

# HITOS DE INNOVACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

## EFECTO PÓRTICO EN LOS EDIFICIOS

Javier Manterola Armisén<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero y catedrático de la Escuela Superior de Ingenieros de Madrid.

\* E-mail: jmanterola@cfcsl.com

La historia de la construcción está asociada indisolublemente a la del progreso en el desarrollo y entendimiento del proceso resistente.

El arco de piedra fue la solución que utilizó la arquitectura y los puentes para poder realizarse hasta el siglo XIX. Todo gran espacio que sobrepasaba el tamaño de los troncos habituales debía hacerse de piedra en su forma de arcos, bóvedas o cúpulas. No había otra solución y ésta se dimensionaba generalmente por la experiencia adquirida por sus artífices a lo largo del tiempo. No se conocía bien su funcionamiento y las cúpulas que se separaban del modelo de Panteón de Roma podían tener grandes problemas de estabilidad por la falta de control de las tracciones circunferenciales producidas en la cúpula a partir del ángulo con el eje de 56 grados. Esta falta de control que en Panteón y la propuesta que Brunelleschi hizo para Sta. Maria del Fiori en Florencia, lo resolvieron con una estribación gigantesca de la cúpula con el fin de resistir como arcos el equilibrio general de la cúpula.

Podemos decir que más de 20 siglos la tecnología de la edificación se basó en variaciones con repetición de las cúpulas clásicas.

Todo siguió más o menos igual hasta la primera revolución industrial en la cual los problemas que se solucionaban con el procedimiento de prueba y error son sustituidos por un conocimiento científico del proceso resistente que se va construyendo desde el siglo XVIII, en el siglo XIX se hace operativo hasta conseguir un conocimiento mucho más preciso y operativo que hasta entonces.

Este movimiento empieza por configurar un nuevo material, la fundición metálica, que se mejora hasta la consecución al acero en los hornos Bessemer.

Aparece un nuevo y principal problema, como se debe dar forma a este material como unirlos entre sí para construir estructuras importantes de las cuales la viga en celosía se erige como principal método para resolver los problemas de flexión que hasta ese momento eran imposibles.

El roblonado se constituye en el principal método de unión que se abandonará después de la Segunda Guerra Mundial.

La forma en doble "T" o "C" se configuraba como los más importantes para ahorrar peso de material y mejorar su respuesta resistente.

Poco a poco, en Inglaterra se van utilizando las vigas para resolver el problema de las casas. La nueva construcción resuelve con vigas y pilares la estructura resistente, pero aun había dejado un problema sin resolver, las fachadas que debían tener rigidez en su plano para resolver los problemas de las solicitaciones horizontales debían seguir resolviendo con fábricas de ladrillo u otras para obtener esa rigidez.

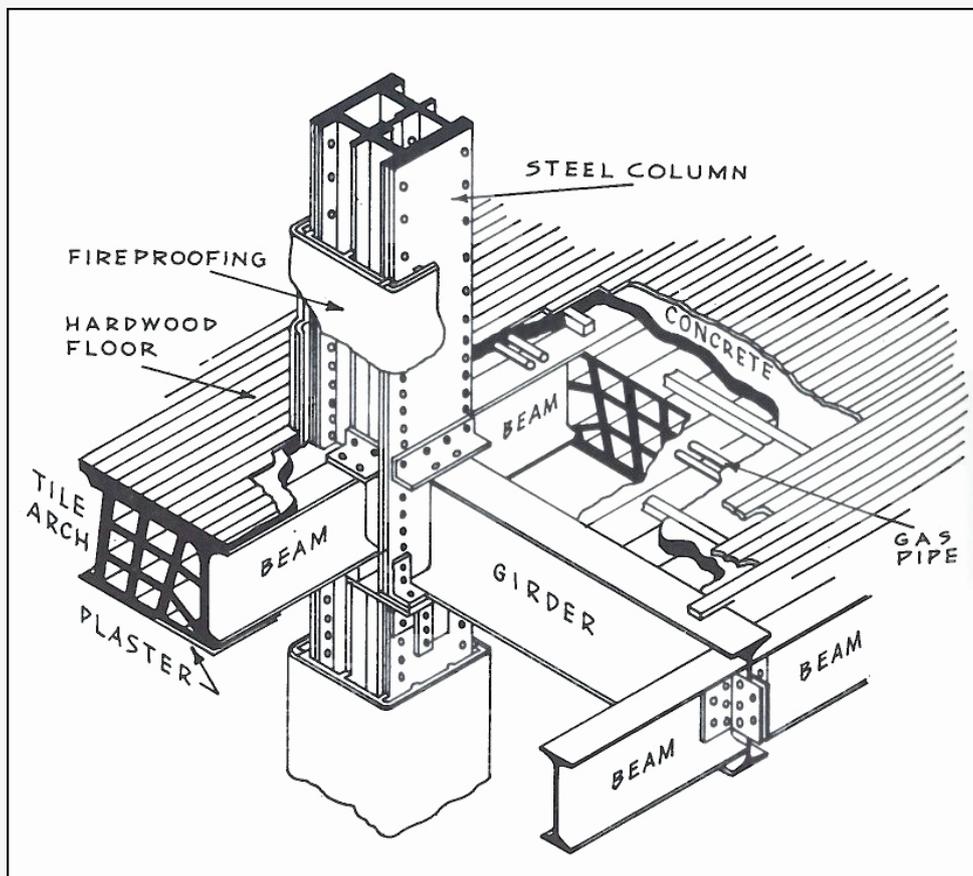
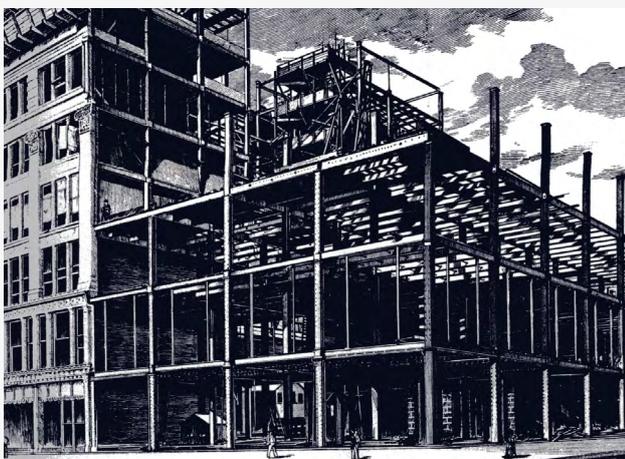


Figura 1. Aquí reposa la concepción de la arquitectura moderna.

William Lebaron Jenney, en la reconstrucción de muchos edificios de Chicago después del gran incendio que destruyó la ciudad en 1870 realiza el gran hallazgo y es el empotramiento vigas y pilares, fig. 1 que resolvió todos los problemas. Al hacer pórticos la rigidez a las fuerzas horizontales se logró en las estructuras y por tanto la resistencia del edificio ante las fuerzas horizontales lo que permitió eliminar los muros macizos y la realización de fachadas transparentes con lo que se mejoró la accesibilidad al edificio y la buena distribución de espacios en el interior ya que el muro de fábrica desapareció y dio transparencia al interior y exterior del edificio.

Y empiezan a aparecer los nuevos edificios, la estructura de Chicago, fig. 2, se convierte en extraordinariamente sutil, inmejorable para la distribución interior y la accesibilidad exterior que cambió toda la manera de construir hasta entonces.



**Figura 2.** Chicago – Estructura metálica.

La estructura en cuadrícula con nudos empotrados entre sí cambió la historia de la arquitectura pasando de un elemento rígido y lleno de muros que impedían la flexibilidad en la distribución de espacios, al gran desarrollo de la transparencia y la accesibilidad.

William Lebaron Jenney, ingeniero formado en la Ecole Polytechnic de Paris, mayor del cuerpo de ingenieros durante la guerra de secesión a él se debe, según Burnham el principio de sostener todo el edificio sobre un armazón de metal cuidadosamente equilibrado, rigidizado y protegido contra el fuego.

No ha tenido predecesores en este aspecto y a él se debe todo el mérito derivado de una proeza que él fue el primero en realizar. Supuso además la creación de espacios continuos interiores, solo interrumpidos por leves pilares, en ausencia de cualquier muro resistente obligatorio. La subdivisión interior no sería desde entonces una obligación sino algo voluntario para la ordenación interna.

Su utilización se extendió rápidamente en la ciudad, Burnham (arq.) y Root (ing.) dieron lugar a obras importantísimas como Reliance Building, fig. 4, el Montank Building. El equipo desapareció con la muerte de Root, el cual había inventado ya la cimentación flotante sobre las arcillas de Chicago. Root escribe: "La estructura interna de estos edificios ha llegado a ser tan vital que debe imponer la forma absoluta y el carácter general de las formas exteriores".



**Figura 3.** Home Insurance Building (1884) de William Le Baron Jenney.



**Figura 4.** Reliance Building.

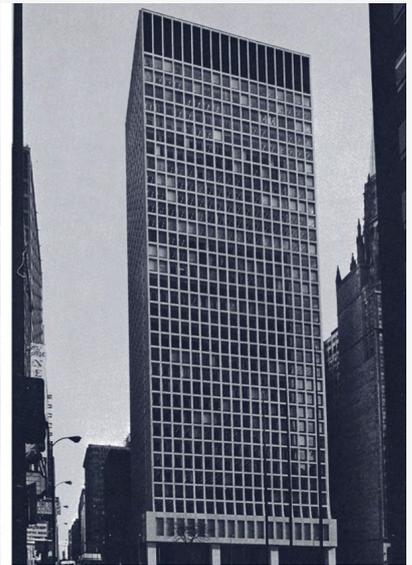
Louis Sullican, fue un arquitecto de gran sensibilidad y creatividad. A él se le debe la frase “la forma sigue a la función”, asociado con el arquitecto danés Dankmar Alder, construyó el famoso Auditorium Builddud de Chicago junto a otros edificios notables, como el Guaranty Building de Buffalo, fig. 5, en el que se plantea una transparencia especial en la planta baja y la entreplanta y en el resto sigue una configuración uniforme, como corresponde a la función del edificio.

El mundo de los rascacielos quedó así abierto para su desarrollo posterior.

Lo mismo pasa con el pórtico de hormigón, solución definitiva para todos los edificios actuales, fig. 6.



**Figura 5.** Guaranty Building – Buffalo.



**Figuras 6a y 6b.** Estructuras de pórticos.