

INGENIERÍA ESTRUCTURAL EN GRANDES OBRAS DE ARQUITECTURA

Hugo Corres y José Romo

INTRODUCCIÓN

Es un hecho que las obras de edificación singulares han sido un campo propicio para la colaboración entre ingenieros y arquitectos. Durante la edad antigua, medieval o moderna, no existía una diferencia explícita entre arquitecto, ingeniero, constructor o artesano. El siglo XIX, es sin duda el punto de inflexión en el que junto con la aparición del hierro y el acero como materiales de construcción, se comienza a regular el aprendizaje de la técnica de la construcción, apareciendo la disociación en la educación del ingeniero y el arquitecto que llega a nuestros días. Sin embargo, es notable la colaboración entre ambas disciplinas en el siglo XIX y el siglo XX, siendo el punto de encuentro tradicional, las obras de edificación singular, caracterizadas por las grandes luces, o las grandes dimensiones.

En la actualidad, la dispersión del conocimiento está conduciendo día a día al desencuentro entre ambas disciplinas.

Frente a esta situación, reivindicamos la colaboración equilibrada entre ingeniero y arquitecto, como fuente de avance y desarrollo mutuo. Consideramos, que la participación del ingeniero estructural desde las primeras fases del concurso de arquitectura, planteada con amplitud de miras, amplía y no cercena el número de posibles soluciones resistentes y constructivas, con el consiguiente efecto enriquecedor para la obra.

Desde esta óptica, se presentan una serie de obras de edificación singular, en la que se han establecido distintos niveles de colaboración entre arquitectos e ingenieros.

NUEVA TERMINAL DEL AEROPUERTO DE BARAJAS

El nuevo aeropuerto de Barajas en Madrid, obra de Lamela y Rogers, tiene dimensiones inusuales cuyo mayor reto fue acertar en una solución estructural adecuada, ágil y adaptada a los requerimientos impuestos por la construcción, buscando además, la máxima integración con la propuesta arquitectónica.

De esta forma el edificio del aparcamiento, se ha planteado con módulos de 112x80 m sin juntas, y éstas se han realizado en voladizo, garantizando la continuidad vertical mediante llaves de cortante y por lo tanto, eliminando la clásica duplicación de pilares que siempre plantea problemas arquitectónicos.

Los edificios de la terminal y el satélite de unos 200.000 m² de superficie, se han resultado con una malla de pilares de 9.00x18.00 m con los que se ha construido una alineación de pórticos, generalmente de 18.00 m de luz y una longitud de 72.00 m. Las vigas de 18.00 m de luz se postesan y se han construido con un sistema de cimbras autolanzables, empleando una tecnología muy frecuente en el mundo de puentes, que ha permitido cumplir con los condicionantes arquitectónicos y con los estrictos plazos de construcción. Esta obra es un ejemplo claro de la enriquecedora relación entre el mundo de la obra civil y el de la edificación.



Aeropuerto de Barajas, Madrid.

PABELLÓN PUENTE EXPO DE ZARAGOZA

El Pabellón-Puente para la Expo2008 de Zaragoza fue objeto de un concurso internacional de arquitectura en el que el proyecto ganador resultó ser el propuesto por Zaha Hadid.

El Pabellón-Puente es un edificio tendido sobre el río Ebro que sirve como puerta de entrada al recinto de la Expo 2008 a la vez que alberga en su interior espacios expositivos dispuestos en varios niveles. Es un proyecto en el que la estructura es protagonista esencial por su complejidad y porque está fuertemente integrada en el concepto arquitectónico.

Se trata de una estructura de 250 m de longitud, planteada con dos vanos de 100 y 150 m de luz respectivamente, con geometría curva en planta y sección transversal variable en anchura, altura y geometría. Se trata por tanto de un verdadero edificio construido sobre el río, con la parte de estructura planteada como visible con unas dimensiones de los elementos estructurales propia del mundo de la edificación, cuando el nivel de solicitaciones es el de una gran obra de ingeniería civil.



Vista aérea de la obra terminada



Vistas de la obra terminada (fotografía: APTA-A.Sagasti)

Por otra parte, la presencia de un río importante, con un régimen altamente variable y lo escaso del plazo de proyecto y construcción, condicionados por la apertura de la Exposición, supusieron un gran esfuerzo también en los aspectos constructivos.

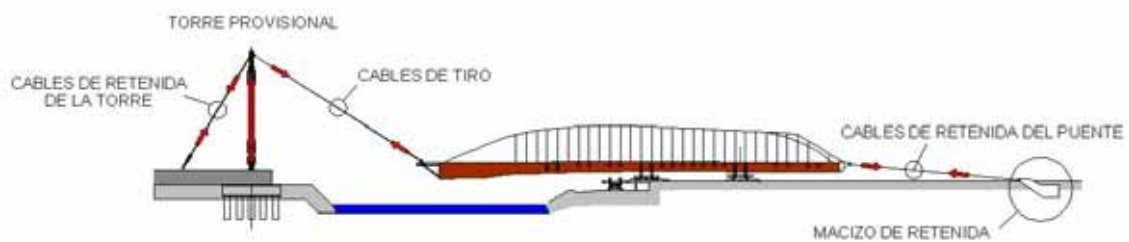


Fotos de la obra en Construcción

El vano más corto y complejo se pudo construir sobre soportes provisionales en su ubicación definitiva al abrigo de una plataforma, mientras que el vano más largo tuvo que ser construido en la orilla y ser colocado en posición siguiendo una secuencia compleja que se esquematiza en las figuras siguientes.



Esquema de los tres movimientos que componen la primera fase del lanzamiento



Esquema de la fase final de lanzamiento



Fase final de lanzamiento

Los fuertes condicionantes arquitectónicos, unidos a la magnitud de las cargas y la complejidad constructiva, han supuesto un reto sólo posible, gracias a la integración y el trabajo conjunto de la ingeniería, el taller y la empresa constructora.

CUBIERTAS DE GRAN LUZ

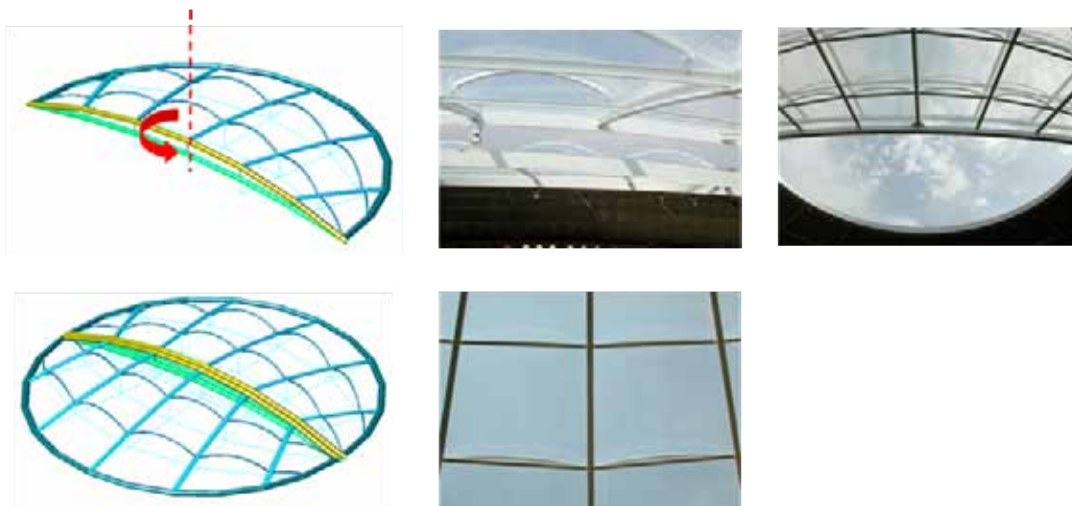
Las cubiertas de gran luz, son uno de los puntos de confluencia natural entre ingeniería estructural y arquitectura. Quizás las cubiertas de las estaciones ferroviarias y de los edificios de las exposiciones universales del siglo XIX constituyen el paradigma de esta colaboración.

En la actualidad, la necesidad de los promotores de grandes eventos tanto públicos como privados, de disponer de espacios multiusos, ha llevado al desarrollo de grandes cubiertas retráctiles, capaces de abrirse total o parcialmente en unos pocos minutos.

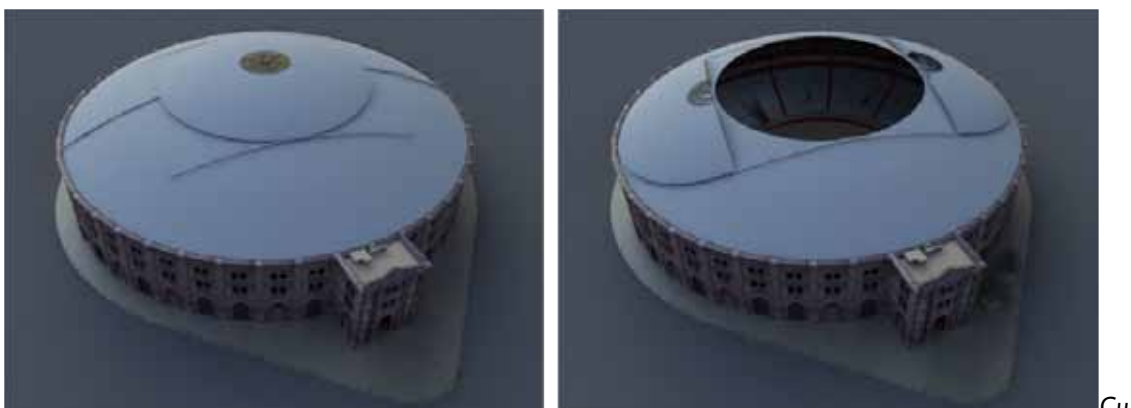
En estos casos, es necesario combinar las necesidades e imagen arquitectónicas con el concepto estructural y el sistema de motorización y enclavamiento de la cubierta.

Todos estos condicionantes abren un mundo de posibilidades, tanto en los aspectos formales y resistentes, como en los posibles movimientos como en los materiales a emplear tanto resistentes como de cubierta.

Las obras de las figuras siguientes, proyectadas por FHECOR Ingenieros Consultores son un buen exponente del abanico de soluciones posibles.



Cubierta móvil de la plaza de Aranda de Duero



Cubierta Móvil: Plaza de Tarragona



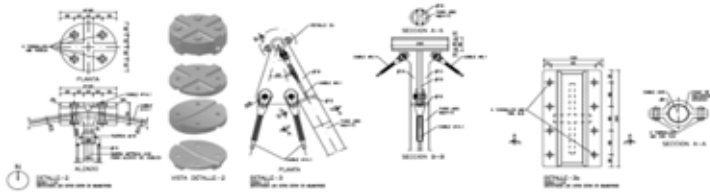
Cubierta móvil Plaza de León



Cubierta móvil. Centro Acuático. Madrid

FACHADAS

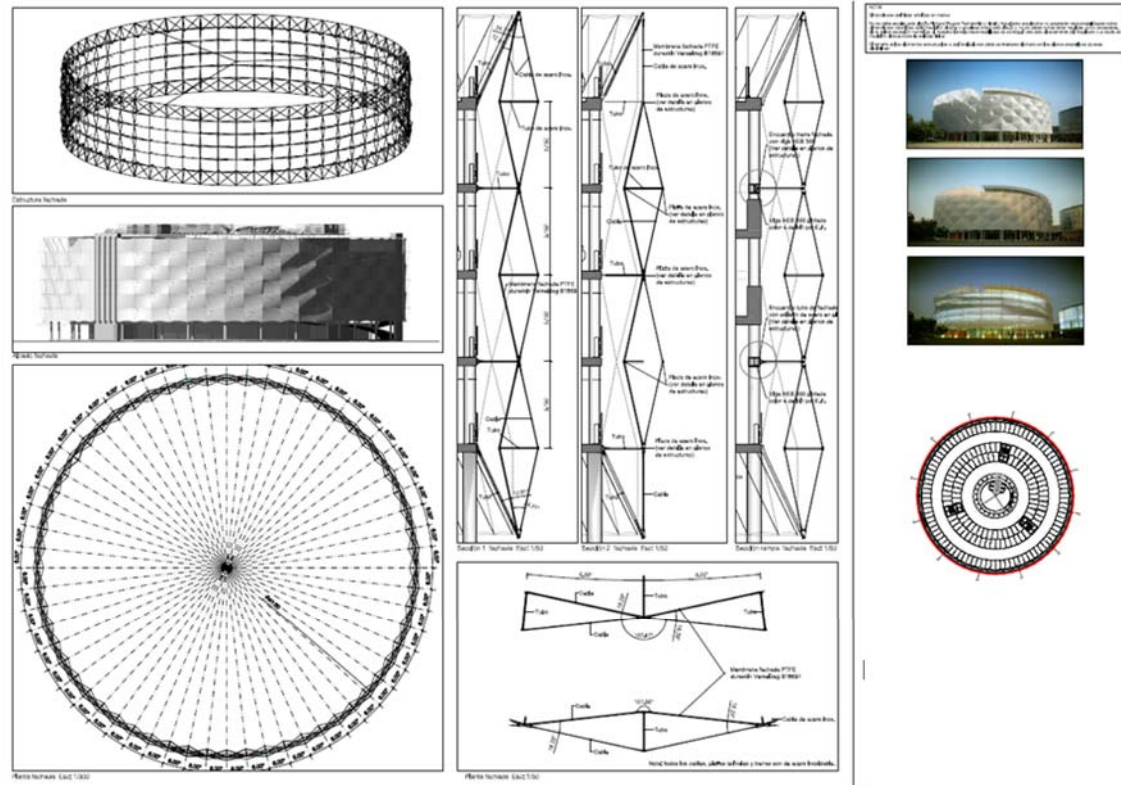
Otro de los campos, en los que la ingeniería estructural interacciona con la arquitectura, son las fachadas. La tendencia a establecer una relación visual entre el interior y el exterior del edificio, ha llevado a la utilización de materiales clásicos como el vidrio, o más modernos como el metacrilato, las membranas de teflón o el ETFE, que requieren el diseño de un sistema resistente capaz de conjugar la necesaria rigidez y resistencia con la ligereza visual.



Detalles fachada textil

Los aeropuertos o los edificios públicos, suelen presentar este tipo de fachadas, caracterizadas por su transparencia y la consiguiente visibilidad de todos los detalles estructurales que requieren una estrecha colaboración entre arquitecto e ingeniero estructural.

En las figuras siguientes, se incluyen algunos ejemplos de este tipo de obras.



Fachadas Textiles Aparcamiento Ciudad de la Justicia. Madrid (Arquitecto: Richard Rogers)



Fachadas ETFE y metacrilato (Arquitectos Selgas-Cano)

CONCLUSIONES

Los ejemplos presentados, han constituido en todos los casos, espacios para la colaboración entre arquitectos e ingenieros estructurales. No siempre la relación entre estas disciplinas es fácil, especialmente cuando existen prejuicios recíprocos.

La labor del ingeniero estructural en el mundo de la edificación, pasa por el respeto y conocimiento de la arquitectura y la amplitud de miras en el planteamiento de la colaboración.

De esta forma, se puede ampliar el registro de soluciones posibles, lo que permite al arquitecto una mayor libertad, lo que contribuirá sin duda a la calidad final de la obra.