

“Más grueso que el papel”⁽¹⁾

Investigación y procesos de realización

RESUMEN. El estudio de los procesos de realización, entendidos como el tránsito de la promesa a la obra arquitectónica, en el siglo XX a través de determinados ejemplos invita a su renovada presencia en la investigación disciplinar. La relación de éstos con el proyecto, la tecnología y la cultura permite plantear una mirada específica al proyecto arquitectónico así como postular distintos terrenos para la investigación.

La Universidad puede favorecer la convergencia del carácter experimental de la práctica del arquitecto, la especialización técnica del ingeniero y el mundo de la industria. Otros aspectos como los nuevos sistemas informáticos o el estudio del contexto productivo de la arquitectura (ya fuera en la obra, en la legislación o en los sistemas de contratación) subrayan la doble condición teórica y aplicada de la investigación en el ámbito del proyecto arquitectónico.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura, Investigación, Procesos, Ingeniería, Obra, Industria

ABSTRACT. The study of the processes of construction of the architecture in the twentieth century, through particular examples, invites a growing presence in architectural research. Their relationship with the project, technology and culture can pose a specific look to architectural design and apply various research fields.

The University can facilitate the convergence of the experimental nature of the practice of the architect, engineer's technical expertise and industry worldwide. Other aspects such as new computer systems or the study of the productive context of the architecture (whether in the building site, law or contracting systems) emphasize the dual theoretical and applied research in the field of architectural design

KEYWORDS: Architecture, Research, Process, Engineering, Building site, Industry

Nombre y Apellidos de autor: Alberto Peñín Llobell

ETSAB, UPC, Cátedra Blanca

Avda Diagonal 649, 08028 Barcelona; alberto@penin.es

Nº Telefono; 934016416

Biografía

Alberto Peñín Llobell doctor arquitecto, con la tesis “La transformación del proyecto arquitectónico durante el proceso constructivo”, profesor lector de la ETSAB donde es codirector de la Cátedra Blanca, del máster “Proyectos XXI”, y de la revista “Palimpsesto”, coordinador del tercer curso de proyectos, responsable de la asignatura del máster oficial “Proyecto y Contexto cultural” (DPA) y miembro del grupo de investigación GIRAS.

“Más grueso que el papel”¹

Investigación y procesos de realización

Introducción

La investigación en la arquitectura encuentra hoy una oportunidad de recuperar prestigio y consistencia planteando un debate específicamente arquitectónico. El estudio en profundidad de determinados procesos de realización, es decir procesos constructivos en su sentido amplio que incorporan otros factores más allá de los técnicos, sus efectos, sus contradicciones, revela tanto su relación con la tecnología y la cultura de una época como un específico sistema de pensamiento.

La disociación producida en el final del siglo XX y principios del XXI entre la ensoñación arquitectónica, reflejada en una personal persistencia del icono, y la crítica especializada frecuentemente especulativa con los procesos de realización de la arquitectura, entendidos como el tránsito de la promesa a la obra arquitectónica, dificulta los retos de una nueva arquitectura más social, sostenible y al tiempo posibilista. **Este distanciamiento con la realidad constructiva y social que el desarrollo técnico, económico y científico ha permitido, nos invita a una reorientación de la práctica, de la crítica y de la investigación arquitectónica.** Si como contrapunto a esta distancia en ocasiones se ha evocado la vuelta al hombre y al sentimiento, a la atmósfera y al material, parece pertinente de forma complementaria profundizar en los aspectos que relacionan el proyecto con la industria, con las ingenierías y con la realidad socioeconómica a la que se enfrentará durante su realización.

Esta arquitectura *más gruesa que el papel*, obliga a su consideración colectiva. El distanciamiento entre razón técnica y ciertas arquitecturas contemporáneas recuerda el eclecticismo del siglo XXI e invita a recuperar la visión global de la disciplina. El territorio de confluencia de todos los factores del proyecto será la obra, que deviene así un objeto fundamental de estudio e investigación, pese a alguna notable excepción, recogido escasamente en la crítica arquitectónica.

La transmisión de este conocimiento, específico de lo arquitectónico, favorece la búsqueda de nuevas fórmulas con mayor compromiso social y tecnológico. La imbricación de la realidad constructiva y operativa del proyecto con su marco legal y administrativo (en una especie de proceso de contextualización), el estudio de las estrategias de gestión del proyecto, las nuevas herramientas de producción en los despachos son algunas de las ramificaciones de este compromiso. Las Cátedras Empresa o la obligada

transversalidad de la Educación por el nuevo marco del EEES son algunos de los mecanismos adecuados para este giro necesario.

Así, la investigación arquitectónica contemplada desde este enfoque permite profundizar en aspectos que desarrollaremos en este texto como la relación de la arquitectura con la industria, con la ingeniería o con sus procesos de gestión, así como entender la teoría arquitectónica como una reflexión que emana de la práctica alejada de toda especulación intelectual.

La elección de dos casos de estudio de la segunda mitad del siglo XX donde la incidencia de los procesos de realización sobre la obra ejecutada es patente, como son la ópera de Sydney (Jorn Utzon 1957-1966/1973) y el centro Pompidou de París (Renzo Piano, Richard Rogers, 1971-1977), ilustrará el discurso del texto. Crítica, industria, ingeniería y gestión serán pues los ámbitos de reflexión. En cada uno de ellos se postulará la universidad como el escenario idóneo de desarrollo de la investigación arquitectónica.

Crítica y procesos de realización

Desde este punto de vista en el ámbito de la crítica es posible identificar, aunque fuera de forma embrionaria, distintos momentos en la historia reciente de la arquitectura según el tipo de relación del proyecto con su proceso constructivo. Estas categorías no son necesariamente lineales en el tiempo. Constituyen un conjunto de hipótesis que el desarrollo de la investigación podrá modificar o confirmar.

El movimiento moderno formula en el siglo XX la aspiración de una construcción industrializada. Pese a que el sueño de Le Corbusier de la unión con la industria, reflejada en sus textos o en las numerosas asociaciones que auspició, fue posible con la arquitectura americana del "high rise" de Mies, el movimiento moderno se enfrenta a las dificultades de su aplicación. Desde aquella disociación ente concepción y ejecución, hasta la necesaria convergencia entre arquitectura, industria e ingeniería que hemos identificado hoy, recorreremos distintos momentos de la historia de la arquitectura del siglo pasado.

Crítica y universidad

La incorporación de asignaturas de tercer ciclo centradas en analizar sistemáticamente los procesos de realización de las arquitecturas del siglo XX permitiría generar un corpus teórico, destilado de la práctica, de gran utilidad para la profesión. La docencia constituye aquí la antesala de la investigación.

Éste es un terreno propicio a la elaboración de investigaciones personales en forma de tesis que se acercarán a la teoría arquitectónica desde su razón técnica. Un embrión de estos trabajos se ha elaborado en el contexto del máster oficial “Teoría y práctica del proyecto de arquitectura” (DPA-ETSAB) en forma de compilación de trabajos bajo el título “Del silencio a la luz”, describiendo los procesos constructivos de edificios como la maison de verre, la casa de los Eames, el museo Kimbell o la mediateca de Sendai.

Casos de estudio

El análisis de los procesos constructivos de la ópera de Sydney y del centro Pompidou de París señala la incidencia de los mismos en la arquitectura de sus autores. El proyecto es en última instancia el beneficiario de la transformación producida durante el proceso constructivo.

Si Utzon postuló un cierto retorno al hombre, al arte y a la vida a través de una apuesta arquitectónica próxima al organicismo, el desenlace de la obra le desplaza hacia la arquitectura aditiva, donde la construcción y los procesos industriales son la esencia de la arquitectura.

Por su parte, la construcción del Pompidou transforma un proyecto concebido desde Archigram a una construcción realizada con una sofisticación técnica y documental que abre otros caminos como el “High tech”. La realización de la arquitectura deviene la prueba de la viabilidad o cuanto menos de la suficiencia de su promesa original.

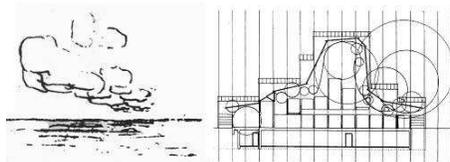


Fig.1: Ópera de Sydney, del organicismo del concurso al control constructivo de la iglesia de Bagesvaerd (1976)

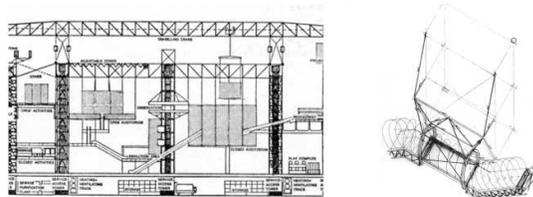


Fig.2: Centro Pompidou, de la apuesta Archigram (Fun Palace de Cédric Price, 1961) a la antesala del High Tech.

La arquitectura del ingeniero

La gran complejidad del proceso proyectual contemporáneo requiere la vuelta a la colaboración entre arquitecto y especialista. El triángulo, arquitecto, industria, ingeniero utiliza el proyecto como pretexto para el desarrollo de soluciones específicas que puedan revertir en el progreso colectivo. Los nuevos materiales, las nuevas tecnologías estructurales y medioambientales, los nuevos métodos de cálculo requieren de un escenario práctico para su desarrollo. En el sentido contrario, el proyecto conduce a la tecnología a solucionar problemas que sin él ni siquiera se hubiera planteado.

Si los siglos XIX y XX pueden considerarse como los siglos del material, hierro y hormigón respectivamente, la progresiva madurez de las técnicas estructurales y constructivas asociadas ha producido la maduración de un lenguaje arquitectónico específico. Hoy el progreso es menos evidente en lo que respecta a los avances estructurales ligados a los nuevos materiales pero sin embargo sí en el desarrollo de numerosos productos y sistemas en la llamada segunda obra como vidrios de alta tecnología, nanomateriales, sistemas de alta eficiencia energética o compuestos plásticos como el ETFE.

Estos avances van de la mano del desarrollo de los sistemas informáticos que permiten entender el siglo XXI como la consolidación de la era digital. El mundo de la técnica contemporáneo obliga a incorporar la herramienta como un argumento más a la investigación. Si la forma arquitectónica ha podido abandonar la razón constructiva a partir de los complejos sistemas de generación formal, los sistemas estructurales la han controlado en base a sofisticados métodos de cálculo que la hacen viable. Pero no es hasta la aparición de las aplicaciones informáticas que incorporan el método de los elementos finitos y del análisis numérico cuando se produce el primer salto cualitativo. La parametrización de la realidad será pues una herramienta no solo para validar el proceso formal si no para optimizar la respuesta al problema planteado.

Ingeniería, arquitectura y universidad

La Universidad aparece como un escenario propicio para el entendimiento entre ingeniero y arquitecto. La **relación interdepartamental** e incluso entre distintos centros debe producirse en varios niveles, desde la docencia con la creación de aulas y talleres transversales, hasta la investigación con el desarrollo de laboratorios mixtos de innovación y la puesta al alcance del despacho del arquitecto de sus resultados. El enfoque se aproxima a los objetivos del Espacio Europeo de Educación Superior y podría concretarse en iniciativas relevantes como la creación de grupos de investigación

mixtos. En otro escalón, y posiblemente en el contexto de dichos grupos, podríamos citar:

- la creación o refuerzo de laboratorios de ingeniería aplicada como herramientas informáticas de generación arquitectónica, acústica o eficiencia energética.
- la implementación programas de docencia interdepartamentales. A título de ejemplo el POLE Europe que de 2004 a 2008 reunió a las escuelas de arquitectura de Aargau (Suiza), y Barcelona (ETSAB), las de ingeniería de caminos de Weimar, (Alemania) e Innsbruck (Austria) y económicas de Standford (USA).
- la investigación (y dotación) en desarrollo de recursos tecnológicos compartidos como softwares, simuladores o laboratorios de ensayos.

La universidad puede facilitar unos medios de experimentación que el despacho de arquitectura no puede permitirse, por sí solo y que son indispensables para la realización del proyecto. No se trata de la resolución técnica de los problemas. Se trataría pues de una colaboración en el origen del proyecto. El despacho de arquitectura investiga con los medios de la Universidad pública y ésta justifica su vocación de servicio.

Casos de estudio

La difícil incorporación del concepto estructural al proyecto laureado en Sydney en el concurso de 1957 es la parte más visible de un proceso desarrollado con intensidad en el escenario de la propia obra y en el que la geometría se transforma en el elemento regulador de la arquitectura. La imposible resolución técnica del enunciado, la construcción de las “shells” mediante el concepto de membrana estructural, provocan sin embargo, a través del compromiso profesional de Utzon, un espesor en la realización final posible solo gracias a la fructífera relación con Ove Arup.

En París es el ingeniero irlandés Peter Rice quién incorpora con la complicidad de Renzo Piano, el hierro colado con la fuerza y determinación necesarias para dar la definitiva consistencia disciplinar al proyecto. Además de sus consideraciones culturales, el hierro colado deriva en un sistema estructural isostático y, consecuentemente en una gran operación de montaje arquitectónico, que atribuye profundidad a las fachadas y ligereza a la arquitectura propuesta.

Una misma ingeniería, Arup&Partners, y en particular la figura de su fundador, identifica la aspiración al trabajo conjunto de arquitectos e ingenieros que la segunda mitad del siglo XX ha puesto de manifiesto. La actividad de ingenieros como Arup, Komendant, Le Ricolais, Torroja, Fernández Casado (autor de la publicación “La arquitectura del ingeniero”),

o más recientemente, también desde Arup&Partners, de Cecil Balmond, se halla muy próxima a la de los arquitectos, tanto a través de las estrechas colaboraciones como por la dilución de los límites entre sus actividades que traslucen sus trayectorias profesionales.

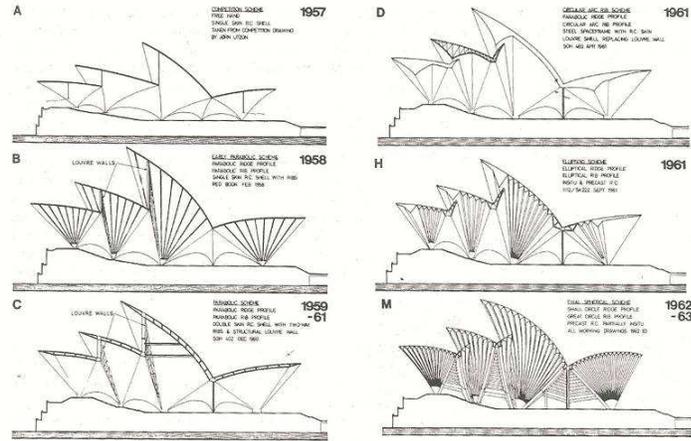


Fig.3: Evolución del sistema estructural de la ópera de Sydney. De la membrana a la bóveda nervada postesada de geometría esférica.

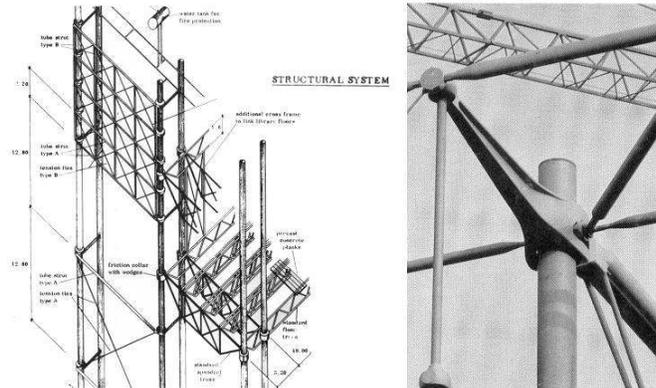


Fig.4: Estructura de acero laminado planteada por Arup para el concurso del Pompidou y detalle de la "gerberette" de hierro colado realizada por el Rice en colaboración con los arquitectos.

Arquitectura e industria

Los arquitectos en el siglo XX perdieron progresivamente el contacto directo con la obra y con los industriales con los que extendían el ámbito del proyecto hasta su materialización. Una vez más la progresiva complejidad técnica y determinadas dificultades prácticas han dificultado el flujo entre proyecto e industria. Perdida la aspiración moderna de taylorizar la construcción, se abren nuevas estrategias constructivas como el empleo del semiproducto o la manipulación del catálogo requiriendo todas ellas el conocimiento y trabajo conjunto con el tejido productivo.

En el sentido contrario la industria necesita del proyecto para orientar su desarrollo y evolución. El I+D+i empresarial se vería impulsado y facilitaría la reconversión de un tejido productivo, en nuestro país, de escaso nivel tecnológico. De esta doble necesidad nace la pertinencia de implementar la investigación arquitectónica en el ámbito de la industria de la construcción.

Industria y universidad

La investigación arquitectónica además de interdepartamental como hemos señalado en el punto anterior, debe abrirse al tejido económico y productivo persiguiendo un beneficio mutuo, el progreso de la tecnología y, no es exagerado afirmarlo, la viabilidad de la universidad. En el marco del proyecto la producción de trabajos de doctorado y posdoctorado debería abarcar este territorio y no circunscribirse a ámbitos estrictos de erudición ya fuera teórica o técnica.

Si el proyecto profesional o académico puede o debe situarse en **la experimentación, la investigación**, cosa distinta, requiere del establecimiento de un marco más amplio que la oriente y permita la reflexión general. Así es posible imaginar como la investigación universitaria en el campo del proyecto podría perfilarse como **un nodo entre el despacho profesional y la industria**, lejos de los compromisos de la realidad productiva y completando la colaboración previa arquitecto-ingeniero.

En la última década la proliferación de las cátedras empresa universitarias propone un escenario posible y prueba el interés mutuo. Desde 1999, fecha de creación de la primera cátedra empresa del ámbito de las escuelas de arquitectura españolas (Cátedra Blanca de Barcelona), hemos asistido a la creación de nuevas cátedras blancas, de cátedras cerámicas, cátedras del vidrio.

Más allá de la docencia, algunas de las actividades desarrolladas por algunas de éstas son el diseño de piezas de fachada, pavimento, mobiliario, el desarrollo de concursos, la edición de publicaciones, la organización de

exposiciones, congresos o ciclos técnicos de conferencias o incluso la organización de másters propios.

Casos de estudio

En el caso de la ópera de Sydney, conviene resaltar el trabajo conjunto realizado junto a los industriales, que permitió el desarrollo, aunque no la ejecución, de los techos de madera laminada o de las carpinterías. En relación a los módulos cerámicos prefabricados que recubren las cáscaras estructurales con piezas de 12x12 de cerámica china de dos tipos de blanco colocadas en diagonal, el desarrollo previo con la empresa sueca Høganäs permitió su contratación y buena puesta en obra.



Fig.5: Catálogo de la empresa sueca Høganäs para las piezas cerámicas de Sydney desarrollado junto al arquitecto, todavía hoy en el mercado.

Renzo Piano encontró por su parte en Jean Prouvé el apoyo necesario para desarrollar una serie de “microsolares” que permitieron implementar soluciones con diversos industriales. Destaca entre ellos Otis con quién tras la negativa inicial se desarrolló un prototipo de ascensor que acabó integrado en el catálogo de la empresa. En ambos casos los arquitectos lograron así **proyectar la construcción**.

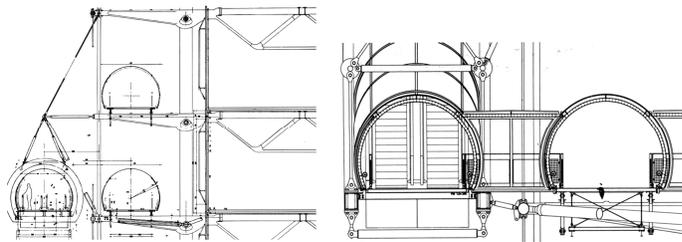


Fig.6: Desarrollo con los industriales de los sistemas de escaleras y fachadas del Pompidou.

Proyecto y gestión

El escenario de la arquitectura hoy imposibilita el control infalible del proyecto desde el despacho de arquitectura. La complejidad del marco productivo, legal, económico y técnico invita al establecimiento de un terreno de confluencia entre ingeniería, industria y arquitecto y abre otros campos de investigación. El territorio natural de este encuentro es la obra, momento y lugar que materializan la distancia entre una promesa arquitectónica y su realización final.

El conocimiento profundo de los procesos que allí se desarrollan, permitirán plantear estrategias para su gestión. El proyecto no es solo hijo del contexto tecnológico, también lo es del socioeconómico del político y del legislativo. **En definitiva, la obra es ineludiblemente el escenario donde el proyecto se transforma, con distinta suerte, en arquitectura.**

Laboratorios de obra

Existen escasos laboratorios académicos que estudien la obra como fenómeno arquitectónico en las escuelas de arquitectura. Sin necesidad de adentrarse en terrenos especializados de legislación o gestión de la obra, en la última década del siglo XX experiencias como el laboratorio "Dessin Chantier" de la escuela de Grenoble o la red de investigadores "cultures constructives", dirigidos por Cyrille Simonnet han producido una serie de estudios y publicaciones de gran interés que señalan un interesante camino.

Desde la estricta docencia el seguimiento crítico de determinados procesos constructivos o la elaboración de cuadernos de obra, como el que da título a esta comunicación, son otros aspectos académicos a tener en cuenta que pueden desarrollarse en talleres de trabajo, en una manera de acercar la experiencia a la formación intelectual de los alumnos.

Por otra parte el trabajo del arquitecto en obra implica una constante reinención que no se ve reflejada en el número y calidad de las patentes. El impulso de las oficinas para su gestión de las universidades para el desarrollo de éstas, de modelos de utilidad o de diseños industriales parece necesario.

El arquitecto está en obra, en un velado proceso de I+D+i, donde la Universidad podría proporcionar el marco en el cual contrastar y en su caso canalizar este caudal investigador.

Casos de estudio

La construcción de la ópera de Sydney pasó por distintas etapas. La ejecución del podio se proyectó desde Dinamarca e Inglaterra y se construyó con una sola empresa. Las cubiertas y los revestimientos cerámicos se proyectaron con el despacho de arquitectura íntegramente en Australia. La salida forzada de Utzon provocó que los cerramientos y toda la habilitación interior se realizara bajo la dirección de un panel de arquitectos locales.

La experiencia en la construcción del Pompidou muestra la relevancia tanto de la legislación como de los sistemas de contratación en el resultado final arquitectónico. El sistema de "fast tracking" permitió la definición progresiva del proyecto acompañada con la contratación de los industriales realizada a posteriori. El enfoque avalado por Prouvé permitió la apertura de numerosos micro solares capaces de resolver parcialmente cada uno de los problemas.

La generación de finales de los 60, desde su sensibilidad más social que disciplinar, se posiciona de manera más operativa respecto al contexto que la tercera generación del movimiento moderno. Pese a las contradicciones de aquellos años, proyectos como el Pompidou, muestran como en un entorno de gran complejidad, la arquitectura es todavía posible. El interés del centro, más allá de su planteamiento ideológico e incluso conceptual, reside en sus aciertos arquitectónicos y constructivos entre los que hemos señalado la estrategia post artesanal llevada a cabo con los industriales y sobre todo, el empleo del hierro colado como material estructural.

Investigación y universidad

La especificidad del campo del proyecto arquitectónico y el carácter del tema de estudio obliga a la proximidad entre universidad y sociedad. Más allá de toda especulación intelectual, **revertir en beneficio social**, en su sentido amplio, parece una condición necesaria de toda investigación, especialmente si se realiza desde la universidad pública. Tejer colaboraciones fructíferas con las ingenierías, acercar la industria al origen del proyecto son algunos de los objetivos a cumplir.

Así, la investigación arquitectónica atenta a los procesos de realización de la arquitectura nos conduce a establecer determinados ámbitos de trabajo. En el presente texto hemos identificado a partir de los casos de estudio, desde instrumentos para la crítica contemporánea hasta la necesaria confluencia de ingenierías y arquitectura y de ésta con la industria, para el desarrollo mutuo de una investigación aplicada. Por último se ha señalado la importancia de los sistemas de gestión de la arquitectura, especialmente la obra, por la incidencia que tiene en la realización final de la arquitectura.

Lo relevante para el arquitecto es, en el fondo, la repercusión en los planteamientos del proyecto. Esta visión de la investigación retroalimenta diversos caminos arquitectónicos como la implantación de estrategias de blindaje ante la fragilidad del proyecto o la asimilación de una razón constructiva ligera, como respuesta al contexto contemporáneo desde una consciente actitud experimental.

Louis Kahn sugirió la incorporación de la universidad en este proceso, tal y como hemos defendido, identificando en ella el “umbral” donde se unen intuición y conocimiento; un “lugar de aprendizaje y de creación de nuevas ideas [...] de forma que se crean cosas completamente nuevas”

¹ Del libro “Más grueso que el papel/ Thicker than paper” de Carlos Ferrater, Editorial Actar, Barcelona, 2000, que describe el proceso de construcción del Palau de Congressos de Cataluña.

Bibliografía

- AA.VV, *Jean Prouvé. Constructeur. 1901*, con motivo de exposición en Nancy, Editions de la Reunion des musées nationaux, Paris, 2001
- ABALOS, Iñaki, HERREROS, Juan, *Técnica y Arquitectura en la ciudad contemporánea, 1950-1990*. Ed.Nerea, Madrid, 1992
- AUTRAN Jacques, LORENZANO Michel, *La Conception assistée par ordinateur en architecture* par Paul Quintrand, Paris, Hermes 1985.
- BALMOND, Cecil, *Informal*, con Smith Januzzi, Munich, Prestel cop. 2002
- BANHAM, Reyner; *Teoría y diseño en la era de la máquina*, Ediciones nueva visión, Buenos Aires, 1977
- BANHAM, R., *The Architecture of the well-tempered environment*; Ed, The Architectural Press, London, 1969; 2ª ed castellana, Ed.Infinito, Buenos Aires, 1975
- BENJAMIN, Walter, versión castellana: "La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica" en *Discursos interrumpidos*, Taurus, Madrid, 1973
- BRAWNE, Michael; *Arup Associates. The Biography of an Architectural Practice*; Ed. Lund Humphries; London; 1983
- FERNÁNDEZ CASADO, Carlos; *La arquitectura del Ingeniero*, Ed. Alfaguara, Madrid, 1975
- DESWARTE Sylvie, LEMOINE Bertrand, *L'architecture et les ingénieurs. Deux siècles de réalisations*. Ed Le Moniteur, 1 Ed: 1979, 2a Ed: 1997
- DUPIRE.A, HAMBURGER.B, PAUL,J.C, SAVIGNAT,J.M, THIEBAUT,A, *L'architettura e la complessità del costruire*. Club. Milano, 1989
- FERRATER, Carlos, *Más grueso que el papel*, Ed. Actar, Barcelona, 2000
- FERRO, Sergio, *Dessin/Chantier*, Editions de la Villette, Paris, 2005
- FROMNOT, Françoise, *Opéra de Sydney*, en *L'art de l'ingénieur*, dirigida por Antoine Picon, Editions du Centre Pompidou, Paris 1997
- GIEDION, Sigfried: *La mecanización toma el mando*, G.Gili, Barcelona,1976
- KOMMENDANT August, *18 años con el arquitecto Louis I.Kahn*, Edita COAG, A Coruña 2000, 1ª Ed 1975.
- LE CORBUSIER, *Vers une architecture*, , Ed Flammarion par JL.Cohen, Paris, 2005
- LE RICOLAIS, Robert, *Robert Le Ricolais, Visiones y paradojas*, Ed COAM, 1999
- MONTEYS, Xavier, *Le Corbusier: obras y proyectos*, Barcelona, Ed. G. Gili, 2005
- MUMFORD, Lewis, *Técnica y civilización*, Madrid, Ed: Alianza Editorial, 1971
- MUMFORD, L. *Arte y técnica*, Buenos Aires, 1961
- PARICIO,Ignacio, *La construcción de la arquitectura*, Ed: ITeC., Barcelona, 1985
- PARICIO,I, *Construcciones para iniciar un siglo*, Ed: ITeC Barcelona, 1986
- PARICIO,I, *La Innovación tecnológica en la construcción*, Ed: ITeC, Barcelona, 1993.
- PIANO, Renzo, *Giornale di Bordo*, Passigli Editori, Firenze, 1997
- RABAGO, Jesús: *Le sens de bâtir*. Théétète éditions. Lecques, 2000
- RICE, Peter, *An engineer imagines*, Artemis, London-Zürich-Munich, 1994
- ROBBIN, Tony, *Engineering a new architecture*, New Haven, YaleU Press, cop. 1996
- SIMONNET Cyrille, *Eléments pour une élucidation du rapport dessin-chantier*, Mémoires EHESS, 1977
- SIMONNET Cyrille, *Les architectes et la construction*. Techniques & architecture. Paris, 1994. con PICON-LEFEBVRE, Virginie

SIMONNET C. *L'Architecture ou la fiction constructive*, Les Éditions de la Passion, Paris, 2001

SIMONNET, C., CHUPIN, Jean-Pierre, *Le projet tectonique*, Colección Archigraphy les Grands Ateliers, Villefontaine, 2005

TORRES, Jorge, *Le Corbusier: visiones de la técnica en cinco tiempos*, Ed. Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona, 2004

TORROJA, Eduardo, *Razón y ser de los tipos estructurales*, Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, 3ªed, Madrid, 1960