

XI JORNADAS DE INVESTIGACION CAEAU FA-UAI

EL DOBLE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA COMO MODO DE APROXIMACION AL ESPACIO ARQUITECTONICO

Diego Fernández Paoli¹

Introducción

Cecile Balmond, un reconocido ingeniero estructuralista que trabajo mucho tiempo en el estudio *Ove Arup and Partners* y artífice intelectual de muchas de las concepciones estructurales de Rem Koolhaas, hace un tiempo decía que con las estructuras hacemos *jaulas* (Balmond, 1999), refiriéndose expresamente a las clásicas modulaciones estructurales en forma de esqueleto ortogonal, hereditarios de la idea de la estructura como marco o grilla receptora de funciones que sostiene y al mismo tiempo define la forma arquitectónica.

Esta idealización de la estructura como un armazón regular estático y sumamente rígido que más que lograr una fusión entre espacio y estructura según la vieja idea de Wright, lo encapsula y supone además un sometimiento a las leyes gravitatorias y a las formas derivadas de éstas dando como resultado una modulación que en vez de liberar el espacio lo puntúa y lo subdivide. (Rowe, 1978).

De este modo, el esqueleto estructural usualmente es definido en su carácter más reductivo, como una entidad autónoma del resto de los aspectos de la arquitectura, como una especie de capa superpuesta a la planta que toma un rumbo propio y cuyo objetivo es del servir solamente como una función de apoyo y que además no genere demasiados conflictos al momento de vincularla con las particiones funcionales del edificio a diseñar.

Se pueden establecer en la actualidad dos maneras de llegar a la definición de la *forma* que Corona Martínez (2009) ejemplifica el primero de ellos como un *organismo* –que comienza desde la sustractivo hasta llegar a la definición de partes- oponiéndose a la definición de la *quimera*, que de otro modo surge desde el agrupamiento aditivo de partes hasta llegar a la unidad. En la actualidad estos agrupamientos funcionales se emparentan con los diagramas programáticos que usualmente se utilizan como instrumento de generación de forma.

Pareciera, entonces que la definición de la estructura responde a un proceso que va a contramano del generativo de la forma arquitectónica, surgiendo ésta desde una idealización previa cuya lectura parte desde una unidad global, de carácter volumétrico y de naturaleza sustractiva- y culmina como una subdivisión por partes. (Muñoz Cosme, 2008)

¹ Diego Fernandez Paoli es Profesor de la FA UAI Sede Rosario e Investigador CAEAU FA UAI.

Cuando Louis Kahn, hace más de sesenta años, decía que la arquitectura nace cuando perforamos una pared, afirmaba que el proceso generativo de la forma proviene de una idea sustractiva a partir de un volumen macizo inicial que luego mediante un proceso de desmaterialización, a manera de un escultor que va tallando y puliendo la piedra, van apareciendo finalmente los espacios interiores. Esta idea de ahuecamiento progresivo de la masa funciona como una especie de reversión de la vieja idea de *poche*.

Si el *poche* en planta era una formulación geométrica que permitía identificar de entre los nichos residuales pintados de negro los espacios habitables que se iban definiendo y sin que aquellos tengan función estructural específica, esta idea de ahuecamiento, a diferencia de aquel, se practica en la misma entraña de la estructura -el mismo muro-, siendo ésta parte activa en la definición del espacio vaciado en la misma estructura.

El ingeniero Robert Le Ricolais tuvo parte activa en esta idea de pensar el legado estructural como un continuo, agujereado o calado en lugares específicos para que aparezcan las funciones, y el mismo Kahn hizo eco de estas investigaciones para aplicarlas en varios de sus proyectos al principio, como en la universidad de Yale, a través de un alivianamiento de los forjados de pisos y luego yendo mucho más lejos como para incorporar espacios técnicos -el Instituto Salk- llegando a definir espacios totalmente habitables como en el proyecto de Filadelfia (1).

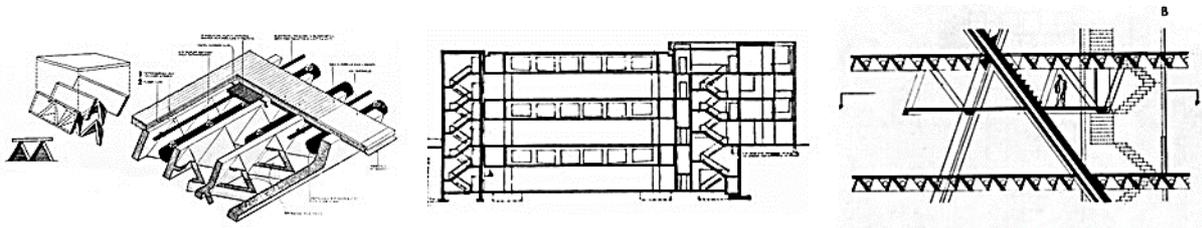


Imagen 1 Proceso de ahuecamiento de la estructura en Louis Kahn

Además de Le Ricolais, otros biólogos y arquitectos, como el caso de Frei Otto, se interesaron en estas ideas, comparando dichos conceptos con lo que ocurre a nivel de los organismos vegetales, las superficies viscosas y también con las estructuras óseas de los vertebrados.

La célula en si misma es una estructura hueca en su interior rodeada por una envolvente rígida que en forma de membrana permite su vinculación con otras. La estructura de los huesos se encuentra compuesta por una serie de láminas trabeculares continuas ahuecada en el interior y la separación que se observa entre dos láminas de una sustancia viscosa, crean el mismo efecto (2)

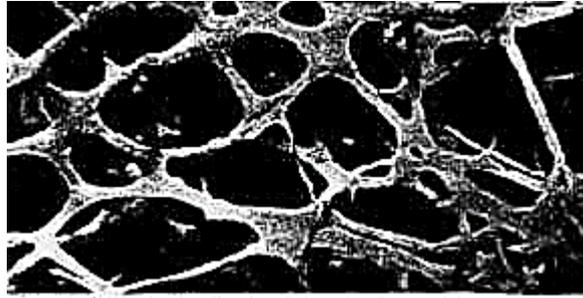


Imagen 2 Estructura interna de un hueso

El pensamiento de la forma estructural como un proceso análogo al del proyecto.

Enrico Tedeschi hace más de treinta años se refería a un posible planteamiento de la propuesta estructural en una posición dialéctica entre las preocupaciones estético-expresivas y las resistentes de la forma: *La estructura esta vitalmente ligada a la disposición general de la forma, se expresa en ella y tiende a hacerla más comprensible en todos los casos, aunque sin llegar a la situación particular de edificios grandemente influidos por el hecho estructural para modular su forma. Que no decaiga hasta el punto de que se la use como un medio elemental de lograr orden a la manera de los clasicistas del siglo pasado -y también muchos ingenieros en la actualidad – cuando superponían los órdenes a los edificios.* (Tedeschi, 1977,230)

En cuanto a si la misma estructura debe ser explícita o debe esconderse entre gruesos muros sin tener un rol activo en la generación de la forma, Tedeschi plantea que la relación estructura y forma es compleja *parecida a la que existe entre esqueleto y cuerpo en un ser viviente, en que no debe ser evidente el esqueleto, pero debe intuirse su presencia, su proporción y función como un hecho natural.*

Al mismo tiempo Tedeschi reconoce una disociación entre las estrategias proyectuales habituales de concepción de la forma arquitectónica que apelan a métodos compositivos que remiten a volumetrías abstractas simples volúmenes, planos y línea respecto a las que definen el sistema estructural, reconociendo que este método no puede también referirse a las instancias de definición estructural.

Es decir, el impedimento de no pensar al mismo tiempo una instancia de definición abstracta de la estructura que se reconozca como implícita en la misma composición abstracta de la forma. Siguiendo con este razonamiento, podría llegar a reconocerse el germen de la misma concepción de la idea estructural en aquellas entidades volumétricas abstractas que definían, como vimos en Koolhaas, programáticamente una forma previa.

De lo anterior podemos deducir que dichas concepciones estructurales deberían desarrollarse en la instancia abstracta de definición estructural y contemplar solo a configuraciones estructurales que definan en un principio volúmenes autoportantes, luego superficies que definan las estrategias de sustentación de esos volúmenes y por último las líneas que conforman dichos planos, independientemente de su geometría y aspecto exterior, instancia emparentada más con la concretización material de esa estrategia.

Forma arquitectónica y forma estructural

Si como se acaba de definir anteriormente una idea de forma estructural de carácter abstracta que pueda dialogar con la forma arquitectónica y que también pueda ser reconocida en instancia asimilables al proceso generativo de la idea de proyecto, deberíamos recordar que el propio concepto de forma posee tanto un carácter simbólico -valor comunicacional- como representacional -valor ontológico-. (F. Ching, 2008).

Del mismo modo un estudioso de la morfología generativa como César Janello también define a la forma no solo como el aspecto de los objetos referidos a su contorno o límites, sino también en su sentido más amplio, como la totalidad de los aspectos sensibles de los objetos que incluye no solamente su utilidad y la tonalidad afectiva en que es vivido, sino también a la estructura interna que le da coherencia y la valida como tal, siendo parte indisoluble la propia concepción resistente de la forma. (C. Janello, 1961).

El autor define a las formas arquitectónicas en función de dos tipos de estructuración que abarcan la totalidad de los aspectos que tradicionalmente definen a la arquitectura: La *estructura técnica* (ET) que abarca a la estática, que es la parte resistente de la misma y a la funcional, que mide los rasgos utilitarios y la *estructura estética* (EE) que abarca todo lo relacionado con el aspecto visual o comunicativo de la arquitectura.

Del mismo modo, Roberto Doberti define dos tipos de estructuración de la forma: la *abstracta* y la *concreta*. La estructuración abstracta comprende un conjunto de elementos que definen sus propiedades geométricas fundamentales –líneas, ejes y planos-. La estructuración concreta, en cambio, se refiere al modo en que es generada sistemáticamente por unidades.

La primera de las estructuraciones determina la forma mientras que la segunda la constituye, la *conforma*. (R. Doberti, 1977) Lo importante que define Doberti es que no siempre estas dos formas están vinculadas visualmente como ocurre con muchas formas arquetípicas que son tomadas de manera ideal en algunas culturas, pudiendo suceder que en algunos casos dichas estructuraciones no coincidan y que la estructura concreta *solamente evidencie y valorice selectivamente algunos de los elementos de la estructuración abstracta* .

Según esta diferenciación podemos reconocer entonces una *forma previa* o *preforma* que se define exclusivamente en su condición de forma abstracta, totalmente abierta a posibles modificaciones en cuanto a su aspecto visual e incontaminada todavía de toda significación expresiva que potencie o altere su percepción. La forma concreta es la que posteriormente le agrega la subjetividad propia del autor a través del lenguaje, especulación netamente visual que le hace perder parte de aquella identidad.

Lo que nos interesa de la forma abstracta es la relación que puede establecerse directamente con la instancia de concepción de la forma estructural. De este modo, al estar la forma abstracta explícitamente desligada de contener el germen de la estructura resistente, ésta no necesita quedar expresada como tal, aunque en realidad

implícitamente lo contenga, ya que, al tratarse en general de formas geométricas esenciales, por su propia naturaleza son formas estructurales básicas.

En este punto quizás se pueda reconocer uno de los orígenes de la falta de coordinación entre la obra técnica y la artística: que la forma abstracta no contenga en sí misma el germen de su solución estructural no significa que no esté implícitamente considerada. De este modo, usualmente se cae en el reduccionismo de plantear formas estructurales conocidas desde el inicio de la etapa de concepción de la forma arquitectónica para lograr dicha integración de forma natural.

De manera habitual cuando hablamos de las posibles relaciones entre forma arquitectónica y forma estructural en el proceso generativo de la idea arquitectónica solemos hacerlo desde dos posiciones que se presentan enfrentadas. Andrew Charleson (2007) se refiere inicialmente a *formas consonantes* y a *formas contrastantes*, que explican las posiciones extremas entre forma y estructura y posteriormente la síntesis entre ellas, que el autor entiende como sistemas estructurales aptos para generar forma arquitectónica, sin aclarar la posibilidad de alterar dichos sistemas en función de exigencias arquitectónicas, con lo cual parecería valorar una dependencia de la forma respecto de la estructura.

Angus McDonald (2001) plantea en función de su grado de visibilidad las estructuras *expuestas* o *escondidas*, que pueden ser al mismo tiempo y en ambos casos aceptadas o ignoradas. Pareciera que, en ambas clasificaciones, la consideración de la estructura resistente se ubica en relación a la forma arquitectónica dentro de dos posturas en apariencia antagónicas.

Según Nervi (Charleson, 2007) la forma no debe ser el punto de partida de la estructura sino su resultado final. Los grandes ingenieros estructuralistas o notables arquitectos con una visión muy clara de los principios estructurales intervinientes, plantean edificios fuertemente influidos por el hecho estructural en sí, usándola para modelar su forma o para obtener un protagonismo muy fuerte de la propuesta estructural adoptada, planteando directamente la estructura como la arquitectura misma.

En el otro extremo aparece la forma arquitectónica anteponiéndose a la estructural con el riesgo de que la incorporación de esta variable se presente en una instancia de proyecto muy avanzada, resultando de este modo muy forzada en su definición geométrica y espacial. En ninguna de ellas se logra reconocer a la dimensión estructural como una entidad cuyo proceso de concepción² se relaciona íntimamente con el de la formal- espacial de la idea arquitectónica.

Posibles relaciones entre forma arquitectónica y forma estructural

² La concepción debiera entenderse con la forma estructural que debe satisfacer nuestro espacio, se encuentra íntimamente ligada a las etapas iniciales del proceso de diseño de la estructura y asimilarse a los procesos creativos de la arquitectura y por esa misma razón ocurrir en el preciso instante de la definición de la idea proyectual.

Planteada la diferenciación entre dos instancias autónomas de definición de la forma, la abstracta y la concreta, aunque dependientes entre sí y que incluye a su vez la componente estructural en sus dos aspectos que lo conforman – la estructura técnica y la estática, aparecen una serie de combinaciones posibles entre ambas estructuraciones que enriquecen el repertorio de relaciones dialécticas entre forma arquitectónica y la estructural que superan el planteo absoluto reconocido inicialmente de total integración o total oposición.

En ciertos casos puede ocurrir que ambas formas sean congruentes pero que dentro de la última la estructuración técnica–estática y funcional, o ambas a la vez, no se corresponde con la imagen percibida, privilegiándose más lo visual-representativo que lo específicamente constructivo, aunque esta última tengo un rol muy importante para su materialización (3).

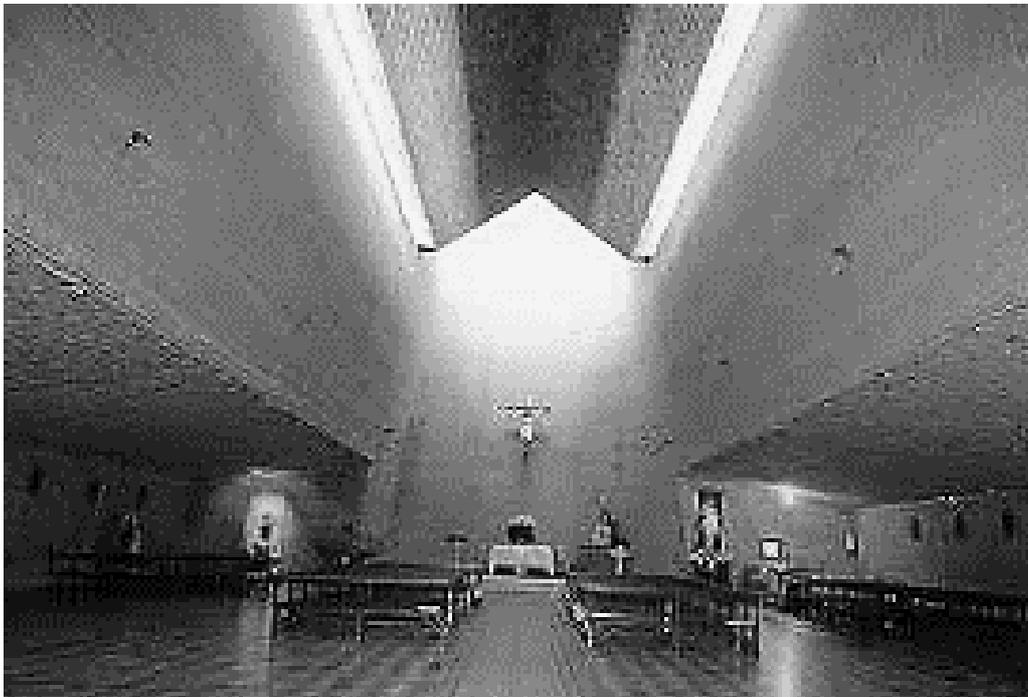


Imagen 3. Eladio Dieste. Iglesia de San Pedro en Durazno. Uruguay. 1969-1971.

En otras ocasiones, se puede presentar una incongruencia parcial o total entre la forma abstracta y la concreta, pero dentro de esta última la integración entre la estructura técnica y visual. En estos casos la forma concreta muestra solo algunos aspectos de la forma abstracta, en particular aquellos que evidencie la expresión de la solución estructural.

Puede presentarse también una incongruencia parcial o total entre la forma abstracta y la concreta y también de la estructura técnica y la visual, tratándose del caso extremo en el cual la estructura resistente se disocia de la forma arquitectónica, presentándose como entidades diferentes.

La forma abstracta no se muestra, se diluye dentro de un ordenamiento interno a nivel compositivo que evidencia una lógica de agrupamiento funcional que luego es resuelta en función de intereses predominantemente expresivos (4.)



Imagen 4. Biblioteca de Seattle. OMA – Rem Koolhaas. 2004

Pareciera que en todas estas posibles combinaciones la estructuración técnica del proyecto, para que pueda dialogar con lo que se percibe visualmente y que al mismo tiempo sea representativa como forma abstracta, debe presentarse como una forma estructural pura, esencial, asociada a aquellas formas platónicas arquetípicas que dieron posteriormente origen a las tipologías estructurales clásicas. En el caso específico del proyecto para el concurso del Museo Provincial de Arte Contemporáneo de Mar del Plata del 2009, Rafael Iglesia (5) demuestra como la esencia de su estructuración técnica puede presentarse inalterada a lo largo de todo el proceso ideativo de la propuesta, ser al mismo tiempo vehículo de la expresión arquitectónica y servir a la idea de un espacio que fluye sutilmente a su alrededor.

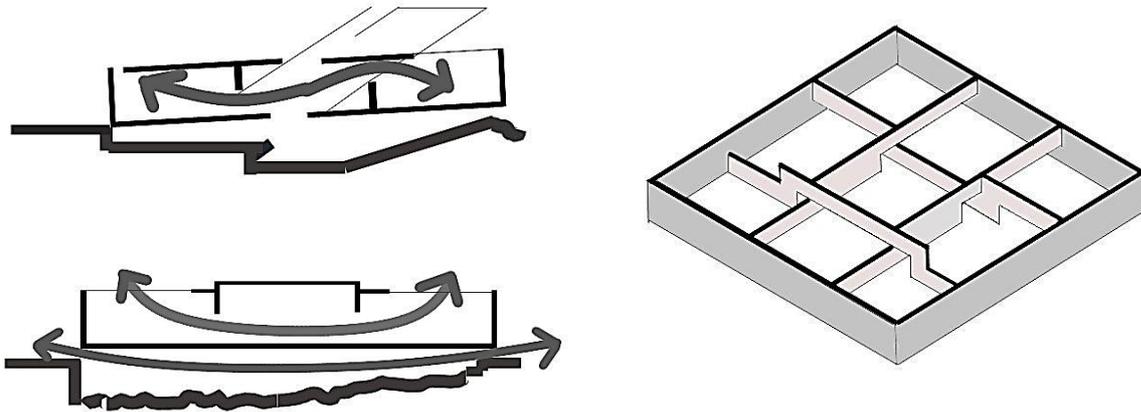


Imagen 5 Rafael Iglesia Concurso del Museo Provincial de Arte Contemporáneo de Mar del Plata del 2009

Sin definirse necesariamente como forma estructural arquetípica, la estructuración concreta de la forma se percibe tal cual fue conformada en las instancias generativas. No busca la negación de su esencia material como forma de desvincularse de la tiranía

de la gravedad y de este modo ser funcional a la idea de un espacio inalterado, sino que, por el contrario busca contraponerse como un hito material perfectamente discernible morfológicamente, muy crudo y esencial en su composición material y dispuesto en el lugar como un equilibrista presenta su objetos en un espectáculo circense.

Desde el punto de vista de lo específicamente constructivo y estructural, además de lo audaz de su posicionamiento en el sitio, el proceso de vaciamiento de la masa constructiva por operaciones de calado en relación a las necesidades programáticas permiten pensar la cuestión estructural como un marco contenedor en donde se desarrollan espacialmente los programas arquitectónicos sin medir que los sucesivos espacios definidos entre cada uno de los planos que lo limitan puedan fluir libremente entre sí (6 y 7).



Imágenes 6 y 7. Concurso MPAC. (2009) Rafael Iglesias.

Conclusiones finales.

Si como sucede habitualmente, se plantea solamente la relación entre la estructura técnica con la estética, la consideración de la estructura resistente queda establecida en dos posiciones extremas. En las combinaciones donde se encuentran disociadas, se identifica con la no consideración de la variable estructural dentro del pensamiento arquitectónico.

Teniendo en cuenta ahora el conjunto de la forma tanto arquitectónica como estructural y si además hemos podido reconocer los dos niveles en los cuales la forma puede expresarse, la abstracta y la concreta, lo deseable sería entonces que la forma estructural pueda situarse en un nivel intermedio entre ambas, ni al principio ni al final del proceso proyectual, y menos aún como sobrevalorada o rechazada.

La estructura sí debería estar implícita en la forma latente de las primeras ideas proyectuales, –como especies de preformas estructurales- pero no ser determinante ni tampoco determinada respecto a las decisiones arquitectónicas. Posiciones extremas asociadas, la primera con la idea del hecho estructural desarrollado en sí mismo como

una escultura o como formas clásicas del tipo ingenieril, como corremos el riesgo siempre que magnificamos la solución estructural. Para evitar ello, debe haber una especie de *entrenamiento previo* estructural que permita plantear formas -podríamos llamarlas pre-estructurales en estrecha relación con el planteo formal y funcional del edificio y suficientemente manipulables en función de dichas condicionantes.

Esto significaría reconsiderar la posición de la estructura como idea misma, como falsamente se cree que deben operar muchos de los especialistas en la materia. Debería replantearse sinceramente si la misma no debe estar al servicio de la idea como era, en efecto, antes del racionalismo, aunque sin estar subordinada, como muchas veces se plantea, con el alejamiento de la estructura como configuradora de forma.

Pensar la concepción de la estructura en su doble registro permite reconocerla o analizarla tanto en instancias iniciales de la propuesta arquitectónica -fase abstracta- como en su instancia de definición -fase concreta-. Implícita en la fase abstracta de la propuesta arquitectónica -instancia inicial del proceso- pero no necesariamente determinante en su fase concreta, lo cual permite deducir que la forma no debe ni el dato inicial ni su resultado final, posicionándose entonces a la estructura en una relación dialéctica con la forma y con el pensamiento del espacio arquitectónico como marco natural en donde se define y desarrolla el pensamiento de la arquitectura.

Por último, si el espacio se asocia en la arquitectura actual con lo etéreo, lo abstracto y lo inmaterial para lograr su integración con la cuestión de la estructura, asociada con lo tangible, concreto y material, esta debería poder identificarse en la instancia preliminar de su concepción pensada como una entidad suficiente abstracta y manipulable y por ello funcional a las necesidades que el espacio propone. El doble registro de la estructura queda entonces instalado implícitamente en la fase abstracta de definición de la forma, pero no necesariamente explícita y determinante en su fase concreta.

El ejemplo de Rafael Iglesia en Mar del Plata demuestra que una forma estructural simple, austera en su expresión material e integrada desde el inicio del pensamiento arquitectónico puede ser totalmente funcional a la idea del espacio contemporáneo sin necesidad de recurrir a complejas morfologías y mecanismos estructurales tecnológicamente sofisticados.

Bibliografía

- Balmond, Cecil. (1999). *La nueva estructura y lo informal. Quaderns. Espirales* (222): p. 41.
- Charleson, Andrew. (2007). *La estructura como arquitectura. Formas, detalles y simbolismo*. Barcelona: Reverté,
- Ching, Francis D.K. (2008). *Forma, espacio y orden*. Barcelona: GG. p. 33.
- Corona Martínez, Alfonso. (2005). *La composición en la 2º mitad del siglo XX. Summa +* (70): pp. 98-103.
- Doberti, Roberto. (1977). *Morfología generativa. Summarios. Morfologías* (9/10): pp. 11-23.
- Janello, César. (1961). *Estructura y forma. Parábola: Forma y estructuras*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Buenos Aires. p. 27-29.
- Le Ricolais, Robert. (1963). *30 ans de recherches sur les structures. L'architecture d'aujourd'hui*, (108): 85-101.

MacDonald, Angus. (2001). *Structure and architecture*. Department of Architecture, University of Edinburgh. 2ª ed. Edimburgo: Architectural Press.

Múñoz Cosme, Alfonso. (2008). *Historia del proyecto. Concepto, proceso y representación*. Barcelona: Reverté, 2008. p. 42.

Rowe, Colin. (1978). *La estructura de Chicago*. En *Manierismo y arquitectura moderna y otros ensayos*. Barcelona: Gustavo Gili, pp. 91-118.

Tedeschi, Enrico. (1977). *Teoría de la arquitectura*. Buenos Aires: Nueva Visión.