pueden agruparse (atendiendo a su control, orientación, etcétera) y de sus conexiones con otros servicios.

13.1. Hospital de la Santa Cruz y San Pablo, Barcelona, 1913, obra de Lluís Domènech i Montaner: un conjunto de pabellones, enlazados por galerías subterráneas, que ocupa nueve manzanas del Ensanche barcelonés.

13.2. Esquema de las principales áreas de un hospital general.

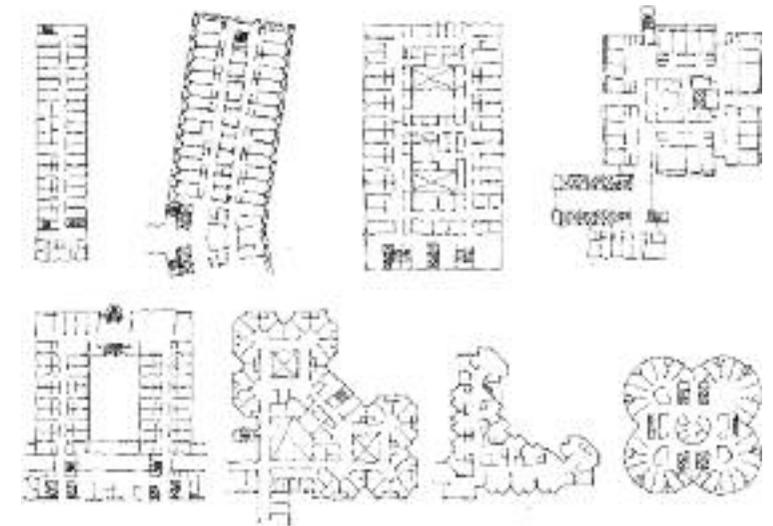
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE TRATAMIENTO</li> <li>Urgencias</li> <li>Cirugía</li> <li>Uci</li> <li>Rehabilitación</li> <li>Dialisis</li> <li>Hospital de día</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE ADMINISTRACIÓN</li> <li>Admisión</li> <li>Administración</li> <li>Docencia y Formación</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE DIAGNÓSTICO</li> <li>Radiología</li> <li>Medicina nuclear</li> <li>Laboratorio</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS PARA EL PACIENTE Y PERSONAL</li> <li>Vestíbulo general</li> <li>Cafetería y restaurante</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE SERVICIOS CLÍNICOS</li> <li>Hospitalización</li> <li>Consultas externas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE SERVICIO</li> <li>Central energética</li> <li>Muelle de carga</li> <li>Cocinas</li> <li>Vestuarios</li> <li>Almacenes</li> <li>Lancaría</li> <li>Informática</li> <li>Mantenimiento</li> <li>Seguridad</li> <li>Mortuorio</li> <li>Residuos</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE APOYO CLÍNICO</li> <li>Farmacia</li> <li>Esterilización</li> </ul>   |  |

Se puede recurrir a diversos emplazamientos (plantas superiores, edificio independientes) y a diferentes trazados en planta (corredor central, agrupaciones radiales o derivadas, etcétera).

Consideraciones similares nos llevarían a las posibilidades de diseño de las demás áreas, algunas particularmente diferenciadas como la quirúrgica, urgencias, etcétera. Muchas de ellas tienen como componente principal el consultorio médico, el 'box' de tratamiento u otro tipo de espacio, con organizaciones muy diferentes al área de habitaciones, por ejemplo, organizadas con dobles corredores: uno externo para los pacientes y otro interno restringido.

Se llegaría así a una serie de edificios independientes, con sus interconexiones, pero sin una forma que los integre. No obstante, también se podría emprender otro camino: planear una forma final a la que se habrían de acomodar las diferentes áreas. Esta dualidad entre el todo y las partes es un aspecto fascinante del proyecto hospitalario.

13.3. Diferentes disposiciones de unidades de hospitalización: Infanta Sofía (Madrid, 2007), Charité (Berlín, 1950), Dell'Angelo (Mestre, 2012), Hvidovre (Copenhague, 1975), Herlev (Copenhague, 1976), Llevant (Palma de Mallorca, 1992), Agatharied (Múnich, 1998), Wittigkofen (Suiza, 1989), Prentice (Chicago, 1971).

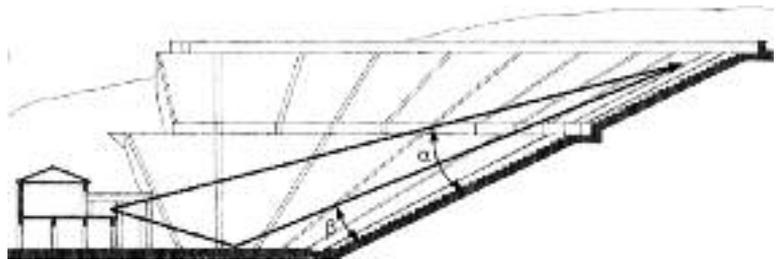


## Salas de espectáculos

Las salas de espectáculos pueden estar destinadas a actos muy diversos (conciertos, conferencias, teatro, óperas) y con frecuencia se especializan por su cometido funcional, que conduce a diferencias muy significativas. Por otra parte, un tipo de sala cada vez más habitual es la polivalente, planeada para admitir distintos tipos de espectáculos. A continuación se analizarán edificios de diferentes usos, con lo que se busca ofrecer un enfoque general de la sala polivalente.

La sala de espectáculos es esencialmente un recinto destinado a la visión y la audición, a cuyas leyes tiene que responder con una forma, un tamaño y una construcción adecuados. Otros factores determinantes son la organización de las circulaciones y los servicios, y en este aspecto destaca la importancia que tiene la seguridad en todo edificio destinado a la reunión de muchas personas.

14.1. Teatro de Epidauro (Grecia), siglo IV a.C. De Grecia hemos heredado una solución rotunda al teatro: la sala al aire libre radial en torno a la orquesta circular, con un escenario frontal. Epidauro, con una capacidad de unos 14.000 espectadores, posee una visión y una acústica excelentes como resultado de su geometría.



Estas salas de espectáculos muestran con claridad la pervivencia de los tipos a lo largo de la historia de la arquitectura; y a pesar de los cambios que han sufrido las diferentes representaciones, algunas soluciones antiguas siguen conservando una gran actualidad. Es el caso de los teatros griegos, de los que Epidauro ha llegado a ser el inevitable punto de referencia por su eficacia, su potencia formal y su sencillez. Y lo mismo ocurre con algunas salas de música, como es el caso de los teatros de ópera del Barroco o la Musikverein de Viena (1870), cuya leyenda está ligada también a sus cualidades acústicas.

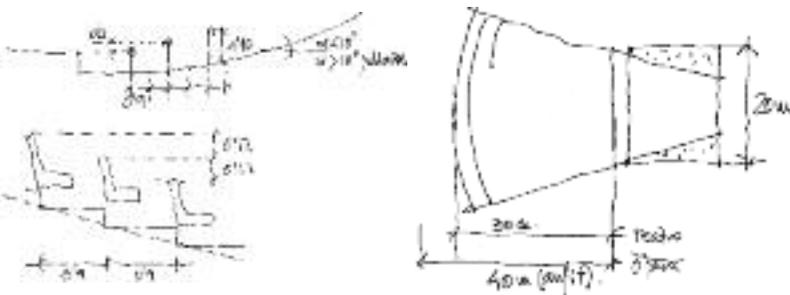
Por último, en los nuevos tipos creados en el siglo xx destacan las consecuencias del nacimiento de la acústica como ciencia y las derivadas de la aplicación a las salas de las soluciones estructurales de grandes luces, que abrieron nuevas puertas a la expresión plástica de estos grandes espacios.

### El plan de espacios

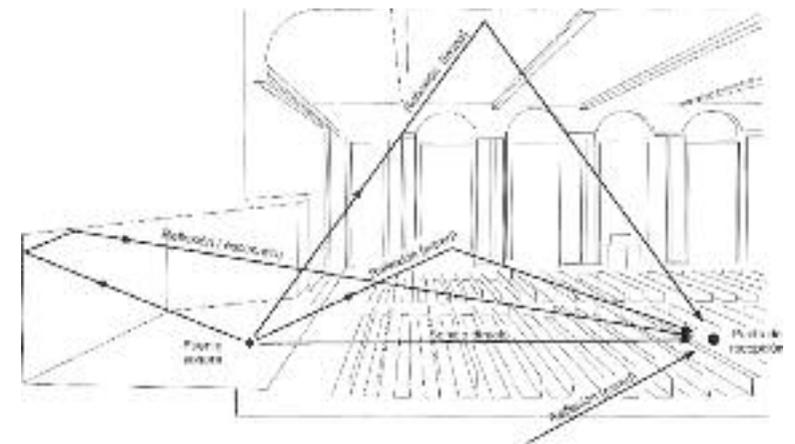
La visión fija la configuración básica de la sala, con unos fondos máximos del orden de 30 metros (teatro y ópera) a 40 metros (conciertos) y anchuras de unos 20 metros en la embocadura del escenario, que puede ir aumentando en cuña hacia el fondo de la sala con un ángulo que depende ya del espectáculo. La pendiente de las gradas se traza con la 'isóptica' (la línea que reúne los puntos con las mejores condiciones de visibilidad), con una elevación mínima de unos 12 centímetros de cada fila sobre la anterior.

La audición establece un nuevo límite para el tamaño y la forma. El sonido va perdiendo intensidad a medida que se aleja de la fuente; y si es direccional, como la voz, también disminuye a medida que nos apartamos del eje de propagación. Pero el espacio cerrado es un amplificador –pues la intensidad sonora aumenta al sumarse el sonido directo y el reflejado–, por lo que pueden aceptarse distancias máximas al escenario de hasta 30 metros en la platea y de 40 en palcos o galerías.

Las soluciones a la forma de la sala derivan en gran parte de la distribución de las reflexiones sonoras sobre las superficies. Conviene recordar que dichas reflexiones son más necesarias a medida que aumenta la distancia a la fuente, y que para evitar la reverberación,



14.2. Esquemas elementales de las condiciones de visión (trazado de la isóptica) y de audición en una sala de espectáculos.



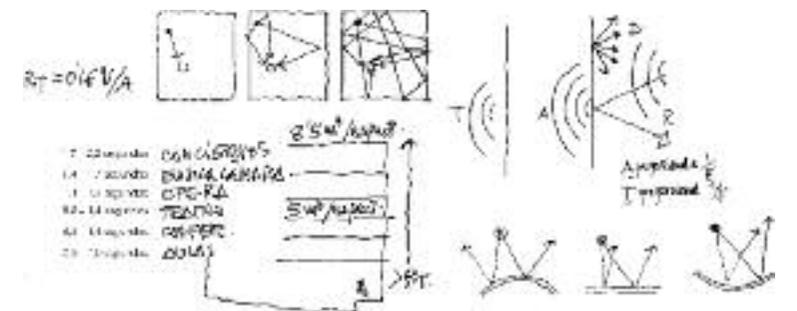
14.3. Esquema de la difusión del sonido, directo y reflejado, según Antoni Carrión.

ción, las primeras reflexiones deben alcanzar al oyente con un retardo inferior a 0,05 segundos para la palabra (equivalente a unos 15 metros) y de 0,01 segundos para la música (30 metros). Para controlar estas reflexiones se cuenta con las superficies envolventes de la sala, cuyos materiales se seleccionan en función de sus características acústicas: reflectantes (generalmente el techo del espacio principal y de los pisos altos o 'anfiteatros', la concha acústica si existe, y parte de las paredes laterales) o absorbentes (las butacas y las personas, la pared de fondo y parte de las laterales).

Otro aspecto decisivo para la audición es el 'tiempo de reverberación' ( $R_t$ , el tiempo que tarda un sonido en extinguirse al perder energía en sucesivas reflexiones), que es función, sobre todo, del volumen ( $V$ ) y de la absorción ( $A$ ) de la envolvente de la sala ( $R_t = 0,16 V/A$ , de modo que a mayor volumen más tiempo tardan las reflexiones sucesivas en extinguirse), por lo que resultan 'vivas' las salas con alto  $R_t$  (una iglesia) o 'apagadas' con bajo  $R_t$  (una sala de grabación).

Con  $R_t$  elevados, la palabra no se entiende, pero algunos tipos de música ganan en calidad. La escala de  $R_t$  de mayor a menor –es decir, empezando por más volumen y menos absorción– va en este orden: conciertos de música sinfónica (volumen medio 8,5 m<sup>3</sup>/espectador), música de cámara, ópera, teatros (volumen medio 5 m<sup>3</sup>/espectador), salas de conferencias, y aulas.

14.4. El tiempo de reverberación,  $R_t$ , es el tiempo que tarda un sonido en extinguirse y depende del volumen y la absorción de la sala: abajo, valores recomendados de  $R_t$  para cada uso y volúmenes equivalentes para la sala. A la derecha, comportamiento de un material ante las ondas sonoras, que pueden absorberse, reflejarse o difundirse según sus características. La absorción es inversamente proporcional a la densidad; la reflexión depende también de la forma.



## Polideportivos

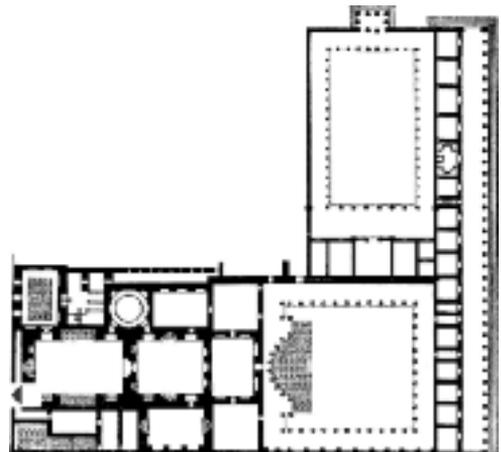
La arquitectura para el deporte se remonta a las competiciones de la antigua Grecia, que han dejado en la historia de la arquitectura huellas profundas: imponentes edificios y hasta un complejo urbano de la escala de Olimpia. Pero además de la competición, en Grecia y más tarde en Roma, la práctica deportiva estaba integrada en la vida urbana, y el gimnasio o 'palestra' siempre formaba parte de la ciudad.

Es esta idea de la práctica deportiva, y no la competición, lo que interesa para este capítulo, pues el edificio para el deporte es una construcción con gran protagonismo en la ciudad moderna.

Esta idea del ejercicio físico practicado en un recinto arquitectónico desapareció con la cultura antigua, y sólo tuvo reapariciones muy esporádicas como las pistas de tenis en las plazas del distrito londinense de Bloomsbury o los frontones en los pueblos de España. No fue hasta la segunda mitad del siglo xx cuando comenzó a plantearse el tema de dotar a las ciudades de instalaciones para la práctica deportiva ligada a la vida urbana.

Entre las diferentes instalaciones posibles que son específicas de cada deporte, pronto fue tomando forma la idea del 'polideportivo', un edificio caracterizado por una gran sala dotada de los servicios necesarios para permitir la práctica de varios deportes. A esta solución tipológica pronto le siguió la piscina cubierta, y con frecuencia el propio polideportivo agrupa ambos programas junto a otros posibles elementos complementarios.

15.1. A la derecha, planta de las termas y el gimnasio helenístico de Mileto; abajo, vista de la palestra romana de Pompeya.





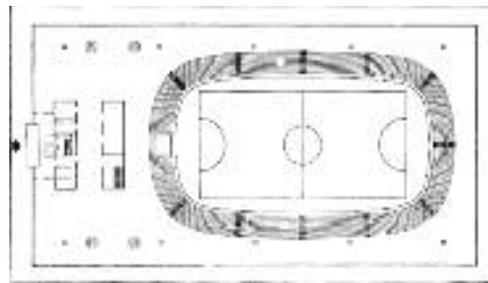
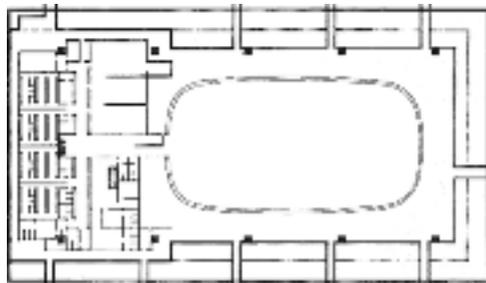
Se han puesto en práctica diferentes políticas para integrar estos edificios en la ciudad: por ejemplo, abriendo al público las instalaciones escolares; o dotando al polideportivo del carácter de centro de ocio para el barrio; o incorporando programas más complejos y vinculándolos a otros usos (comerciales), como ocurrió en Inglaterra tras la II Guerra Mundial con la creación de las *new towns*.

En España, y en general en Europa, se ha optado por la definición del polideportivo como un edificio muy ligado a la escala del barrio, una institución en la que el espectáculo es ocasional y cuyo programa más habitual consiste en una pista polifuncional y a menudo una piscina, además de algunos complementos como gimna-

15.2. *Billingham Forum, Stockton-on-Tees (Reino Unido), 1967, obra de Elder Lester & Partners. Este conjunto está planteado como un centro de ocio integrado, ya que reúne usos deportivos y culturales.*



15.3. *Polideportivo en Landskrona (Suecia), 1965, obra de Arne Jacobsen. Con una gran influencia de Ludwig Mies van der Rohe, este edificio parece recuperar la rotundidad y la sencillez del antiguo modelo griego.*



sio o cafetería. Han sido frecuentes las políticas de construcción sistemática de este tipo de dotaciones.

Se trata en general de edificios con estructura de luces medias, resueltos normalmente con un prisma rectangular, muy condicionados en su configuración y sus dimensiones por los reglamentos deportivos; la economía de construcción y de gestión son cruciales, y la durabilidad es importante; pueden resultar problemáticos (en especial las piscinas) por su ambiente húmedo y su atmósfera cargada. El diseño para la energía y el control ambiental son decisivos, debido a la importancia de la iluminación natural, la ventilación, el entorno termoacústico y el control del consumo energético, todo ello condicionado con la presencia de agua.

El polideportivo se presta mucho a la estandarización, y en muchos países se han puesto en marcha políticas de industrialización que garanticen edificios eficientes y económicos.

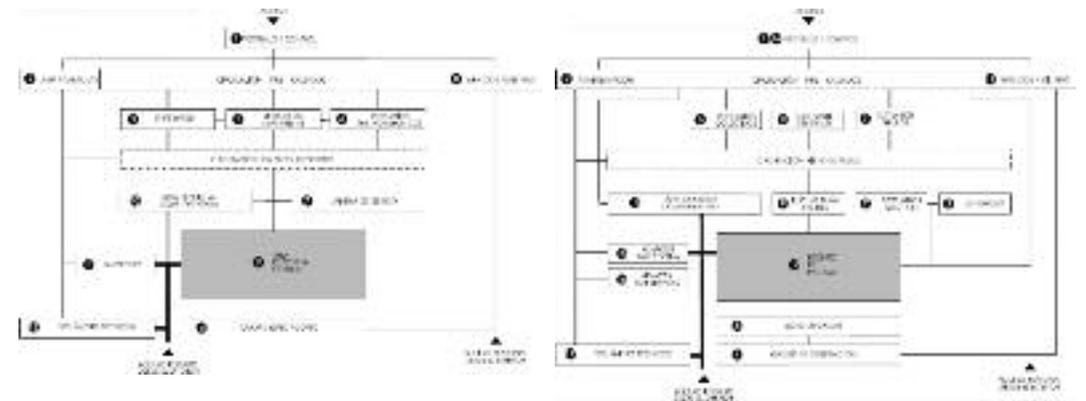
En la tradición humanista grecorromana, estos edificios adoptaron cierto carácter de arquetipos, como la 'palestra': una plaza o un patio, porticados, para hacer ejercicio físico. Los polideportivos españoles poco le deben a esta tradición y son bastante más convencionales, pues su proyecto debe cumplir un conjunto de normas y reglamentos que dejan poco espacio para las ideas novedosas, pero a veces es posible hacer planteamientos más abiertos y ambiciosos.

**La organización**

El polideportivo suele ser un edificio compacto y prismático, cuyo elemento principal es la pista deportiva, planeada para algunos deportes muy extendidos como el baloncesto, el balonmano, el balonvolea y el fútbol sala, además de la gimnasia en general. Se pueden practicar también varios deportes simultáneamente dividiendo la pista general en varias de menor tamaño. La sala se complementa con la zona de acceso, los vestuarios y otros espacios optativos (espectadores, gimnasio o cafetería).

La normativa española contempla cuatro tipos de edificios deportivos (escolares, de barrio, pabellones y grandes pabellones); es-

15.4. *Esquemas de circulaciones en el polideportivo (izquierda) y la piscina cubierta (derecha), según la normativa regional de Andalucía. En los edificios deportivos, y especialmente en las piscinas, los vestuarios funcionan como una esclusa, y es frecuente que su organización longitudinal forme un cuerpo de servicios.*



## Terminales de aeropuertos

La ‘terminal’ es el espacio donde el viajero toma o abandona un medio de transporte, de modo que el cometido de este tipo de edificios es facilitar ese tránsito a las distintas clases de vehículos que lo van a trasladar. Al ser un espacio público, suele llevar asociadas otras funciones, habitualmente las de comercio y restauración. Por otro lado, este espacio de transición tiene el carácter de ‘puerta’ de la ciudad, pues es el primer lugar, o el último, que el viajero relaciona con el origen o el destino de su desplazamiento.

En la actualidad vivimos tiempos de transporte de masas, y las terminales están muy condicionadas por su eficiencia y seguridad: mover al mayor número posible de personas en el menor tiempo y con la mayor seguridad. También la capacidad de crecimiento y flexibilidad son factores decisivos, pues a veces es necesario acometer cambios de gran envergadura y hay que hacerlo además sin interrumpir el funcionamiento del edificio.

En el caso de los aeropuertos, las terminales están determinadas por características muy específicas (como los movimientos de los aviones y de los equipajes, las rutinas de seguridad, etcétera) y deben cumplir una normativa muy compleja, lo que parece indicar que es un trabajo de especialistas. Pero al mismo tiempo, estos edificios no dejan de ser contenedores relativamente sencillos, y su proyecto es perfectamente abordable. Por otro lado, lo que es realmente complejo es el aeropuerto en su conjunto, dentro del cual la terminal no es sino una pequeña parte del programa funcional.

Es muy llamativo el carácter innovador, casi ‘futurista’, de la arquitectura para el transporte y en especial de los aeropuertos; la importancia de la ingeniería y su apuesta por las nuevas estructuras es un aspecto muchas veces destacado de su concepción. Pero este

16.1. *Aeropuerto de Tempelhof, Berlín, 1941, obra de Ernst Sagebiel, hoy integrado en el centro de la ciudad.*



‘futurismo’ llega aún más lejos y no es casual que las primeras estaciones de metro sean modernistas, o que la arquitectura reciente del transporte se haya identificado frecuentemente con la *high tech*. Este carácter anticipador de las terminales de transporte es tan característico que son muchas las realizaciones que son auténticos hitos en la historia de la arquitectura.

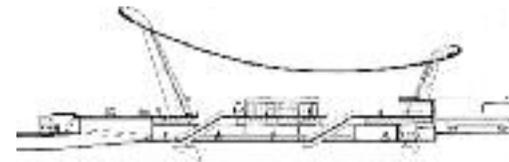
Por otro lado, hay que considerar que se trata de edificios con una historia muy corta y, en cambio, la experiencia reciente es amplísima, pues las novedades se suceden a un ritmo vertiginoso.

### El plan de espacios

En sus comienzos, la terminal aeroportuaria no era mucho más que un ‘chalet’ para la espera de los viajeros, pues poco más hacía falta para atender a un flujo de aviones muy escaso. Pero después de la II Guerra Mundial se produjo un rápido crecimiento del tráfico aéreo y del tamaño de las aeronaves; en los años 1960 se generalizó el uso de los reactores y aumentó la capacidad de los aparatos; esto hizo que ya no pudiesen aproximarse a la terminal y que el traslado tuviese que hacerse en autobuses o lanzaderas. Fue entonces cuando la terminal adoptó su forma actual, con la sección organizada en dos plantas (salidas en la superior y llegadas en la inferior), que se corresponden con dos niveles en el acceso del tráfico rodado en el ‘lado tierra’, donde se hizo necesario un gran aparcamiento. El edificio pionero de esta época fue la terminal del aeropuerto Dulles, en Washington, obra de Eero Saarinen, la primera construcción concebida para reactores y en la que las propias salas de embarque funcionan como lanzaderas.

Al poco tiempo, este planteamiento quedó obsoleto, y a la terminal aislada le sucedió un conjunto aeroportuario formado por varias terminales independientes, cada una para una compañía, y con una estructura viaria de enlace. Como la terminal propiamente dicha no podía dar cabida a todos los puntos de embarque, se incorporaron las terminales ‘satélite’ en forma de estrella, conectadas mediante corredores al edificio principal. Todo esto se puede apreciar en el aeropuerto John F. Kennedy de Nueva York (JFK), con la famosa terminal, obra también de Saarinen, destinada originalmente a la ya desaparecida aerolínea TWA.

En la década de 1970 –con las dos crisis del petróleo: 1973 y 1979– el terrorismo aéreo se convirtió en un problema fundamental, y la seguridad se impuso a la eficacia de los recorridos. Se construyó el Boeing 747 ‘Jumbo’, se generalizaron las conexiones entre vuelos, las esperas se fueron prolongando y la terminal acabó adoptando el carácter de un centro comercial. Empezaron a establecerse los *hubs* (grandes aeropuertos en los que se concentran las conexiones entre vuelos), lo que hizo aumentar considerablemente la afluencia de pasajeros.



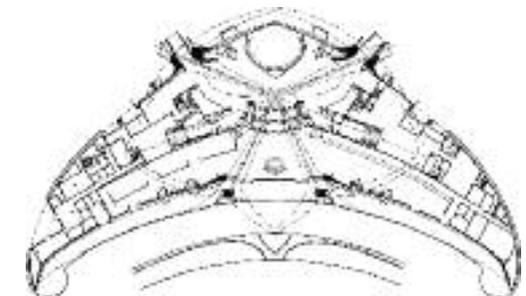
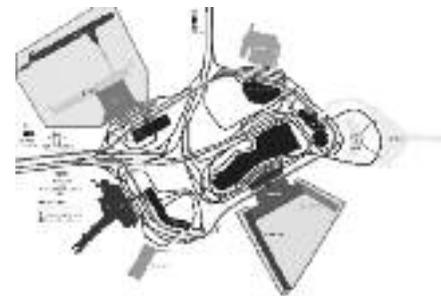
16.2. Arriba, terminal del aeropuerto Dulles, Washington, 1962, abajo, aeropuerto John F. Kennedy, Nueva York,

con la terminal de la antigua compañía TWA, 1962; ambas terminales son obra de Eero Saarinen.



En los dos edificios están presentes ya los principios de organización de las terminales actuales: están concebidos como un

espacio único y aprovechan las posibilidades de las estructuras laminares en hormigón armado.



Como consecuencia de ello se concibieron los ‘megaeropuertos’, en los que se buscaba ‘llegar en automóvil hasta el embarque’, con lo que las carreteras invadieron estos conjuntos. En los Estados Unidos se adoptó el modelo formado por terminales lineales independientes interconectadas con trenes y autopistas, es decir, la organización del JFK; un buen ejemplo es el aeropuerto de Kansas City (Misuri, 1972), que multiplicó los puestos de control a lo largo de las terminales para reducir la distancia entre el embarque y el automóvil. Otra solución fueron las terminales ‘satélite’, que desarrolla-

## La arquitectura como arte

Este libro tiene como objetivo tratar de racionalizar el ‘conjunto de mixtificaciones’ en que se ha convertido esa disciplina que es la arquitectura.

Para ello, se han definido sus contenidos y sus fines a la manera de ‘principios’, de la forma más precisa posible, aunque muy breve. Algunos de ellos (los más técnicos) ya los había desarrollado anteriormente, en especial en el libro *La arquitectura como técnica* (2007). Otros (sobre todo los dedicados a la tipología) tienen un gran camino por delante: no sólo sería posible estudiar muchos otros tipos, sino que cada uno de ellos debería ser objeto de un mayor desarrollo, sobre todo en sus aspectos más técnicos.

A partir de ahí, la conclusión principal de este libro se refiere a su alcance. Algunos capítulos (en especial los dedicados a la plástica y la geometría) parecen internarse en un terreno que supera el ámbito del planteamiento global.

Quizá se quede el lector con la duda de si, en opinión del autor, la consideración científica de la arquitectura *agota* su alcance, o si existe también otra forma de entenderla, que sería ‘la arquitectura como arte’. Y, si es así, en qué consiste este segundo enfoque.

### Uno

El modo en que se entiende hoy en día la dualidad entre la ciencia y el arte –y, más concretamente, la idea popularizada de lo que es el arte– está en el origen de casi todos los desaciertos que acompañan a la arquitectura contemporánea y al resto de las artes. Éste es el motivo de que la conclusión de este libro esté dedicada a aclarar el tema.

La definición del arte debe incluir dos conceptos importantes: el primero, que el arte es un lenguaje; el segundo, que actúa por representación.

El lenguaje es la gran creación de los orígenes de la humanidad; es lo que nos hace específicamente humanos, mucho más que la capacidad de fabricar útiles o herramientas. El primer lenguaje dominante, el más capaz, fue lógicamente el oral, pero al mismo tiempo se fueron elaborando otros lenguajes, con otras capacidades, como el lenguaje plástico, la música o la danza.

Es posible imaginar en los orígenes la progresiva formación de un lenguaje que buscaba la transmisión de información específica

con la máxima objetividad y eficacia. Pero pronto se pretendería transmitir contenidos más complejos (por ejemplo, comunicar los sueños y tantos otros pensamientos menos objetivables), y el lenguaje tendría que recurrir a la 'representación', mediante imágenes o metáforas que sustituyesen a la descripción objetiva para aumentar la expresividad.

Francisco Javier Sáenz de Oíza se refería a este tema con el ejemplo de un *kaiku* sobre el hijo muerto, en el que el padre sólo tomaba conciencia de la ausencia del hijo al ver su ropa tendida; es decir, sólo mediante la representación se pueden comunicar determinadas ideas o emociones.

A un lenguaje con estas características le llamamos lenguaje 'artístico': el arte es un lenguaje que representa lo no objetivable mediante su representación.

En los orígenes se elaboraron diferentes lenguajes artísticos mediante la expresión oral, la danza o la música, lenguajes que podemos conocer por su pervivencia en las sociedades tribales, y en la nuestra. Pero el lenguaje que ha llegado hasta nosotros de manera directa es el lenguaje plástico, y se conocen diversos tipos de creaciones relacionadas con la plástica: desde las herramientas a las pinturas o las construcciones.

Algunas de estas creaciones se identifican claramente como herramientas o 'útiles': hachas, flechas y similares; y más tarde el arado o la rueda. La cerámica puede incluirse en este grupo de útiles, pues está muy determinada por su capacidad para el almacenaje.

En cuanto a muchas construcciones (como las primeras sepulturas o cabañas), su carácter es igualmente tan objetivo o racional como era posible, sus formas iniciales derivan de la observación de la naturaleza, de los materiales y de las necesidades funcionales.

En todos estos casos se trata de objetos cuyo diseño está claramente determinado por su finalidad, son 'útiles'; y el juicio sobre su calidad es claro, científico, contrastable en cuanto a eficiencia, destreza y dominio de la técnica. En estos objetos no hay 'representación' –o, mejor dicho, no es determinante–, y por eso no se consideran obras de arte.

Otras creaciones no tienen ese carácter utilitario, como las piezas del ajuar (aros, collares, pectorales, etcétera), las pinturas o las construcciones megalíticas. Todas ellas son representaciones: son objetos que tratan de describir o aludir a pensamientos difícilmente objetivables, representados mediante formas, geometrías o colores. Son creaciones artísticas, pues manifiestan una clara voluntad de expresión y representación de otras ideas.

## Dos

Las artes participan simultáneamente de las características de los lenguajes objetivos y de los representativos. Y es que las artes,

como todo lenguaje, requieren una estructura científica y una técnica compleja que las haga universales y transmisibles.

Si se observan la pintura y la escultura prehistóricas, se ve que en muchos de los casos se trata de imágenes figurativas entre las que predominan las representaciones de animales, caracterizadas por su notable capacidad tanto analítica como sintética. En gran medida, se trata de representaciones muy objetivas, que recuerdan a las ilustraciones que sobre la naturaleza realizarían mucho más adelante los biólogos. Se descubren regularidades y reglas, y se elaboran soluciones a partir de su observación. También se aprecia la presencia de depurados elementos geométricos –mucho más elaborados en el Neolítico–, con frecuencia aplicados sobre otros objetos, y que repiten patrones constantes igualmente derivados de la observación de la naturaleza.

Tiempo después, y ya entrados en la historia, la pintura y la escultura llegaron a estar basadas en sistemas de reglas, unos sistemas concretos y definidos que pueden encontrarse ya en Sumer, Egipto y la antigua Grecia, y más adelante en el Renacimiento. Estos sistemas de reglas incluso llegarían a elaborarse de manera sistemática en forma de tratados.

Esta presencia de unas 'reglas' o de un sistema objetivo es aún más evidente en la arquitectura, que requiere un elaborado cuerpo técnico, un procedimiento científico, pues las construcciones están dominadas por el objetivo de cumplir una función práctica, y su estabilidad y permanencia es además cuestión de supervivencia, de vida o muerte. Ya desde la Antigüedad, y como en el caso de la pintura, la estructura científica de la arquitectura quedaría definida en cada periodo histórico con un rigor que hoy nos asombra: piénsese en la continuidad de sus normas en Egipto o Grecia.

Y lo mismo ocurrió con la danza, la música o el teatro: las artes fueron estableciendo un lenguaje coherente, una elaborada disciplina con una estructura lo más científica posible.

## Tres

Ningún sistema de reglas agota el arte que trata de sistematizar, y el artista, en cierto momento, ha de superar ese complejo de reglas con sus propias intuiciones para alcanzar su objetivo. Esto es evidente en la pintura, en la que un conocimiento riguroso de la técnica puede producir espléndidas imágenes, como las realizadas en el siglo XIX en los estudios de biología o en la 'pintura de historia': dos muestras de las limitaciones de un planteamiento estrictamente objetivo de la representación. Ya en la propia pintura paleolítica, muchas características escapaban a su sistematización: el énfasis en determinadas partes, la estilización de las figuras, la plasmación del movimiento, el énfasis geométrico; las representaciones de animales, las 'venus' o las escenas neolíticas no se agotan en un tratado.

# Procedencia de las ilustraciones

## Cubierta

Arriba: Jean-Nicolas-Louis Durand, *Compendio de lecciones de arquitectura: parte gráfica de los cursos de arquitectura* (Madrid: Pronaos, 1981). Abajo: Leonardo Benevolo, *Diseño de la ciudad - 5: el arte y la ciudad contemporánea* (México, D.F.: Gustavo Gili, 1978).

## Frontispicio

Dibujo del autor

## Introducción

- 0.1. <http://photoeverywhere.co.uk/east/hongkong/37-hkskylinedetails2.jpg>.
- 0.2. Foto: Peter Stackpole. Life Picture Collection/Getty Images. Publicada en [https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico\\_12712/1](https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico_12712/1).

## Capítulo I

- 1.1. Pintura del autor.
- 1.2. <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/entrada-en-el-arca-de-noe/e4891102-21be-4550-bb6c-ofc365d623b7>.
- 1.3. Foto y dibujos del autor.
- 1.4. Dibujos del autor y foto tomada de Markus Hattstein y Peter Delius (edición), *Islam: arte y arquitectura* (Königswinter: H.F. Ullmann, 2007).
- 1.5. De izquierda a derecha: Alberto Santana, *Igartubeiti, un caserío guipuzcoano: investigación, restauración, difusión* (San Sebastián: Departamento de Cultura, Euskera, Juventud y Deportes, 2003); Georges Candilis, *Muebles Thonet: historia de los muebles de madera curvada* (Barcelona: Gustavo Gili, 1981); Giovanni Albera y Nicolas Monti, *El diseño italiano* (Barcelona: Gustavo Gili, 1989).
- 1.6. Foto de Sebastián Zapata y dibujo del autor.
- 1.7. Dibujos del autor y foto de © Guillaume Piolle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cathedrale\\_d%27Amiens\\_-\\_nef\\_depuis\\_le\\_triforium.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cathedrale_d%27Amiens_-_nef_depuis_le_triforium.jpg).
- 1.8. Fotos del autor.
- 1.9. Dibujo del autor.

## Capítulo II

- 2.1. Luigi Canina, *L'architettura egiziana* (facsimil de las láminas de la primera sección de *L'architettura antica descritta e dimostrata coi monumenti*, Roma, 1839-1844; Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2000), página 105.

*El origen y el propósito de este libro son eminentemente académicos, por lo que toda la documentación incluida en él proviene del material didáctico empleado en la actividad docente e investigadora del autor. A continuación se indica de dónde se han obtenido las imágenes, en línea con la doctrina del 'uso razonable' (fair use) que se aplica en el mundo editorial a las publicaciones universitarias, y siguiendo el criterio del artículo 32 de la Ley de Propiedad Intelectual (2/2019) sobre 'Citas y reseñas e ilustración con fines educativos o de investigación científica'.*

# Índice alfabético

- Aalto, Alvar: 36, 39, 168, 226, 231, 238;  
figuras: 38, 151, 231
- Ábalos, Iñaki: 136; figura: 136
- Adaro, Eduardo: 184; figura: 184
- Adler, Dankmar: 185, 224; figuras: 185,  
224
- Aeropuerto de Alicante-Elche: 269; figura:  
269
- Aeropuerto de Ammán: 270
- Aeropuerto de Barajas, 'Adolfo Suárez',  
Madrid: 261, 265; figura: 263
- Aeropuerto de Carrasco, Montevideo: 265,  
270; figura: 271
- Aeropuerto de Chek Lap Kok, Hong  
Kong: 266, 270; figuras: 266, 267
- Aeropuerto de Ciudad de México: 266,  
269; figura: 269
- Aeropuerto de Denver: 265; figura: 270
- Aeropuerto de Kansai, Osaka: 265, 269;  
figura: 268
- Aeropuerto de Kansas City: 259; figura:  
260
- Aeropuerto de Lujua, Bilbao: 265
- Aeropuerto de Pekín: 266, 269; figura: 267
- Aeropuerto de Roissy 'Charles de Gaulle',  
París: 261; figuras: 260, 269
- Aeropuerto de Sharm el-Sheik: 262; figura:  
262
- Aeropuerto de Stansted, Londres: 52, 270;  
figura: 52, 265
- Aeropuerto de Tempelhof, Berlín: 267;  
figura: 257
- Aeropuerto del Prat, 'Josep Taradellas',  
Barcelona: 266
- Aeropuerto Dulles, Washington: 258, 270;  
figura: 259
- Aeropuerto John F. Kennedy, Nueva York:  
258; figura: 259
- Aeropuerto O'Hare, Chicago: 265  
figura: 270
- Aeropuerto Ronald Reagan, Washington:  
266; figura: 264
- Agencia Federal del Medioambiente,  
Dessau: 92, 192; figura: 92
- Alberti, Leon Battista: 278
- Aleotti, Giovanni Battista: 225; figura: 225
- Alfieri, Benedetto: 234; figura: 234
- Allied Architects: 206; figura: 206
- Altar de Pérgamo: 113; figura: 113
- Altes Museum, Berlín: 32
- Álvarez, Manuel Aníbal: 170; figura: 170
- Andreu, Paul: 260; figuras: 260, 269
- Arau, Higinio: 220; figura: 220
- Archivo de Indias, Sevilla: 24; figura: 24
- Attenborough, David: 72
- Auditorio Parco della Musica, Roma: 227;  
figura: 227
- Auditorium, Chicago: 224, 234; figura: 224
- Aula magna, Ciudad Universitaria,  
Caracas: 235
- Aula Pablo VI, Vaticano: 235; figura: 236
- Ayuntamiento, Brujas: 183; figura: 183
- AZCA, Madrid: 126
- Bachelard, Gaston: 144
- Banco de Bilbao, Madrid: 53, 91, 108;  
figuras: 53, 91, 108
- Banco de Inglaterra, Londres: 34
- Banco Mercantil e Industrial, Madrid: 114;  
figura: 114
- Baptisterio de Florencia: 28; figura: 28
- Baptisterio de Parma: 28; figura: 28
- Baptisterio de Pisa: 28; figura: 28
- Barbaro, Daniele: 97; figura: 97
- Bárcena la Mayor: 74; figura: 74
- Barlow, W. H.: 35; figura: 35
- Battisti, Eugenio: 98; figura: 98
- Bauhaus, Dessau: 36
- Berlage, Hendrik Petrus: 127, 166; figura:  
128
- Berned, Arturo: 211; figura: 211
- Biblioteca Británica, Londres: 34
- Biblioteca de Exeter (New Hampshire): 37;  
figura: 37
- Biblioteca Lanchester: 82; figura: 82
- Biblioteca Mount Angel (Oregón): 38;  
figura: 38
- Biblioteca Nacional, Madrid: 34; figura: 34
- Biblioteca Pública, Nueva York: 34; figura:  
34
- Bijvoet, Bernard: 177
- Billingham Forum, Stockton-on-Tees: 242;  
figura: 242
- Bini, Dante: 180
- Bloomsbury, Londres: 163
- Bofill, Ricardo: 165; figura: 165
- Bonell, Esteve: 248; figura: 248
- Bornebusch, Brüel & Selchau: 207; figura:  
207
- Borromini, Francesco: 99
- Boullée, Étienne-Louis: 33
- Broad Sustainable Building: 55; figura: 55
- Brückwald, Otto: 226; figura: 226
- Brueghel el Joven, Jan: 19; figura: 19
- Brunelleschi, Filippo: 49, 99, 105; figuras:  
49, 98, 106
- Brunet-Saunier: 202; figura: 202
- Bunshaft, Gordon: 270; figura: 270
- Burnham & Root: 86; figura: 86

Cabezuela del Valle (Cáceres), casa popular: 47; figura: 47  
 Cairn de Gavrinis: 112; figura: 112  
 Calatrava, Santiago: 232, 237  
 Candela, Félix: 100; figura: 100  
 Candilis, Josic, Woods & Schiedhelm: 88; figura: 88  
 Canina, Luigi: 27; figura: 27  
 Cano Lasso, Julio: 150; figura: 150  
 Capilla de la Sábana Santa, Turín: 49; figura: 49  
 Capilla Pazzi, Florencia: 106, 107; figura: 106  
 Carnac, alineamientos: 95; figura: 95  
 Carnegie Hall, Nueva York: 224  
 Carrère & Hastings: 34; figura: 34  
 Carrión, Antoni: 219; figuras: 219, 223  
 Casa Batlló, Barcelona: 116; figura: 116  
 Casa Bloc, Barcelona: 164; figura: 164  
 Casa Citrohan: 47; figura: 47  
 Casa de la Cascada: 64; figura: 64  
 Casa de los vigilantes del río Loue: 113; figura: 113  
 Casa del Fascio, Como: 64, 116, 191; figuras: 64, 116, 191  
 Casa Farnsworth: 53, 99, 145; figuras: 53, 99, 145  
 Casa Jacobs, Madison: 80, 145; figuras: 80, 145  
 Casas Métropole, Meudon: 158; figura: 158  
 Casas, Manuel de las: 150; figura: 150  
 Catedral de Amiens: 23, 84; figuras: 23, 84  
 Catedral de Chartres: 23; figura: 23  
 Catedral de Laon: 23; figura: 23  
 Catedral de Notre-Dame, París: 23, 278; figuras: 23, 279  
 Catedral de Reims: 23; figura: 23  
 Centro Georges Pompidou, París: 209; figura: 209  
 Centrosoyus, Moscú: 232  
 Cerdá, Ildefonso: 122; figura: 122  
 Choisy, Auguste: 48  
 CIAM (Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna): 75, 132, 141, 152  
 Ciorraga, Juan de: 84; figura: 84  
 Circus y Royal Crescent, Bath: 163; figura: 163  
 Clotet & Paricio: 174; figura: 174  
 Colegio Añoreta, Rincón de la Victoria: 176; figura: 176  
 Colegio del Pilar, Madrid: 170; figura: 170  
 Colegio Menéndez Pelayo, Madrid: 175; figura: 175  
 Colegio Rodríguez Fornos, Valencia: 174; figura: 174  
 Colegio San Diego y San Nicolás, Madrid: 174; figura: 174  
 Colonia Dammmerstock, Karlsruhe: 146; figura: 146  
 Colonia Güell: 60; figura: 60  
 Colonia solar Rolf Disch: 71; figura: 71  
 Commerzbank, Fráncfurt: 82; figura: 82  
 Concertgebouw, Ámsterdam: 223  
 Concertgebouw, Brujas: 221; figura: 221  
 Contact Theatre, Manchester: 238; figura: 238  
 Corea, Mario: 248; figura: 248  
 Covarrubias, Alonso de: 62; figura: 62  
 Craig, James: 163; figura: 163  
 Crystal Palace, Londres: 67, 115; figura: 67  
 Currey, Henry: 203; figura: 203  
 Darwin, Charles: 19; figura: 19  
 Dawkins, Richard: 94; figura: 94  
 De la Hoz, Rafael: 180; figura: 180  
 De la Joya & Barbero: 179; figura: 179  
 De la Sota, Alejandro: 247; figura: 247  
 De Wailly, Charles: 227; figura: 228  
 Di Giorgio, Francesco: 191; figura: 191  
 Dinkeloo, John: 187; figuras: 187, 190  
 Docklands, Londres: 126  
 Dome School, Johnson Creek: 180; figura: 180  
 Domènech i Montaner, Lluís: 198; figura: 198  
 Dorton Arena, Raleigh: 53; figura: 53  
 Duiker, Jan: 177  
 Durand, Jean-Nicolas-Louis: 31, 33, 34, 99, 169; figuras: 31, 99, 169  
 Egas, Enrique: 31; figura: 31  
 Ehrenkrantz, Ezra: 54, 179; figura: 178  
 Eiermann, Egon: 195; figura: 195  
 Eiffel, Gustave: 58, 114; figura: 58  
 El Capricho, Comillas: 77; figura: 77  
 Elder Lester & Partners: 242; figura: 242  
 Eliade, Mircea: 144  
 Ensanche de Barcelona: 133, 198; figuras: 122, 198  
 Ensanche de Madrid: 133, 142, 170; figuras: 142, 150, 170  
 Erskine, Ralph: 167, 192; figuras: 167, 192  
 Escuela al aire libre, Ámsterdam: 177  
 Escuela Albert Camus, Fréjus: 175; figura: 175  
 Escuela Bornheimer, Fráncfurt: 177; figura: 173  
 Escuela Crow Island, Winnetka: 172; figuras: 172, 176  
 Escuela de Ingeniería, Leicester: 37; figura: 37  
 Escuela en Villejuif: 178; figura: 178  
 Escuela Gebhard Müller: 181; figura: 181  
 Escuela Montessori, Ámsterdam: 177; figura: 177  
 Escuela Munkegård, Dyssegård: 177; figuras: 172, 176  
 Escuela Petersschule, Basilea: 177  
 Escuela pública, Celle: 173; figura: 173  
 Escuela Saint-Exupéry, Madrid: 172; figura: 172  
 Escuela St. George's, Wallasey: 181; figura: 181  
 Escuela Turó de Can Matas, San Cugat: 179; figura: 179  
 Escuelas en Hertfordshire: 179; figura: 178  
 Escuelas Sagrada Familia, Barcelona: 180  
 Escuelas Scsd (School Construction Systems Development): 179; figura: 178  
 Estación de St. Pancras: 35; figura: 35  
 Estadio olímpico, Múnich: 51  
 Estudio Lamela: 262; figuras: 262, 263  
 Explorations Architecture: 252; figura: 252

Facultad de Historia, Cambridge: 37; figura: 37  
 Fairbanks, Bruce: 269; figura: 269  
 Fedala, depósito de agua: 51; figura: 51  
 Ferrater, Carlos: 245; figura: 245  
 Festspielhaus, Bayreuth: 226; figura: 226  
 Fibonacci, serie: 102, 103; figura: 108  
 Filarete, Antonio Averlino: 30, 33, 202  
 Finlandia Talo, Helsinki: 231; figura: 231  
 Flórez, Antonio: 180; figura: 175  
 Ford, Edward R.: 64; figura: 64  
 Foster, Norman: 52, 82, 175, 266, 269, 270, 272; figuras: 52, 82, 175, 265, 266, 267, 269  
 Franck, Wilhelm: 149; figura: 149  
 Frontón Recoletos, Madrid: 249; figura: 249  
 Fuller, Richard Buckminster: 51, 66, 100, 159; figuras: 66, 100  
 Futurama, exposición: 76; figura: 76  
 Galilei, Galileo: 60  
 García Benito, Mariano: 89; figura: 89  
 Garnier, Charles: 231; figura: 231  
 Gaudí, Antonio: 49, 60, 77, 116, 180; figuras: 60, 77, 116  
 Gauthier, Martin-Pierre: 203; figura: 203  
 Geddes, Norman Bel: 76; figura: 76  
 General Motors: 76; figura: 76  
 Giedion, Sigfried: 22, 163; figura: 22  
 Gil, Josep Maria: 248; figura: 248  
 Gimnasio de Mileto: 241; figura: 241  
 Gimnasio Maravillas, Madrid: 247; figura: 247  
 GMP: 53; figura: 53  
 Goicoa, José: 75; figura: 75  
 González Sterling, Luis: 201; figura: 201  
 Grand Théâtre, Burdeos: 227  
 Greenwich Millennium Village, Londres: 167; figura: 167  
 Gropius, Walter: 36, 146, 215, 221; figuras: 146, 215  
 Guarini, Guarino: 49, 99; figura: 49  
 Gutiérrez Soto, Luis: 79, 142; figura: 79, 142  
 Hadid, Zaha: 237  
 Haesler, Otto: 173; figura: 173  
 Hafén City, Hamburgo: 129; figura: 129  
 Haller, Fritz: 54  
 Haussmann, barón: 121, 123  
 Henman, Cooper & Leacons: 213; figura: 213  
 Hertzberger, Herman: 177, 193; figuras: 177, 193  
 Higuera, Fernando: 79; figura: 79  
 Hipodamo de Mileto: 120-121; figura: 120  
 Hipódromo de la Zarzuela, Madrid: 66; figura: 66  
 Hofer, Evelyn: 125; figura: 125  
 Hospital Academic Health Center, Minneapolis: 215; figura: 215  
 Hospital Bellevue, Nueva York: 207; figura: 207  
 Hospital Clínico San Carlos, Madrid: 206; figura: 205  
 Hospital de Fuenlabrada (Madrid): 201; figura: 201  
 Hospital de Granada: 24; figura: 24  
 Hospital de la Santa Cruz y San Pablo, Barcelona: 198; figura: 198  
 Hospital de la Santa Cruz, Toledo: 31; figura: 31  
 Hospital de Maidstone: 204; figura: 204  
 Hospital de Marne-la-Vallée, Jossigny: 202; figura: 202  
 Hospital de Tavera, Toledo: 24, 62; figuras: 24, 62  
 Hospital de Venecia (Le Corbusier): 205  
 Hospital Forlanini, Roma: 206  
 Hospital General del condado de Los Angeles: 206; figura: 206  
 Hospital General, Viena: 203; figura: 202  
 Hospital Herbert, Woolwich: 203; figura: 203  
 Hospital Herlev, Copenhague: 207; figura: 207  
 Hospital Infanta Leonor, Madrid: 91; figura: 91  
 Hospital Lariboisière, París: 203; figura: 203  
 Hospital Mayor, Milán: 30, 202  
 Hospital McMaster Health Sciences Centre, Hamilton: 214; figura: 214  
 Hospital Real, Granada: 31; figura: 31  
 Hospital Real, Santiago de Compostela: 31; figura: 31  
 Hospital St. Thomas, Londres: 203; figura: 203  
 Hospital Sarah Kubitschek, Brasilia: 210; figura: 210  
 Hospital Sarah Kubitschek, Fortaleza: 213; figura: 213  
 Hospital Universitario de Aquisgrán: 209; figuras: 209, 210, 212  
 Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid: 211; figura: 211  
 Hospital Victoria, Belfast: 213; figura: 213  
 Hospital W.C. Mackenzie Health Sciences Centre, Edmonton: 208; figura: 208  
 Hospital Weill Cornell Medical Center, Nueva York: 206  
 Hospital Wexham Park, Slough: 204; figura: 204  
 Hospitales Harness: 205  
 Hospitales Nucleus: 205, 216; figura: 204  
 Hospitales Vahbs (Veterans Administration Hospital Building System): 216; figura: 215  
 Hôtel-Dieu, París: 203, 212; figura: 203  
 Hurtado, Eva: 247; figura: 247  
 IBA, Internationale Bauausstellung: 127, 131, 166  
 Igartubeiti, caserío: 43; figura: 43  
 Ingalls Rink, New Haven: 252; figura: 252  
 Inmueble villa: 145; figura: 153  
 Instituto Veritas, Madrid: 179; figura: 179  
 Isler, Heinz: 249; figura: 249  
 Isozaki, Arata: 251; figura: 251  
 Jacobsen, Arne: 177, 242; figuras: 172, 176, 179, 242

Jansen, Hermann: 127, 166  
 Jareño, Francisco: 34; figura: 34  
 Jeanneret, Pierre: 235; figura: 235  
 Juarra, Filippo: 234; figura: 234

Kahn, Louis: 36, 53, 69, 101, 117; figuras: 37, 69, 101  
 Kennedy, edificio: 89; figura: 89  
 Khan, Fazlur: 270; figura: 270  
 Kivett & Myers: 260; figura: 260  
 Kohlmeier & Bechler: 254; figura: 254  
 Koto Ingenieros: 251; figura: 251  
 Kresge Auditorium, Mit: 232, 235; figura: 235  
 Kursaal, San Sebastián: 235; figura: 235

L'Enfant, Pierre Charles: 120; figura: 120  
 La Calahorra, patio: 24; figura: 24  
 La Défense, París: 126  
 La Villette, barrière: 113; figura: 113  
 Lázaro, Juan Bautista: 174; figura: 174  
 Le Corbusier: 36, 39, 50, 64, 80, 81, 88, 100, 101, 104, 107, 115, 117, 126, 133, 156, 165, 191, 205, 226, 230, 231, 232, 235, 278; figuras: 36, 47, 50, 53, 64, 80, 89, 104, 108, 117, 145, 148, 153, 158, 164, 235  
 Le Roy, Julien-David: 203; figura: 203  
 Lechner, Norbert: 72; figura: 72  
 Ledoux, Claude-Nicolas: 113, 229; figuras: 113, 229  
 Lelé, João Filgueiras Lima: 210; figura: 210, 213  
 Leonardo da Vinci: 14, 29, 96; figuras: 29, 96  
 Les Arcades du Lac, Saint-Quentin-en-Yvelines: 165; figura: 165  
 Lewelyn-Davies & Weeks: 204; figura: 204  
 Lincoln Center, Nueva York: 134, 230; figura: 229  
 Ljburg, Amsterdam: 129, 166; figura: 129  
 Lods, Marcel: 158  
 López, Emiliano: 248; figura: 248  
 Louis, Victor: 227

M-30, Madrid: 130; figura: 130  
 Machuca, Pedro: 62; figura: 62  
 Magistretti, Vico: 21; figura: 21  
 Maillart, Robert: 22, 114; figura: 22  
 Majowiecki, Massimo: 66; figura: 66  
 Mangiarotti, Angelo: 53, 54  
 Manhattan House, Nueva York: 151; figura: 151  
 Martín, John Leslie: 231, 246; figuras: 231, 246  
 Martorell, Bohigas, McKay & Puigdomènech: 165; figura: 165  
 May, Ernst: 177; figuras: 173, 179  
 Mercoli, Gaetano: 32; figura: 32  
 Meyer, Hannes: 177  
 Mies van der Rohe, Ludwig: 39, 53, 99, 145, 186, 230, 235, 242; figuras: 50, 53, 99, 145, 229, 242  
 Mileto: 120; figura: 120  
 Modulor: 100, 104, 107; figura: 104  
 Monasterio de Sankt Gallen: 30; figura: 30  
 Monasterio de Santes Creus: 30; figura: 30  
 Monasterio del Escorial: 45; figura: 44

Moneo, Rafael: 235; figura: 235  
 Morán, Lluís: 248; figura: 248  
 Morgan, Emslie: 181; figura: 181  
 Moses, Robert: 76, 124; figura: 125  
 Movimiento Moderno: 36, 50, 75, 82, 88, 114, 116, 122, 123, 127, 129, 135, 153, 166, 170, 185, 212, 221, 226, 231; figuras: 114, 116, 147  
 Museo de Historia, Hamburgo: 53; figura: 53  
 Museo del Hermitage, San Petersburgo: 32  
 Museo del Prado, Madrid: 32, 107; figuras: 33, 107  
 Musikverein, Viena: 218, 223, 238; figura: 223

Nash, John: 163; figura: 163  
 Nationaltheater, Mannheim: 230, 235  
 Nervi, Pier Luigi: 53, 236; figuras: 53, 236  
 New Town, Edimburgo: 163; figura: 163  
 Niemeyer, Oscar: 155, 190, 230; figuras: 155, 190  
 Nightingale, Florence: 203; figura: 203  
 Nogué-Onzain-Roig Arquitectos: 179; figura: 179  
 Nowicki, Maciej: 53; figura: 53

Oehler & Faigle: 196; figura: 196  
 Oficinas Banco de España, Madrid: 184; figura: 184  
 Oficinas Banco del Río de la Plata, Madrid: 184; figura: 184  
 Oficinas Bma, Kansas City: 195; figura: 195  
 Oficinas Bouygues, Saint-Quentin-en-Yvelines: 190; figura: 190  
 Oficinas British Airways, Londres: 193; figura: 193  
 Oficinas Caja Postal de Ahorros, Viena: 184; figura: 184  
 Oficinas Centraal Beheer, Apeldoorn: 193; figura: 193  
 Oficinas Energon, Ulm: 196; figura: 196  
 Oficinas Fundación Ford, Nueva York: 187; figura: 187  
 Oficinas Guaranty, Buffalo: 185; figura: 185  
 Oficinas Johnson Wax: 60; figura: 60  
 Oficinas ministeriales, Brasilia: 190; figura: 190  
 Oficinas Nestlé, Vevey: 190; figura: 190  
 Oficinas Olivetti, Fráncfort: 195; figura: 195  
 Oficinas Pepsi-Cola, Nueva York: 186; figura: 186  
 Oficinas The Ark, Londres: 192; figura: 192  
 Oficinas Willis, Faber & Dumas: 52; figura: 52  
 Oostelijk Havengebied, Ámsterdam: 166; figura: 166  
 Opera House, Sidney: 231, 232, 236; figura: 233  
 Otto, Frei: 51, 100; figuras: 51, 100

Pabellón de los Estados Unidos, Montreal: 51; figura: 51  
 Pabellón Suizo, París: 36, 64; figura: 64  
 Palacio de Carlos V, Granada: 62; figura: 62

Palacio de Congresos, Vitoria: 236; figura: 236  
 Palacio de Exposiciones, Turín: 53; figura: 53  
 Palacio de Festivales, Santander: 225; figura: 224  
 Palacio de los Deportes, Gijón: 253; figura: 253  
 Palacio de los Sóviets, Moscú: 226, 231; figura: 235  
 Palacio Fonseca, Salamanca: 24; figura: 24  
 Palacio Mendoza, Guadalajara: 24; figura: 24  
 Palacios, Antonio: 114, 142, 184; figuras: 114, 142, 184  
 Palacios, José Carlos: 97; figura: 97  
 Palau de la Música, Barcelona: 238  
 Palestra de Pompeya: 241; figura: 241  
 Palladio, Andrea: 99, 107, 223; figuras: 97, 98, 106, 107, 223, 225  
 Panteón, Roma: 29, 64  
 Paoli, Paulantonio: 105; figura: 105  
 Parlamento de Chandigarh: 117; figura: 117  
 Parlamento Nacional de Bangladés, Dacca: 101; figura: 101  
 Paseo de la Castellana, Madrid: 126; figura: 126  
 Paseo de la Marina, La Coruña: 84; figura: 84  
 PAU (Programas de Actuación Urbanística, Madrid): 130  
 Paxton, Joseph: 67, 87, 115; figura: 67  
 Pelli & Clarke: 264; figura: 264  
 Perea, Andrés: 201; figura: 201  
 Pérez Arroyo, Salvador: 247; figuras: 247, 253  
 Perret, Auguste: 234  
 Petit, Antoine: 212  
 Peyre, Marie-Joseph: 227; figura: 228  
 Philharmonie, Berlín: 225, 226, 227, 231; figuras: 227, 232  
 Philips, edificio: 89; figura: 89  
 Piano, Renzo: 227, 269; figuras: 227, 268  
 Piazza dei Miracoli, Pisa: 134; figura: 134  
 Piazza dei Signori, Vicenza: 134; figura: 134  
 Piazza San Marco, Venecia: 134; figura: 134  
 Piermarini, Giuseppe: 227; figura: 228  
 Piscina Aquatoll, Neckarsulm: 254; figura: 254  
 Piscina Badi, Brugg: 249; figura: 249  
 Piscina Carnot, París: 254; figura: 254  
 Piscina olímpica, Deauville: 249; figura: 249  
 Piscina, Rincón de la Victoria: 249; figura: 249  
 Piscinas, Pinto: 246; figura: 246  
 Place Vendôme, París: 134; figura: 134  
 Plan de Ámsterdam Sur: 127; figura: 128  
 Plan de Casablanca: 128; figura: 128  
 Plan de L'Enfant, Washington: 120; figura: 120  
 Plan Lomax, Nueva York: 125; figura: 125  
 Plan Milán Verde: 127  
 Plan regional de París: 123; figura: 123  
 Plaza Mayor, Madrid: 134; figura: 134

Polideportivo Crystal Palace, Londres: 246; figura: 246  
 Polideportivo Monconseil, Tours: 252; figura: 252  
 Polideportivo municipal, Bañolas: 248; figura: 248  
 Polideportivo Puente de Vallecas, Madrid: 247; figura: 247  
 Polideportivo, Boecillo: 251; figura: 251  
 Polideportivo, Landskrona: 242; figura: 242  
 Polideportivo, Palafolls: 251; figura: 251  
 Polideportivo, Rincón de la Victoria: 250; figura: 250  
 Polideportivo, Torroella: 245; figura: 245  
 Polideportivo, Tortosa: 248; figura: 248  
 Polideportivo, Universidad Jaime I, Castellón: 245; figura: 245  
 Pomerance & Breines: 207; figura: 207  
 Ponti, Gio: 21; figura: 21  
 Powell & Moya: 204; figura: 204  
 Poyet, Bernard: 203; figura: 203  
 Projektgemeinschaft Römertherme: 254; figura: 254  
 Prost, Henri: 127; figura: 128  
 Prouvé, Jean: 55, 68, 90, 159, 179; figuras: 54, 90, 158, 178  
 Puente de María Pía, Oporto: 66; figura: 66  
 Puente Golden Gate, San Francisco: 66; figura: 66  
 Puente Salginatobel: 22; figura: 22

Queen's College, Oxford: 37; figura: 37

Radburn: 171; figura: 171  
 Reliance, edificio: 86; figura: 86  
 Renault, centro de distribución: 52; figura: 52  
 Ring, Viena: 130; figura: 120, 130  
 Robbrecht & Daem: 221; figura: 221  
 Roberts, David: 112; figura: 112  
 Roche, Kevin: 193; figura: 187, 190  
 Rogers, Richard: 263; figura: 263  
 Rondelet, Jean-Baptiste: 48; figura: 48  
 Royal Albert Hall, Londres: 226, 235  
 Royal Clipper, barco: 110; figura: 110  
 Royal Festival Hall, Londres: 231; figura: 231  
 Rue de Rivoli, París: 163

Saarinen, Eero: 53, 69, 172, 232, 235, 252, 258, 265, 270, 271; figuras: 69, 172, 176, 235, 252, 259, 260  
 Sacristía Vieja, Florencia: 49; figura: 49  
 Sáenz de Oiza, Francisco Javier: 47, 91, 108, 152, 225, 274; figuras: 47, 53, 91, 108, 151, 224  
 Sagebiel, Ernst: 257; figura: 257  
 Sainz de la Lastra, Severiano: 184; figura: 184  
 Salle de Spectacle, Besançon: 229; figura: 229  
 Salle Pleyel, París: 226  
 Samarra, mezquita: 111; figura: 111  
 San Francisco el Grande, Madrid: 136; figura: 136  
 San Pablo, Londres: 49; figura: 49

- San Vicente del Monte: 74; figura: 74  
 Sanatorio de Paimio: 36  
 Sánchez Arcas, Manuel: 205; figura: 205  
 Santo Spirito, Florencia: 98; figura: 98  
 Sauerbruch & Hutton: 92, 192; figura: 92  
 Sawade, Jürgen: 220; figura: 220  
 Scamozzi, Vincenzo: 225; figura: 225  
 Scharoun, Hans: 149, 231, 238; figuras: 149, 232  
 Schaubühne, Berlín: 220; figura: 220  
 Schauspielhaus, Berlín: 230; figura: 230  
 Schinkel, Karl Friedrich: 34, 223, 230; figuras: 223, 230  
 Schlaich-Bergemann: 53, 254; figura: 53, 254  
 Seco, Enrique: 55, 136; figuras: 55, 136  
 Semper, Gottfried: 226; figura: 226  
 Sert, Torres Clavé y Subirana: 164; figura: 164  
 Seyrig, T.: 66; figura: 66  
 Short & Associates: 82, 238; figuras: 82, 238  
 Sicard von Sicardsburg, August: 237; figura: 237  
 Silla Selene: 21; figura: 21  
 Silla Superleggera: 21; figura: 21  
 Sillas Thonet: 21; figura: 21  
 Sinán, Mimar: 63; figura: 63  
 Sing-Akademie, Berlín: 223; figura: 223  
 Sistema Truscon: 158; figura: 158  
 Soane, John: 34  
 Sociedad de Naciones, Ginebra: 226  
 Som (Skidmore, Owings & Merrill): 50, 150, 186, 193, 270; figuras: 50, 150, 151, 186, 195, 270  
 Staatsoper, Viena: 237; figura: 237  
 Stirling, James: 37; figura: 37  
 Stone, Marraccini & Patterson: 215; figura: 215  
 Strauss, J.: 66; figura: 66  
 Sullivan, Louis: 185, 234; figuras: 185, 224  
 Symphony Hall, Boston: 223  
 TAC (The Architects Collaborative): 89, 215; figuras: 89, 215  
 Taillibert, Roger: 249; figuras: 249, 254  
 Tau Arquitectos: 236; figura: 236  
 Teatro all'Antica, Sabbioneta: 225; figura: 225  
 Teatro alla Scala, Milán: 227; figura: 228  
 Teatro de Epidauro: 218; figura: 217  
 Teatro del Liceo, Barcelona: 234; figura: 234  
 Teatro Farnese, Parma: 225; figura: 225  
 Teatro Olimpico, Vicenza: 225; figuras: 223, 225  
 Teatro Regio, Turín: 234; figura: 234  
 Teatro Total: 221  
 Templo de Isis, File: 112; figura: 112  
 Templos de Paestum: 105, 107; figuras: 105, 106  
 Tenon, Jacques: 203; figura: 203  
 Termas romanas Baden, Viena: 254; figura: 254  
 Terminal Twa, Nueva York: 258, 270, 271; figuras: 259, 260  
 Terragni, Giuseppe: 64, 116, 191; figuras: 64, 116, 191  
 Théâtre de l'Odéon, París: 227; figura: 228  
 Théâtre de l'Opéra, París: 231; figura: 231  
 Théâtre des Champs-Élysées, París: 234  
 Theatre Royal, Drury Lane, Londres: 226  
 Thomson, D'Arcy: 61  
 Tobías, Basilio: 245; figura: 245  
 Torp, Niels: 193; figura: 193  
 Torralba, taula: 95; figura: 95  
 Torre Price: 145  
 Torre St. Mark's: 80; figura: 80  
 Torroja, Eduardo: 51, 66, 205, 249; figuras: 51, 66, 205, 249  
 Tschumi, Jean: 190; figura: 190  
 Tsp: 180; figura: 180  
 Unidad de Vivienda, Marsella: 47, 80, 89, 107, 158; figuras: 47, 53, 80, 89, 108, 158  
 Universidad Libre, Berlín: 88; figura: 88  
 Utzon, Jørn: 231; figura: 233  
 Van der Nüll, Eduard: 237; figura: 237  
 Vandelvira, Juan de: 97; figura: 97  
 Vauban, Friburgo: 166  
 Vidal, Luis: 211; figura: 211  
 Villa Adriana, Tívoli: 59, 64, 99; figura: 59  
 Villa Garzadore: 107; figura: 106  
 Villa Olímpica, Barcelona: 165; figura: 165  
 Villa Saboya, Poissy: 145; figura: 145  
 Villanueva, Carlos Raúl: 230, 235  
 Villanueva, Juan de: 33, 107; figuras: 33, 107  
 Ville Radieuse: 133, 164; figura: 164  
 Viñoly, Rafael: 271; figura: 271  
 Viollet-le-Duc, Eugène: 48; figura: 48  
 Vitini Alonso, Gabriel: 84; figura: 84  
 Vitruvio: 96; figura: 96, 97  
 Viviendas calle Basílica, Madrid: 150; figura: 150  
 Viviendas en Alpedrete (Madrid): 157; figura: 157  
 Viviendas en Entrevías, Madrid: 47; figura: 47  
 Viviendas en Hansaviertel, Berlín: 151; figura: 151, 155  
 Viviendas en Lafayette Park, Detroit: 50; figura: 50  
 Viviendas en Lake Meadows (Illinois): 150; figura: 150  
 Viviendas en Lake Shore Drive, Chicago: 145; figura: 145  
 Viviendas en Olinto: 74; figura: 74  
 Viviendas en Orcasur, Madrid: 151; figura: 151  
 Viviendas en Palomeras, Madrid: 150; figura: 150  
 Viviendas en Porte des Lilas, París: 158; figura: 158  
 Viviendas Grand-Mare, Ruán: 158; figura: 158  
 Viviendas Julieta, Stuttgart: 149; figura: 149  
 Von Hansen, Theophil: 223; figura: 223  
 Wagner, Otto: 184; figura: 184  
 Wagner, Richard: 226; figura: 226  
 Weber & Brand: 209; figura: 209  
 Wittkower, Rudolf: 98; figura: 98

- Wood, John, padre e hijo: 163; figura: 163  
 Wren, Christopher: 49, 226; figura: 49  
 Wright, Frank Lloyd: 53, 60, 64, 69, 80, 81, 145; figuras: 53, 60, 64, 69, 80, 145  
 Yáñez, Enrique y Álvaro: 200; figuras: 200, 201  
 Yarnoz, José: 184; figura: 184  
 Zeidler-Roberts Architects: 208; figura: 208  
 Zeidler, Eberhard: 214; figura: 214  
 Zuazo, Secundino: 127, 136, 166, 249; figuras: 136, 249

Colección **Manuales Universitarios de Edificación**

*Director*

**Jorge Sainz**

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

*Coordinador*

**Fernando Valderrama**

Profesor del Departamento de Gestión de la Edificación  
Escuela de Arquitectura · UEM

*Asesores*

**Enrique Álvarez-Sala**

Rubio&Álvarez-Sala, estudio de arquitectura  
Profesor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (1983-2006)

**César Bedoya**

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

**Jaime Cervera**

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

**Federico García Erviti**

Profesor Titular del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

**Salvador Pérez Arroyo**

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

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

1

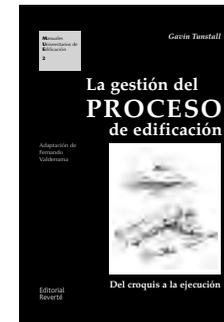


**Fernando Valderrama**  
**Mediciones y presupuestos**  
Para arquitectos e ingenieros de edificación

Edición 2010, actualizada y aumentada  
Reimpresión 2018  
ISBN: 978-84-291-3201-4  
381 páginas · 308 ilustraciones

Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9283-4

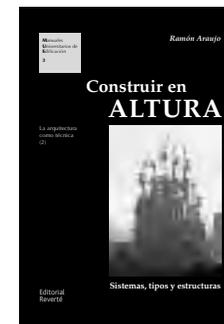
2



**Gavin Tunstall**  
**La gestión del proceso de edificación**  
Del croquis a la ejecución

ISBN: 978-84-291-3102-4  
482 páginas · 75 ilustraciones

3

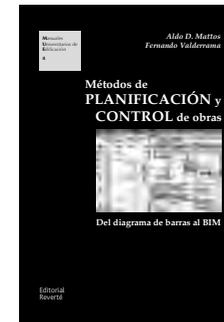


**Ramón Araujo**  
**Construir en altura**  
Sistemas, tipos y estructuras

ISBN: 978-84-291-3103-1  
338 páginas · 653 ilustraciones (28 en color)

Edición electrónica  
ISBN: 978-84-291-9335-0

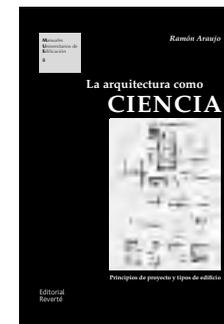
4



**Aldo D. Mattos · Fernando Valderrama**  
**Métodos de planificación y control de obras**  
Del diagrama de barras al BIM

ISBN: 978-84-291-3104-8  
311 páginas · 305 ilustraciones

5



**Ramón Araujo**  
**La arquitectura como ciencia**  
Principios de proyecto y tipos de edificio

ISBN: 978-84-291-3105-5  
303 páginas · 558 ilustraciones

Este libro, compuesto con tipos  
Palatino (1948) y Optima (1952-1955),  
de Hermann Zapf,  
se imprimió en Pamplona,  
el mes de junio del año 2019,  
en los talleres de Rodona.

# La arquitectura como ciencia



Este libro es una defensa del espíritu clásico, entendido éste como la búsqueda de las soluciones más perfectas e íntegras. Su objetivo es razonar cuáles son los fines de la arquitectura, qué conocimientos la constituyen, qué criterios la rigen, cuáles serían las mejores soluciones para los diferentes tipos edificatorios actuales y, en última instancia, para el objeto fundamental del esfuerzo de los arquitectos, que es la ciudad.

El primer paso para devolver a la arquitectura su dignidad lo tendremos que dar los arquitectos: hemos de hacer valer nuestros conocimientos, la propia disciplina; debemos replantearnos los objetivos de nuestra actividad y el propio cuerpo de lo que fue y es nuestra profesión; tenemos que reorganizar nuestras escuelas, en las que se ha perdido la visión integradora y generalista que es consustancial a nuestro oficio y donde la enseñanza se centra ahora en mixtificaciones que rozan la superstición; hemos de reconsiderar el propio proceso del proyecto y la construcción.

La idea esencial es considerar que el proceso de proyecto es absolutamente racional o incluso científico; que la arquitectura de cada tiempo, sus reglas generales y las soluciones a los diferentes tipos se establecen de acuerdo con un proceso riguroso, en busca de la solución mejor, la óptima; y que sólo entonces resultan unas obras que son útiles y bellas.

La arquitectura es una cuestión de conocimientos, de raciocinio, mucho más que de inventiva, y el culto a la creación sin ataduras está en el origen de tantos edificios absurdos que hoy se proponen y de mucha frustración entre los estudiantes.

**RAMÓN ARAUJO** (San Sebastián, 1957) es arquitecto (1980) y doctor (1992) por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, en la que es profesor del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas desde 1989, Titular desde 1995 y director del Máster en Construcción y Tecnología Arquitectónica desde 2015. Es autor de diversos libros, entre ellos *La arquitectura como técnica* (1); *superficies* (2007) y (2) *Construir en altura* (2012, en esta misma colección). Su labor docente e investigadora se combina con su actividad profesional, de la que se presentan algunos ejemplos en este libro.

*Ilustración de cubierta:* lámina del *Compendio* de Durand (1802-1805) y los 'cinco puntos de una arquitectura nueva', de Le Corbusier (1926).



Editorial  
Reverte

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

