

## Razón y ser de los tipos

### *Reason behind and for architectural types*

F. González Blanco<sup>(\*)</sup>

#### RESUMEN

Tradicionalmente se ha destacado de Fisac su carácter individualista, no atado a escuela o movimiento alguno. Profundizando en una de sus líneas investigadoras más conocidas como son las formas huecas de hormigón pretensado, sus famosos "huesos", es inmediato encontrarse con una nube de técnicos, prácticos o empresarios unidos por un hilo común de amistad e ingenio, cuyo trabajo conjunto cristalizó en un proceso evolutivo ya de por sí interesante.

Es por ello extensible este texto homenaje no sólo a la figura de Miguel Fisac, sino a todos aquellos que en el corto periodo de una década (los años sesenta) participaron de esta historia. Una historia de riesgos, de aciertos y de errores, donde la figura del arquitecto queda en muchas ocasiones aislada entre la densidad de ingenieros, aparejadores, constructores o inventores.

109-33

**Palabras clave:** piezas huecas, hormigón pretensado, postensado, M. Fisac.

#### SUMMARY

*Fisac's oeuvre has traditionally been defined in terms of its individualism, its non-association with any school or movement whatsoever. A deeper analysis of one of his best known lines of research, the hollow forms of prestressed concrete (his famous "bones"), reveals a host of engineers, practitioners and businessmen united around a common core of friendship and ingenuity whose work crystallized in an evolutionary process interesting in its own right.*

*This text is, therefore, a tribute not only to Miguel Fisac, but to all those who participated in this story, which lasted a mere ten years (the nineteen sixties): a story of risk, success and failure, where the architect often stood in solitude in the midst of a densely populated circle of engineers, quantity surveyors, contractors and inventors.*

**Keywords:** cavity forms, prestressed, post-tensioned concrete, M. Fisac.

---

<sup>(\*)</sup> Arquitecto y comisario de la exposición: *Miguel Fisac. Radiografía de una obra*



Figura 1. Dovelas postensadas.  
Ricardo Barredo.

Miguel Fisac, Fernando Cassinello, Ricardo Barredo, Carlos Barredo, Vicente Peiró, Andreu Colomer, Antoni Cascuberta, Josep Sallés, Javier Lahuerta, Jose M.<sup>a</sup> Priego, González Montesinos, Argüelles, Badell... Los nombres despojan recuerdos, sentimientos de admiración, respeto o simplemente indiferencia en función de quién sea el lector. En cualquiera de los casos sirva este artículo como sincero homenaje a quienes durante aproximadamente una década (años sesenta) dejaron escrita la historia de los conocidos "huesos".

El estudio de los que Miguel Fisac llamó "huesos", es decir, piezas huecas de hormigón

pretensado, arroja unos resultados interesantes y refleja de modo claro el estado de la construcción en la España de la época, de los intentos de prefabricación, de la investigación, de las patentes...

Desde la pieza postensada del Centro de Estudios Hidrográficos a pies del Manzanares hasta la pieza de cubierta en el propio estudio de Fisac en el Cerro del Aire, también en Madrid, pasan once años de estudio y experimentación obsesiva. Haciendo esfuerzos de mejora continuada, revisando patentes y adaptando las diferentes piezas a programas de lo más diverso, desde viviendas unifamiliares a centros educativos, iglesias, oficinas y sobre todo edificios industriales.

A lo largo de estos años Miguel Fisac no sólo cambia el rumbo de sus experimentaciones hacia el estudio del hormigón, sino que genera más de una docena de piezas diferentes de las cuales nueve fueron puestas en práctica, otras proyectadas pero no utilizadas, incluso alguna utilizada experimentalmente para ser posteriormente desechada.

Las piezas serán principalmente de cubierta aunque también ensaya tres tipos de forjado (patentes de prefabricación para vivienda) y uno de fachada (IBM de La Castellana).

Por su funcionamiento estructural distinguimos dos grupos:

1. Las vigas postensadas hechas a base de dovelas y tesadas según el conocido como procedimiento Barredo o procedimiento español.
2. Las vigas continuas pretensadas utilizando los sistemas de Peiró S.A.

Todas estas experiencias las rastreamos mediante las diferentes patentes de estos tres hombres unidos por un hilo común de amistad, ingenio y respeto profesional. De igual modo podemos hablar del resto de técnicos que bien a nivel de cálculo, de diseño gráfico u organización empresarial y de obra fueron partícipes de esta historia.

Repetidamente, Fisac alude a su amigo Fernando Cassinello como gran incentivador, para que en sus proyectos la estructura

tomara un mayor protagonismo hasta llegar a estas soluciones que conjugan las propiedades estructurales y arquitectónicas en una sola pieza.

El propio Cassinello hará el proyecto de la vivienda de Ricardo Barredo en San Fernando de Henares según las bases del proyecto fin de carrera de Carlos Barredo. Esta obra donde destaca la típica viga de Barredo postensada y formada por dovelas, vuelta del revés y formando un impresionante voladizo es ejemplo claro del tipo de alardes que realizaba Construcciones Barredo. Principalmente dedicados a la construcción de puentes de la mano de Fisac llegarían a unas soluciones sorprendentes en el campo de la edificación.

Al tiempo que los Barredo patentaban todo tipo de inventos generalmente guiados por la visión técnica de Eduardo Torroja, Vicente Peiró crecía en el campo del pretensado, mejorando su forjado FORTPRET, sus paneles de fachada y sus curiosos sistemas de encofrado para vigas huecas. Su actividad era más próxima a la edificación y por ello Fisac contará con la experiencia de Peiró en obras de menor escala: viviendas unifamiliares, centros educativos, incluso iglesias. Mientras el postensado lo aplicaba, salvo excepciones, en los edificios industriales que necesitaban de mayores luces libres.

El Instituto Torroja es el punto de encuentro de todos estos profesionales y sirve, además, de soporte técnico para los ensayos que apoyen los documentos de idoneidad técnica de los productos que se patentaban y se introducían en el mercado, previa aprobación de la Dirección General de Arquitectura. El propio Javier Lahuerta que realizaba a Vicente Peiró los cálculos para estos documentos recuerda cómo puso en contacto a Miguel Fisac con el propio Peiró y de esta manera fue entretejiéndose toda esta maraña de profesionales donde Miguel Fisac era muchas veces una excepción entre ingenieros ya fueran Industriales, de Caminos o Aeronáuticos.

El estudio de las piezas nos lleva a recorrer la geografía nacional de punta a punta; de Madrid a Valladolid, La Coruña, Valencia, Vic, Jerez de La Frontera y vuelta a Madrid.



Figura 2. Pieza pretensada.  
Vicente Peiró.

Si bien el primer caso lo constituye el Centro de Estudios Hidrográficos, por seguir un orden estructural citamos las marquesinas de los laboratorios MADE, que aun siendo de hormigón armado constituyen uno de los precedentes inmediatos de las piezas pretensadas<sup>1, 2</sup>.

La primera de estas piezas pretensadas será la conocida como pieza Valladolid (1961) para servir de cubierta al Instituto Femenino de Educación Secundaria Núñez de Arce<sup>3</sup>, y a partir de ahí, la trilogía de centros de

#### Notas

- (1) F. Cassinello, "El hormigón pretensado en la arquitectura española", *Hormigón y Acero*, 1970.
- (2) F. Cassinello, "La estética del pretensado", *Hormigón y Acero*, 1968.
- (3) Ampliamente estudiado por el arquitecto Daniel Villalobos sobre todo en su concepción urbana.



Figura 3. Pieza Valladolid en La Coruña.



Figura 4. Pieza pretensada en Somosaguas.

enseñanza de La Coruña (Santa M.<sup>a</sup> del Mar) y Valencia constituyen los primeros ejemplos de edificios cubiertos por estas piezas de 15 mm de espesor y unos 20 m de longitud máxima. Estas primeras obras han sido fuertemente alteradas sino demolidas, siendo sólo en La Coruña donde se conserva una primera fase con piezas en cubierta.

La pieza Valladolid tiene sección simétrica y se colocan una a continuación de la siguiente de modo ininterrumpido, confiando el aislamiento térmico a la cavidad ventilada.

Aunque hubo una tentativa de realizarla con la sección haciendo la pendiente de 1,5%, la realidad construida responde a una pieza continua que obtiene la pendiente de evacuación del agua en virtud del desnivel entre sus apoyos. Los principales inconvenientes técnicos de estas piezas son claramente descritos en la presente publicación en el artículo de Ricardo Aroca.

Las alas laterales no poseen función estructural y en ese sentido es destacable el caso de la iglesia del colegio de Asunción Cuesablanca, donde se eliminan esas partes de la pieza para dotar de una cuidada iluminación tamizada al altar, en un claro gesto que habla muy a las claras de la interrelación alcanzada por Fisac entre la estructura y la concepción espacial del espacio a cubrir. La pieza por su parte inferior también sirve de acabado completando todas las funciones arquitectónicas posibles.

La colaboración con Peiró no se limitará a esta pieza, sino que también patentará una viga en voladizo para marquesina utilizada en las viviendas de Somosaguas de José Vicente Barreda y Alonso Tejada. Esta pieza hecha con hormigón de escoria será también utilizada en otras obras y proyectos para viviendas como la de Francisco Cabrerizo desde cuya oficina se tramitaban todas las patentes.

Por lo general, pasados los años sesenta estas piezas aun manteniéndose en algunas obras y proyectos ya pierden el protagonismo, con lo que su uso queda restringido a alguna pequeña marquesina que protege el acceso principal a los edificios. Algún proyecto posterior mantiene estas piezas incluso alguna

nueva como los proyectados para la Expo de Sevilla.

Un episodio interesante a mitad de la década lo constituye el encargo de IBM para su sede en la Castellana madrileña. En este caso la experiencia de Peiró haciendo paneles de fachada se pone a prueba en la realización de unos paneles que se colocan de suelo a techo y tienen una sección en forma de boomerang con un espesor de apenas 15 mm y que aún hoy se mantienen incólumes.

Frente a estas experiencias y de modo paralelo, la relación con Barredo<sup>4</sup>: “El mago de los puentes” como titula la prensa de la época, fructifica en realizaciones muy interesantes.

Las patentes de Barredo eran muy exitosas en el mercado nacional llegando a ser utilizadas incluso en el extranjero. Si bien en España competía con otras patentes de postensado como Freyssinet, CCL o BBRV. Fisac siempre confió en Barredo sus iniciativas en el campo del postensado. Tanto en estas experiencias como a nivel de consolidaciones de estructuras como fue el caso de la rehabilitación de la torre de Santo Domingo de Almagro en Ciudad Real.

Los primeros huesos que realizan en conjunto se traducen en una de las joyas de nuestra arquitectura. La sala de maquetas del Centro de Estudios Hidrográficos en 1960 ampliamente estudiado por Francisco Arqués.

La pieza asimétrica permite la introducción de luz natural a través de un poliéster que se ajusta en unas muescas de la propia pieza. La parte superior cóncava permitía la evacuación del agua de lluvia. La viga es la suma de piezas de un metro de largo que se rematan en dos piezas de cabeza que a su vez sirven de apoyo en los extremos. Una última pieza a modo de postizo ya no participa de la viga, sino que se atornilla a la pieza de cabeza por el lado externo rematando a modo de puntilla los alzados de la nave. Los cálculos correspondientes los desarrollaron los técnicos del Ministerio Priego y González Montesinos.

Esta obra también posee una marquesina de acceso hecha a base de dovelas (éstas



Figura 5. Anclaje Activo.  
Procedimientos Barredo.  
Marquesina del Centro  
de Estudios Hidrográficos.

más cortas de 650 mm) que Fisac denominaba “patos”. El voladizo se remata dejando vistas las cuñas Barredo con sus tres cables por deseo expreso del arquitecto que pretende dejar así claro el sistema estructural del voladizo. Derribada parcialmente por un camión de transporte, se decidió sustituir la marquesina por otra que no alterara el aspecto formal de la original llegando a la conclusión de hacer otra pretensada pero manteniendo los remates en la cabeza, lo cual aun siendo una mentira constructiva al menos nos permite ver en la actualidad el remate original.

La sustitución de las vigas también se dio lugar en la sala de maquetas y la solución adoptada fue similar a la de marquesina. Una viga continua pretensada encofrada de modo que simulen las dovelas anteriores<sup>5</sup>.

Tanto los “patos” como las vigas que permiten luz cenital sufrieron una evolución y a fines de los sesenta surgen patentes mejoradas.

Estamos hablando de HUECOSA, un entramado empresarial al abrigo del industrial catalán Andreu Colomer, promotor de una iniciativa que incluía a Miguel Fisac como arquitecto, a Antoni Casacuberta como ingeniero Aeronáutico coordinador del proyecto y Juliá Arumí como práctico en la prefabricación de las piezas. La idea base consistía en crear un sistema de prefabricación

(4) El Alcázar, 29 de noviembre, 1958.

(5) Los detalles de esta obra se describen claramente en *Hormigón y Acero* por los técnicos de ALVISA que realizaron el proyecto de sustitución. Jesús Montaner Fragué, Javier López García, José Luis Lleyda Dionis, *Hormigón y Acero*, 204, pp. 85-98, 1997.



Figura 6. "Patos" haciendo marquesina. HUECOSA.

de piezas de hormigón postensado que en principio debía cubrir las necesidades de las naves para las fábricas del Grupo Colomer, curtidora de gran expansión a nivel internacional, y a partir de ahí abrirse paso en el mercado como solución para la edificación.

El hormigón era en principio el material indicado para hacer frente al ambiente salino que genera el tratamiento del curtido y a la vista de los resultados así fue. Surgieron, sin embargo, otros problemas de carácter constructivo que debieron someterse a revisión.

De Vic, donde estaba asentada la sede del Grupo, salieron principalmente tres tipos de piezas:

- Una pieza "sigma", llamada así por Casinello en virtud de su forma. Esta pieza supone una revisión de la original del Centro de Estudios Hidrográficos.
- Un nuevo "pato" para marquesinas.
- Una pieza de sección en "trapezio" que puede utilizarse tanto en forjados como en cubierta.

Todas ellas se asientan en las experiencias anteriores tratando de mejorar las patentes y mejorando su adaptación a la obra. Las primeras dovelas estaban hechas *in situ* con un sistema de moldes metálicos muy rudimentario y eran extraordinariamente pesadas. La mejora fundamental suponía prefabricar las dovelas en una fábrica y luego transportarlas a obra para lo cuál debían ser bastante ligeras. Estas últimas dovelas reducían los espesores de hormigón hasta límites inadmisibles hoy en día de tan sólo 25 mm. Los moldes eran de aluminio fundido y se desmontaban semiautomáticamente.

Las piezas fraguaban sumergidas en bañeras de agua para evitar fisuraciones ante los márgenes de pared con que se trabajaba.

Si bien gran parte de la documentación de todo este proceso ha desaparecido, los prontuarios que nos han llegado pertenecientes al archivo de Fisac, custodiado por el Colegio de Arquitectos de Ciudad Real, y las declaraciones de técnicos de entonces como J. M. Casals o el propio Casacuberta

nos permiten asegurar que, efectivamente, las obras se ejecutaron conforme a los pronuntarios y las patentes dejando poco margen a la improvisación en obra.

Los hormigones empleados eran de alta resistencia, con gravilla machacada hasta alcanzar granulometrías finas. Aunque las dovelas se habían calculado para un esfuerzo de 400 Kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a rotura del hormigón, que se controlaba minuciosamente, alcanzó valores más elevados, en ocasiones claramente exagerados. J. M. Casals, ingeniero Industrial perteneciente al Grupo Colomer entonces, cuenta todo esto al tiempo que recuerda haber roto probetas a más de 700 Kg/cm<sup>2</sup>.

Los ensayos de rotura de viga completa también se realizaron en las instalaciones de Arumí.

Una vez superada la fase de fabricación, el montaje de las vigas se hacía poniendo las dovelas sobre unas piezas de soporte apoyadas en carriles. Las piezas poseen unas pestañas haciendo machihembra y unas vainas en las juntas permitían el rejuntado una vez pasados los cables. Al cabo de un tiempo se tensaban con los gatos y los anclajes de Barredo.

La pieza sigma fue una de las más utilizadas tanto en la primera fábrica de Colomer Munmany como en Anónima Lanera (ambas destruidas), en la antigua Baumann, todo ello en Vic, o en Máximo Mor y CIESA (Montmeló), también está en las bodegas de Garvey en Jerez de la Frontera y en la vivienda de Casacuberta en Santa Eugenia de Berga. En todos los casos, los cambios térmicos y sus correspondientes dilataciones hacen de la pieza de poliéster, por donde entra la luz, el punto más delicado de la cubierta. Sufriendo la junta entre el poliéster y la pieza las mayores patologías.

La pieza más exitosa y la que posiblemente hubiera alcanzado un mayor éxito comercial es la que presenta una sección en "trapecio". Ésta podía separarse mediante una pieza recta variando así el intereje en función del cálculo.

Esta pieza de sección simétrica alcanza grandes luces de hasta 25 m como es el caso de las bodegas jerezanas donde pasados



Figura 7. "Piezas sigma y trapecio en Jerez".  
HUECOSA.

casi cuarenta años las piezas siguen funcionando tanto estructural como térmicamente. No en vano las botas de brandy descansan sobre el albero de las naves que se cubren con los famosos huesos.

Una patente de 1968 no utilizada en obra alguna pretende compatibilizar ambas secciones *sigma* y *trapecio*, pudiendo así llegar hasta los 25 m de luz con posibilidad de iluminación cenital.

La última variante de pieza postensada la encontramos en la patente para prefabricación integral de viviendas de 1969. Estas piezas nunca fueron puestas en obra a

excepción de la pieza asimétrica utilizada como cubierta en el estudio del arquitecto en el Cerro del Aire, sin embargo, por el alto coste del sistema, esta solución fue desechada por Fisac dando así muestra de honestidad en el empeño inventivo.

Las conclusiones y datos más esclarecedores de todo lo aquí expuesto forman parte de un proyecto destinado a poner en valor, mediante una exposición itinerante, esta arquitectura y a estos técnicos. El carácter ejemplar de dedicación al trabajo investigador no es sino un claro reflejo de la ilusión que cada uno desde su campo supo aportar en beneficio del proyecto y de la obra.

La mitad de los sesenta constituyen estadísticamente un momento álgido en la concesión de patentes relacionadas con la construcción<sup>6</sup> y, a partir de ahí, el número

desciende vertiginosamente hasta los valores mínimos de 1974. Entorno a esta fecha Barredo y Peiró cierran sus respectivas empresas, incluso el propio Fisac cerrará su estudio pocos años después. La historia de los huesos tan unida a estos tres nombres había terminado.

Comienza otra época y las patentes de Fisac se orientarán hacia los encofrados flexibles, lo que supone una nueva vuelta de tuerca dentro de la producción del arquitecto que culminará en su último invento: "arquitectura vertida", que de algún modo aglutina todas las experimentaciones previas.

En plena actividad creativa, el día doce de mayo, festividad de Santo Domingo de La Calzada, patrono de los ingenieros de Caminos, fallece Miguel Fisac Serna, un gran arquitecto que hizo de su vida la historia de una trayectoria.

<sup>6</sup> Datos obtenidos del Archivo Histórico OEPM.

\* \* \*