

Proyecto de cubrición del patio del Palacio de Saldañuela, en Burgos

CÓMO GANAR ESPACIO CON LA EJECUCIÓN DE UNA SOLA PIEZA

Los propietarios del Palacio de Saldañuela buscaban la forma de mejorar y aumentar su funcionalidad creando un nuevo espacio resguardado sobre el patio. Para ello, se ejecuta una cubierta que, primeramente, se monta en taller y, una vez verificado su comportamiento e idoneidad, se desmonta y traslada a obra para su montaje y colocación final.

texto_Silvia Saiz Camarero (Arquitecta Técnica)

El Palacio de Saldañuela, ubicado entre las localidades burgalesas de Sarracín y Saldaña de Burgos, es uno de los más destacados exponentes de la arquitectura civil del Renacimiento en la provincia. Fue declarado Monumento Histórico Artístico (actual BIC) el 4 de junio de 1931.

En 1953, la Caja de Ahorros Municipal de Burgos adquirió el palacio; y ese mismo año, se realizó un proyecto de reconstrucción de parte del edificio histórico, gravemente deteriorado con el paso del tiempo (la parte más antigua conservada es una torre que se levantó entre finales del siglo XIV y principios del XV), y se construyó un edificio anexo carente de valor artístico.

Entre 1991 y 1994 se realizó una rehabilitación para adaptar el palacio a nuevos usos, eliminar ciertos falsos históricos de 1953 y dotar al conjunto de un entorno ajardinado. El aspecto del edificio tras esta rehabilitación es el que ha llegado a nuestros días.

Una nueva cubierta. El objeto del actual proyecto se centra únicamente en cubrir el patio para mejorar la funcionalidad del conjunto, actuar sobre los sistemas de climatización del nuevo espacio y de la zona noble para hacerlos energéticamente eficientes y mejorar la accesibilidad mediante la construcción de un módulo que



CASI INVISIBLE

En esta intervención se ha buscado una solución de cubierta, evitando al máximo la visión de elementos estructurales dominantes que distorsionen la percepción del espacio.

incluya un ascensor y nuevos aseos. Todas estas actuaciones están encaminadas a poner en valor y mejorar el uso del inmueble.

La construcción de cubiertas en patios de edificios históricos es un tipo de intervención muy habitual en los casos en que se pretende impulsar el uso del inmueble para asegurar su

viabilidad en el tiempo. Conscientes de los valores que presenta un claustro al aire libre, una vez cubierto se ha buscado una solución evitando al máximo la visión de elementos estructurales dominantes que distorsionen la percepción de espacio. Se trata de que la cubierta se perciba como una superficie en la que no

haya elementos estructurales que destaquen sobre otros. Esta idea permite alcanzar el doble objetivo de interferir lo menos posible en la percepción del espacio y solucionar la necesidad de cubrirlo.

La solución adoptada en este caso consiste en una estructura mono-capa con forma de cúpula rebajada, constituida por un entramado triangular de barras de sección rectangular de madera laminada. Sobre estas barras se coloca un cerramiento de piezas de vidrio mediante un sistema de fijación a la estructura. El patio tiene una forma prácticamente cuadrada, de 12 m de lado, siendo la altura de la cubierta con respecto a los apoyos perimetrales de 1,80 m. La relación con el edificio histórico ha sido primordial en el diseño de la cubierta, teniendo en cuenta el impacto visual desde el exterior, la percepción espacial desde el interior, la unión estructural con el edificio existente y la integración de las instalaciones de iluminación y climatización necesarias para el confort interior. Con respecto a la percepción desde el interior del patio, este modelo a modo de cáscara permite la máxima optimización de elementos estructurales, aspecto que cobra especial relevancia en esta cubierta acristalada en la que se consigue la máxima transparencia. Se ha utilizado madera certificada de pino Douglas, con una resistencia GL28h. Toda la madera procede de bosques de gestión forestal respetuosa con el medio ambiente, con certificación FSC.

Singularidades de la estructura.

Desde el punto de vista del comportamiento estructural, la solución de doble curvatura reduce los esfuerzos a flexión de los elementos que la componen, permitiendo resolver la cubierta con secciones de madera muy inferiores, en comparación con otros diseños tipo viga que supondrían estructuras de mayor canto e impacto visual. Además, al componerse de elementos triangulados, se convierte en una estructura indeformable. En cuanto a la transmisión de esfuerzos al edificio histórico, >





➤ los apoyos se reparten a lo largo de todo el perímetro de los muros de piedra, evitando los soportes puntuales de vigas que ejercerían cargas concentradas elevadas.

La unión estructural de la cubierta con el edificio existente se realiza mediante un zuncho de hormigón armado, dispuesto de forma perimetral sobre los muros de cerramiento del patio. Este zuncho tiene una doble función: por un lado, absorbe los esfuerzos horizontales de la estructura, de manera que los muros existentes no se ven de ningún modo afectados; por otro lado, sirve de soporte para el sistema de climatización que se instala para acondicionar el espacio interior.

Integración de la madera. En cuanto a la elección de la madera laminada como material estructural, se tuvieron en cuenta múltiples razones, desde los aspectos estéticos –por entender que permite una mejor integración en el conjunto y transmitir una sensación de mayor calidad en el espacio del patio–, hasta los criterios objetivos propios del material, como el bajo impacto ambiental, el mantenimiento reducido, el bajo coeficiente de dilatación y el buen comportamiento en caso de incendio.

ESTA CUBIERTA,
A MODO DE
CÁSCARA,
PERMITE
LA MÁXIMA
OPTIMIZACIÓN
DE ELEMENTOS
ESTRUCTURALES

- Beneficios medioambientales de la madera con respecto a otros materiales. Al ser un producto natural, la madera no requiere un proceso industrial de fabricación ni genera impactos ambientales significativos hasta su transformación, además de ser biodegradable. La madera empleada en dicha estructura está certificada con los correspondientes sellos de explotación sostenible, tipo FSC o similar.

- Mejor comportamiento en caso de incendio. De cara al fuego, la estructura de madera está calculada para una resistencia a 30 minutos; es resistente por naturaleza del propio material y no es necesario aplicarle pinturas intumescentes, como habría que hacer a una estructura de acero. Esto reduce los costes de mantenimiento.
- Bajo coeficiente de dilatación con respecto a las estructuras metálicas,



evitando esfuerzos añadidos en los muros del edificio existente.

- Mantenimiento muy reducido. La estructura de madera va tratada con productos fungicidas, insecticidas e hidrófugos de alta durabilidad que se emplean para maderas al exterior. Como la estructura que nos ocupa va totalmente al interior, su mantenimiento es nulo.
- Buen aislamiento térmico. La madera es un material prácticamente aislante, sin transmisión térmica, lo cual da seguridad y tranquilidad a la hora de posibles puentes térmicos y condensaciones producidas por los cambios de temperatura en dicho material. En el acero es fácil que se produzcan condensaciones, más en una zona como Burgos. La conductividad térmica del acero es de $\lambda=50$ y la conductividad térmica de la madera es de $\lambda= 0,13 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Las estructuras de madera laminada son un referente en la construcción de piscinas climatizadas. Todos los herrajes metálicos de esta estructura son ocultos a fin de evitar los problemas antes mencionados.
- Estructura mucho más ligera que el acero para las mismas deformaciones, lo que es una gran ventaja a la hora de actuar en una edificación antigua, puesto que con este sistema estructural en madera se utiliza la sobrecarga mínima.

Madera versus acero. Adicionalmente, se lleva a cabo un estudio comparativo de estructuras mono-capa igualando geometrías, cargas y comportamientos desde el punto de vista de la resistencia y deformación, pero utilizando diferentes materiales -madera laminada y perfiles tubulares en acero-. Como parte de ese estudio comparativo, también se analiza el balance energético para ambas soluciones desde el punto de vista ecológico. De los resultados obtenidos (ver Tabla 1) se deduce que, a igualdad de comportamiento estructural, el consumo energético demandado por la estructura de acero es muy superior al demandado por la estructura de madera. Además, el dióxido de carbono emi-



POR EL AIRE

La singularidad de esta obra consiste en el vuelo que, con la ayuda de una grúa de grandes dimensiones, hizo esta cubierta desde el suelo hasta su ubicación sobre el patio del palacio.



Tabla 1.

Material	Peso (Tn)	Volumen (m³)	Contenido energético (kWh/Tn)	Total energía (kWh)	Emisiones CO ₂ (tCO ₂ /m³)	Total emisiones (tCO ₂)
Madera	2,879	7,022	700	2.015	-1,0	-7,02
Acero	5,216	0,664	11.600	60.506	2,2	1,46



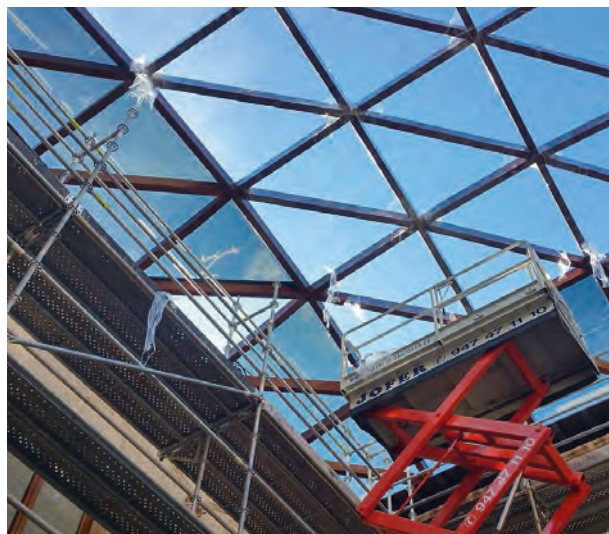
➤ tido a la atmósfera para producir la estructura de acero es de 1,46 toneladas; mientras que, en el caso de la madera, se puede decir que no solo no se produce ninguna emisión, sino que ha contribuido a limpiar siete toneladas de CO₂.

Soluciones constructivas. Mediante la aplicación de una doble mano de lasur, con acabado de color teca, las barras de madera laminada tienen una protección ultravioleta, fungicida, insecticida e hidrófuga. Las uniones ocultas entre barras de madera se realizan con herrajes hexagonales de pletinas de acero galvanizado S275JR, fijados con un adhesivo epóxico bicomponente XEPOX 26, de la marca Rotho Blass.

Al exterior, los vidrios tienen una composición de templado de 8 mm bajo emisivo y con control solar, con cámara de 16 mm rellena con gas argón; al interior, tienen un laminado 6+6 mm. Están colocados sobre la madera mediante un neopreno y sellado impermeabilizante de silicona monocomponente, de la marca SIKa. Por último, se tiene en cuenta la posibilidad de ventilación natural del espacio a través de la instalación de huecos practicables de carpintería de aluminio con motores de apertura automática.

Climatización. El proyecto también contempla una reforma integral del sistema de climatización del palacio,

dotando de climatización al patio interior cubierto y mejorando las zonas de salones y pasillo perimetral de planta primera. En este sentido, se concibe la realización de una instalación efectiva, práctica y de alto nivel técnico dentro de las posibilidades y características del edificio, así como el mantenimiento de la misma en funcionamiento, estudiado y previsto para su máximo rendimiento. Para conseguir una buena inducción y el alcance necesario, manteniendo los niveles sonoros en los límites deseados y sin crear corrientes de aire molestas, las unidades de impulsión son de tipo difusor rotacional. El patio interior, por su singularidad, se ha resuelto con toberas de largo alcance termorregulables con inclinación va-



EL SISTEMA ESTRUCTURAL EN MADERA ES UNA VENTAJA A LA HORA DE ACTUAR EN UNA EDIFICACIÓN ANTIGUA, YA QUE SE UTILIZA LA SOBRECARGA MÍNIMA

VIDRIOS

Los vidrios bajo emisivo y con control solar también se dispusieron en la cubierta con ayuda de una grúa.

Ficha técnica

EJECUCIÓN DE CUBIERTA SOBRE EL PATIO Y ACTUACIONES VARIAS EN EL PALACIO DE SALDAÑUELA, EN SARRACÍN (BURGOS)

PROMOTOR

Fundación Caja de Burgos

PROYECTO Y DIRECCIÓN DE LA OBRA

José Manuel Barrio Eguíluz y Alberto Sainz de Aja del Moral (Arquitectos. BSA CONSULT)

DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Silvia Saiz Camarero (Arquitecta Técnica. BSA CONSULT)

COLABORADORES

Andrés del Río Salio (Arquitecto. BSA CONSULT)
Fabiola Monzón Moya (Arqueóloga)
Fernando Peña (Ingeniero)
Fermín Lora (Koto Ingenieros)

COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

EN FASE DE EJECUCIÓN: César Manuel Carballeira Cotillas

EMPRESA CONSTRUCTORA

Construcciones Ortega, SA
JEFE DE OBRA: Luis Briones Heras (Arquitecto Técnico)

PRESUPUESTO

601.683,74 € (incluidos GG y BI)

INICIO DE OBRA

22 de diciembre de 2016

FINALIZACIÓN OBRA

25 de abril de 2017

PRINCIPALES EMPRESAS COLABORADORAS

Estructura de cubierta: Koto Ingenieros
Climatización: Frimova Garfu: Electricidad e Iluminación

riable, dependiendo de la temperatura de salida de la difusión.

El nuevo aporte de calor en las salas de conferencias, mediante un sistema de respuesta rápida junto al sistema de suelo radiante, consigue una sensación de confort térmico de manera más inmediata, favoreciendo la eficiencia energética.

La renovación de aire se trata mediante equipos de recuperación de calor, que actúan de forma independiente en los diferentes recintos, para asegurar una eficiencia energética mayor debido a la simultaneidad de uso de los propios recintos.

Accesibilidad. La intervención también se centra en resolver de manera eficaz el acceso y la circulación de personas con movilidad reducida, instalando un ascensor de doble embarque que conecta las diferentes plantas, tanto para el edificio histórico, como para el anexo construido en la segunda mitad del siglo XX.

También se ha reformado la zona de paso entre los dos edificios, construyendo un núcleo de aseos, uno de ellos accesible. Los materiales utilizados han sido solados y encimeras de piedra caliza y revestimientos de gres porcelánico.

Con objeto de minimizar el impacto sobre el edificio histórico, el ascensor y los nuevos aseos se han situado en la zona construida en 1953 que, como se señala al principio de este artículo, carece de valor artístico. Para los accesos al ascensor desde el patio se han aprovechado huecos existentes en la fábrica de piedra.

Estudio previo. Dado que el Palacio de Saldañuela fue declarado Monumento Histórico Artístico (actual BIC) el 4 de junio de 1931, se ha llevado a cabo un estudio previo del conjunto que ha servido para centrar la propuesta de intervención, de cara a recibir las aprobaciones necesarias de Patrimonio. Posteriormente, y durante la ejecución de la cubierta, se ha llevado a cabo un seguimiento arqueológico de los trabajos afectados, supervisados por la arqueóloga Fabiola Monzón. ■

Encaje perfecto

La complejidad del trabajo estuvo en el diseño, la construcción de la cubierta y en su montaje, llevados a cabo por Koto Ingenieros. La estructura se montó primero en taller, para comprobar que todas las piezas encajaban perfectamente y que no había ningún problema de comportamiento. Este aspecto era especialmente importante ya que las uniones entre barras se resolvieron con encuentros de la madera a testa, sin piezas metálicas vistas. Posteriormente, se desmontó y se trasladó a la obra, donde se volvió a montar y ensamblar bajo una carpa climatizada para conseguir la temperatura adecuada para que las resinas se comporten correctamente. Por último, se utilizó una grúa telescópica de gran tamaño para elevar la cubierta de una sola pieza y montarla en su posición definitiva en el patio. El proceso consistió en colgar la cúpula mediante cuatro eslingas sujetas a cuatro nudos de la estructura, levantarla medio metro del suelo, dejándola así unos minutos para comprobar que se comportaba correctamente y no sufría ninguna deformación. Una vez elevada hasta su posición definitiva, la estructura se depositó sobre el murete de hormigón comprobando previamente que los puntos de apoyo coincidían exactamente con las chapas

de anclaje previamente colocadas en el muro. Tras ser apoyada, las chapas de la estructura de madera se soldaron con las embebidas en el muro de hormigón para dar por finalizada la colocación de la estructura de cubierta. Para terminar la cubierta, con la misma grúa utilizada para subir la estructura, se colocaron los vidrios laminados, de forma triangular y todos ellos de dimensiones diferentes entre sí. Estos vidrios son bajo emisivo y con control solar para mejorar la regulación de la temperatura en el interior del patio. Antes de montar la estructura fue necesario desmontar el primer tramo de los faldones de la cubierta que dan al patio para ejecutar el murete de apoyo y resolver el paso de los tubos de climatización. También se amplió el pesebrón existente ya que, además del agua de la cubierta original, debía recoger la correspondiente a la nueva cubierta sobre el patio. Paralelamente, se fueron realizando los trabajos correspondientes a la instalación de climatización y a la ejecución de los aseos y el ascensor para dar accesibilidad a las zonas altas del palacio, todo ello coordinado con la ejecución de la cubierta para evitar interferencias y finalizar la obra en el plazo comprometido, que era de cuatro meses.

