

# La Cúpula del Pabellón de Sant Manuel del Hospital de Sant Pau de Barcelona

Albert Casals Balagué  
Alicia Dotor Navarro  
Esther García Mateu  
Belén Onecha Pérez

La presente ponencia es la continuación de otras dos presentadas anteriormente. La primera, en el Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas de Valencia en mayo de 2011, titulada «las razones del uso masivo de la bóveda tabicada en el hospital de Sant Pau de Barcelona», aportaba evidencias sobre las razones del arquitecto Domènech i Montaner para hacer un uso exclusivo de la bóveda tabicada como elemento estructural horizontal. La segunda, presentada en el VII CNHC de Santiago de Compostela en octubre 2011, titulada «los sistemas de estribo de las bóvedas tabicadas del hospital de Sant Pau Barcelona: tirantes, zunchos y pórticos», aportó datos ciertos —obtenidos directamente mediante las correspondientes calas— sobre las complejas configuraciones constructivas que dan soporte a los espacios de gran tamaño: salas de enfermería o grandes salones para reuniones.

Para completar las descripciones de las dos ponencias anteriores es imprescindible añadir la de las complejas estructuras mixtas de ladrillo y acero con las que Domènech concibió y construyó las múltiples cúpulas que rematan las Salas de Día de todos los pabellones de enfermería del Hospital. Como es sabido, una de ellas colapsó en 2004.

En la presente comunicación se exponen los resultados de la investigación sobre la cúpula del Pabellón de Sant Manuel, cuyo objetivo ha sido conocer el comportamiento estructural real de la cúpula, mediante una campaña de calas realizadas sobre la misma y un análisis basado en el método gráfico de

Wolfe, acompañado de los cálculos analíticos necesarios para una mejor definición del problema. Una de las conclusiones es aplicable al resto del edificio: la indeterminación cuantitativa en cuanto a la aportación resistente de cada uno de los dos materiales, ladrillo y acero, indeterminación cuyo desconocimiento propició probablemente el colapso de la cúpula del Pabellón de la Mercé, antes mencionado.

## ANTECEDENTES

En Cataluña, después de que Guastavino hiciera su última obra antes de partir para Nueva York, que fue también su primera cúpula, el teatro de La Massa de Vilassar de Dalt, se continuó utilizando la técnica de la bóveda tabicada como se había hecho en las décadas anteriores resolviendo problemas prácticos de edificios normales. No fue hasta 1898 cuando el arquitecto Domènech i Montaner (1850-1923) en su proyecto para el Instituto Pere Mata de Reus fue el primero en aprovechar, de una manera que sobrepasaba las meras razones prácticas, las infinitas posibilidades arquitectónicas de la técnica con la que Guastavino en ese año ya había utilizado entre otros la biblioteca de Boston.

Sin que sea posible demostrarlo, se apunta la posibilidad de que el arquitecto Domènech desarrolló un proceso de maduración, tanto arquitectónica como política, que le llevó desde su adscripción a la arquitectura moderna del momento basada en Viollet-le-

duc y cierta actitud política no beligerante, a una defensa activa frente a España de la catalanidad que comportó, junto al estilo propio del momento, el modernismo, la recuperación de ciertos lenguajes propios de una supuesta arquitectura medieval del país que comportó a su vez la inclusión en ella de un elemento muy propio de la tradición catalana, la bóveda tabicada.

## EL HOSPITAL DE SANT PAU

Sea cual sea la razón, la cuestión es que después de la experiencia de Reus, se le presentó la oportunidad más importante de su vida profesional cuando en 1901 consiguió el encargo de proyectar el extraordinario, tanto en extensión, nueve manzanas del ensanche Cerdà, como en calidad y disponibilidad financiera, del nuevo hospital de Sant Pau conjuntamente con una nueva ubicación del antiguo hospital de la Santa Creu (González 1998).

Los criterios que adoptó tanto en el lenguaje arquitectónico como en la utilización de la vieja técnica del tabicado fueron los mismos que en su obra anterior. La organización general del conjunto se basó en los criterios higienistas que habían dominado la manera de concebir de los edificios hospitalarios derivada de la constatación de que la pureza del aire respirado por los enfermos conseguida mediante un gran volumen atribuido a cada uno de ellos y a una potente ventilación conseguía disminuir la mortalidad y aumentar las tasas de curación. El procedimiento se reforzaba con el aislamiento de diferentes tipos de enfermedades repartiendo las enfermerías en pabellones claramente separados unos de otros.

El primer proyecto de Domènech abarcó un gran edificio para la administración general del hospital y ocho pabellones configurados todos ellos mediante una gran sala central con cuerpos extremos, complementarios, entre ellos la denominada sala de día de planta circular rematada su cubierta con una cúpula y su correspondiente linterna. Dos de los pabellones situados al fondo tenían esta configuración doblada en altura. Sin absolutamente ninguna excepción, todos los elementos horizontales eran o bóvedas o cúpulas tabicadas (González 2012).

El contrarresto de sus empujes se consiguió con un complejo conjunto de tirantes, zunchos y pórticos

ocultos en la obra de fábrica de ladrillo de las fachadas y cubiertas (González 2011).

El proceso de construcción comenzó en 1902 y se extendió bastantes años. De hecho, si bien empezó a funcionar como hospital con anterioridad, no se inauguró oficialmente hasta 1930 (figura 1).



Figura 1  
Proyecto para el Recinto hospitalario de la *Santa Creu i Sant Pau* (AHSCP)

## Un nuevo hospital

El conjunto hospitalario cumplió con dificultades su función dado a que su estructura decimonónica había quedado en poco tiempo superada por nuevos procedimientos médicos. En 1990 las autoridades sanitarias y políticas junto con los propietarios concluyeron que la única solución se basaba en la construcción de un edificio totalmente nuevo que aportara todos los servicios que ya difícilmente podían dar los antiguos pabellones. No fue hasta 2009 que, una vez hecho el traslado de todos los servicios y vaciados los antiguos pabellones, se pudo inaugurar. Y en ese momento quedó claramente planteado el problema que afecta a prácticamente todo nuestro partido patrimonio arquitectónico histórico, que la irrenunciable necesidad de conservar el conjunto de pabellones modernistas protegido por la UNESCO requería dar un nuevo uso a todos los edificios históricos.

El proceso en la actualidad está abierto y son ya varios los pabellones que han sido adoptados por diversas entidades internacionales para ubicar en ellos

algún tipo de delegación, entre ellos, el que es objeto esta ponencia, el denominado de Sant Manuel, en el que se ha ubicado una de las delegaciones de la Universidad de las Naciones Unidas. Pero, obviamente, para alcanzar ese objetivo ha sido necesario conocer y restaurar muy a fondo cimentaciones, estructura portante, bóvedas, fachadas, cubiertas y, especialmente, la cúpula de la sala de día.

Este ha sido el trabajo que, después de un concurso abierto, fue encargado por la Fundación del Hospital, en todo lo referente a conocimiento y restauración, al grupo de arquitectos dirigidos por Alberto Casals y José Luis González, profesores de la Universidad Politécnica de Cataluña, que siguiendo su método denominado objetivo-sistémico, han conseguido dotar de una nueva capacidad de uso al viejo edificio y de cuya experiencia se nutre la presente ponencia.<sup>1</sup>

### EL ANTIGUO PABELLÓN DE SAN MANUEL

Destinado a cirugía general solo para hombres, se encargó de llevar a cabo su construcción Domènech i Montaner hijo a partir de 1922. Se compone de tres cuerpos: una nave central rectangular de eje longitudinal orientado Este-Oeste y dos volúmenes, uno en cada extremo (figuras 2, 3 y 4).

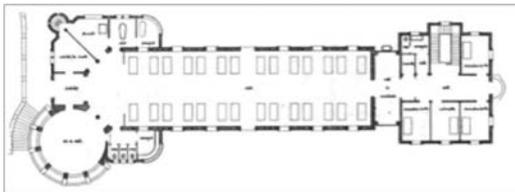


Figura 2  
Planta baja del pabellón de San Manuel (AHSCP)

### Estructura portante

Los volúmenes Este y Oeste son edificaciones con paredes de fábrica de ladrillo y forjados de bóvedas tabicadas apoyadas en ellas. Las fachadas del cuerpo central envuelven una estructura de pórticos de acero transversales formando crujías entre las cuales se tienden bóvedas tabicadas (figura 5).

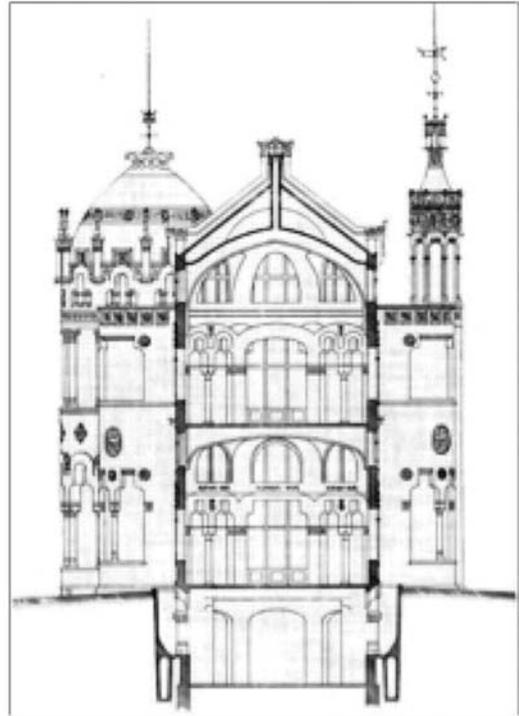


Figura 3  
Sección transversal del pabellón de San Manuel (AHSCP)

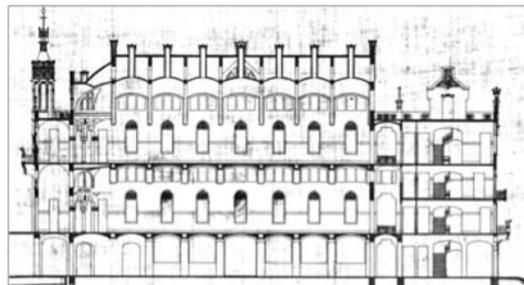


Figura 4  
Sección longitudinal del pabellón de San Manuel (AHSCP)

### Fachadas

Las del cuerpo central son de doble hoja de fábrica de ladrillo de 15 cm. Cada hoja, formando una cámara de aire en la que se alojan los pórticos de acero; en



Figura 5  
Pere Domènech i Roura sobre el forjado de la planta baja del pabellón tipo, bóvedas tabicadas que descansan sobre vigas IPN, precisamente donde arrancan los pórticos de acero que sustentan la estructura de las plantas superiores (AHSCP)

cada uno de ellos se forman unas cavidades a modo de conductos verticales, culminados por chimeneas sobre la cubierta (figura 6). Las fachadas de los cuer-

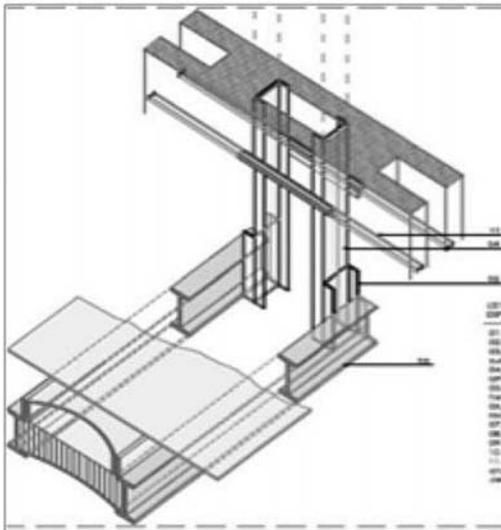


Figura 6  
Nudo de unión entre la estructura del forjado de la planta sótano y el arranque de la estructura vertical de acero (dibujo de Esther García 2010)

pos extremos son de una sola hoja de fábrica de ladrillo macizo de 30 cm. de espesor.

## Cubiertas

La del cuerpo central es de tejas vidriadas sobre soleira de rasilla que descansa en bovedillas de rasilla entre viguetas de acero; éstas se apoyan en arcos de fábrica de ladrillo situados en la parte alta de los pórticos de acero antes descritos. Los cuerpos Este y Oeste se cubren con azoteas. El cuerpo Oeste termina en un ábside rematado por una semi-cúpula; está flanqueado al Norte por un templete que alberga el depósito de aguas y que remata un cupulín y al Sur por la sala de día cubierta con la cúpula objeto de esta ponencia.

## CÚPULA DE LA SALA DE DÍA

### Antecedentes

Es preciso empezar por explicar el clima de desconfianza acerca de la integridad y estabilidad de las cúpulas que imperaba en el seno del organismo responsable de la gestión del Hospital de Sant Pau. El hundimiento de la cúpula del Pabellón de la Mercé, en 2004, estaba en la raíz de esa desconfianza; actualmente, la cúpula de la Mercé está reconstruida. El espacio bajo la cúpula análoga del Pabellón de Sant Manuel había sido protegido por una estructura de acero a manera de refuerzo preventivo en previsión del hundimiento de la cúpula, cuyo estado de conservación había sido considerado de alto riesgo.

En 2008 se redactó un Plan Director del Hospital de la *Santa Creu i Sant Pau* con la intención de definir las actuaciones necesarias para la completa restauración de los diversos edificios que componen el Recinto, patrimonio de la humanidad desde 1997. Éste contenía diversos documentos necesarios del acercamiento al pabellón de San Manuel, como por ejemplo el estudio histórico, un levantamiento planimétrico, un estudio de los materiales y elementos constructivos, así como un estudio sobre el comportamiento estructural del edificio.

Sin embargo, estos estudios no eran suficientes para alcanzar una comprensión sistémica del edificio, imprescindible dado el cambio de uso propuesto para el edificio. Para ello fue necesario redactar un proyecto

de conocimiento del edificio, desarrollado en dos fases, que contemplaba los siguientes estudios previos:

- Informe geotécnico
- Levantamiento gráfico de alta precisión mediante láser-escáner
- Catas para conocer la configuración y estado de conservación de los nudos estructurales
- Gatos planos y ensayos de rotura a compresión para averiguar las características mecánicas de la fábrica
- Estado de degradación y composición mineralógica del acero estructural
- Tensión de trabajo de la estructura vertical de acero

### Tipo arquitectónico

La cubrición de la «Sala de Día» está formada por dos cúpulas que determinan una cámara de aire ventilada en su parte superior por una linterna, las denominaremos cúpula superior (estructural y visible desde el exterior), i cúpula inferior (cerramiento del espacio interior y visible desde el interior) (figura 7).

### Cúpula superior

- Material: tres gruesos de rasilla cerámica con armadura de perfiles de acero. El arranque consta de 7 gruesos de rasilla en total. Situación de un zuncho embebido en las rasillas (figura 8), ubicado en la mitad de la altura de la cúpula, consistente en un perfil metálico. De dicho perfil arrancan otros dispuestos como «meridianos» cerrados en la parte superior por un perfil metálico circular que da soporte a la linterna superior. La cual, a su vez, dispone de 11 perfiles verticales que soportan las columnas de la misma y que se cierran con otro perfil metálico circular en forma de estrella bajo la bóveda superior de la linterna.
- Forma: dos arcos de circunferencia que dan un perfil apuntado, revestida de escamas de cerámica y rematada con una linterna de piedra artificial de forma circular (sólo ventilación). Cúpula de sección variable dado que en el arranque se disponen 7 gruesos de rasilla.

- Estilo: revestimiento «modernista» de escamas vidriadas, linterna.

### Cúpula inferior

- Material: dos gruesos de rasilla.
- Forma: bóveda tabicada en forma de casquete esférico muy rebajado, el cual arranca paralelo al de la cúpula superior, a media altura de ésta, mediante la colocación del zuncho consistente en un perfil metálico, embebido en la cúpula superior.

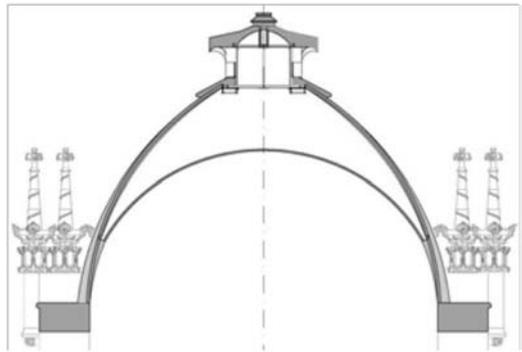


Figura 7

Sección de la cúpula del Pabellón de San Manuel (dibujo de Esther García 2011)

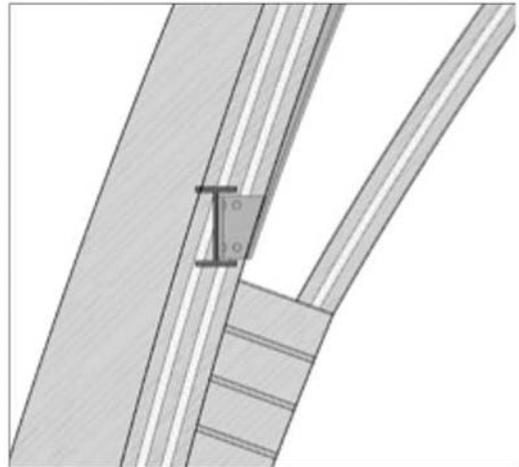


Figura 8

Detalle del arranque de la cúpula inferior y situación del zuncho de acero (dibujo de Belén Onecha 2011)

## Función

Cobertura de aguas; pero esencialmente ornamental, pues la cúpula inferior, a modo de falso techo, es la que define visualmente el espacio interior.

## Conocimiento

La Cúpula Superior se inspeccionó estrictamente de manera visual y fotográfica, a través de un estrecho hueco practicado en la cúpula inferior. Por lo que no se pudo ni confirmar ni negar la sospecha generalizada del estado avanzado de corrosión de los meridianos de acero, sospecha avalada por el estado en el que estaban los meridianos de la cúpula equivalente del «Pabellón de la Mercé». Tomando como base la experiencia obtenida a través del suceso expuesto anteriormente del hundimiento de la cúpula de la Mercé, además de la fisura horizontal que recorría todo el perímetro interior y que había dado lugar a la instalación de una estructura de acero de soporte (figuras 9 y 10), era inevitable el estado de alarma al que estaba expuesta la Cúpula del Pabellón de San Manuel.

La primera operación fue la realización de catas para conocer la definición y el estado de degradación de los perfiles, el del zuncho de acero desde el exterior (figura 11), tratándose de una IPN80, y el de uno de los meridianos desde el interior (figuras 12 y 13), tratándose de una T50. Las primeras conclusiones de esta inspección de calas fueron que, los



Figura 10  
Estructura de acero auxiliar de «Boma». Vista inferior (foto de Belén Onecha 2011)

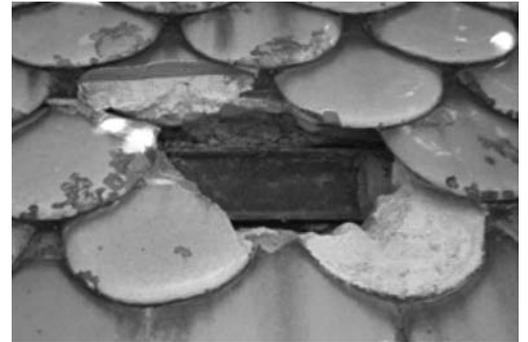


Figura 11  
Cala. Zuncho de acero IPN80 (foto de Esther García 2011)



Figura 9  
Estructura de acero auxiliar de «Boma». Vista superior (González 2011)



Figura 12  
Espacio cúpula superior-inferior (González 2011)



Figura 13  
Meridiano T50 (foto de Belén Onecha 2011)

perfiles mantenían un buen estado de conservación.

Cuando se ejecutó el desmontaje de la cúpula inferior y se inspeccionó en detalle el intradós de la cúpula superior, así como el nudo entre el zuncho y uno de los meridianos, atornillado mediante un angular, se determinó el buen estado de conservación de la estructura metálica que sustenta la linterna y la propia cúpula. Para confirmar esta afirmación y para poder asegurar la estabilidad de la cúpula superior estructural, se realizaron los estudios pertinentes de Estática Gráfica mediante el método Wolfe.

### Método de Wolfe

El método Wolfe (figura 14) se desarrolló partiendo de la hipótesis general que la cúpula no disponía de meridianos, de esta manera se pudo comprobar si sólo con la cáscara de tabicado de ladrillo se resistía o no el peso de la linterna, y por lo tanto, si los meridianos de acero eran necesarios.

Una vez establecidos los objetivos del análisis estático, se definió el objeto de estudio y las hipótesis. El objeto de estudio se simplificó, despreciando la cúpula inferior, dado que se considera autoportante y el ensanchamiento en el arranque de la cúpula, para que fuera de sección constante. Las hipótesis que se determinaron fueron tres, el caso en que la cáscara de tabicado de ladrillo no asumiera el peso de la linterna, el caso en que si lo asumiera con una entrada en carga directa del peso de la linterna de 2584 Kg; y la última en la que, también lo asumiera pero con una entrada en carga progresiva de la linterna, reduciendo el peso de la linterna a la mitad, unos 1292 Kg. En todos ellos se comprobó que las tracciones se producían antes respecto la situación actual del zuncho de acero, el cual es responsable de asumir las tracciones que se producen, contrarrestándolas.

Las conclusiones que se obtuvieron fueron que la cáscara de tabicado de ladrillo no resistía por sí sola el peso de la linterna, con lo que se dedujo que los 4 meridianos de acero son indispensables, es decir, que además de sustentar la linterna, sustentan la propia cúpula. La comprobación del peso que absorbe el meridiano (figura 15) da por resultado que de los 911 Kg a 45 grados del peso de la linterna sobre uno de ellos, éste absorbe 679 Kg, por lo que los 232 Kg restantes los debe absorber la cáscara de ladrillo que lo envuelve. Así pues, se concluye con que los meridianos de acero y la cáscara de ladrillo trabajan conjuntamente y asumen el peso de la linterna.

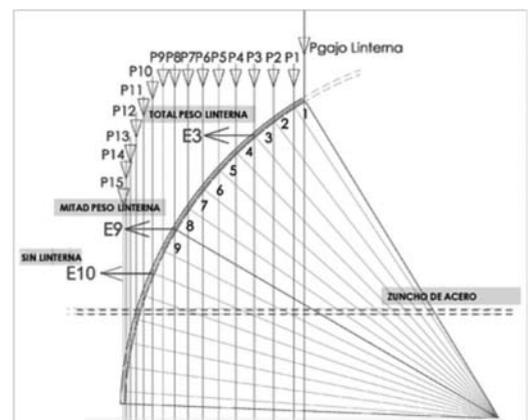


Figura 14  
Método Wolfe (dibujo de Esther García 2013)



Figura 15  
Comprobación del meridiano (dibujo de Esther García 2013)

#### NOTA

1. Las obras de interiorismo fueron dirigidas por el arquitecto Víctor Argentí.

#### LISTA DE REFERENCIAS

- AHSCPArxiu Històric de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.
- González Moreno-Navarro, José Luis. 1998. «Los proyectos hospitalarios de Lluís Domènech i Montaner». *V Jornadas Gaudinistas. Gaudí y el Modernismo*. Reus.
- González Moreno-Navarro, José Luis et al. 2011. «Los sistemas de estriado de las bóvedas tabicadas del hospital de Sant Pau Barcelona: tirantes, zunchos y pórticos». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26 - 29 octubre 2011*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- González Moreno-Navarro, José Luis et al. 2012. «Las razones del uso masivo de la bóveda tabicada en el hospital de Sant Pau de Barcelona: una hipótesis para el debate». *Construyendo bóvedas tabicadas. Actas del Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas. Valencia 26, 27 y 28 de mayo de 2011*. Valencia: Universitat Politècnica de València.