

XS. Proyectos de pequeña escala en acero, hormigón y madera.

XS. Small-scale projects in steel, concrete and timber

Josué García Herero^a, Alfonso González Fanjul^b; Javier Gómez Mateo^c; Guillermo González Sanz^d; Isabel Sáez Alonso^e; Jorge Bernabeu Larena^f; Alejandro Bernabeu Larena^g

^a Arquitecto. Bernabeu ingenieros jgh@bernabeu.org; ^b Arquitecto. Bernabeu ingenieros agf@bernabeu.org; ^c Arquitecto. Bernabeu ingenieros jgm@bernabeu.org; ^d Dr. Arquitecto. Bernabeu ingenieros ggs@bernabeu.org; ^e Arquitecto. Bernabeu ingenieros isa@bernabeu.org; ^f Dr. Ingeniero Caminos, Canales y Puertos. Bernabeu ingenieros jbl@bernabeu.org; ^g Dr. Ingeniero Caminos, Canales y Puertos. Bernabeu ingenieros abl@bernabeu.org

RESUMEN

Los proyectos de pequeña escala presentan a menudo una mayor complejidad y singularidad que proyectos de mayor tamaño. La menor inversión económica que suponen, la mayor versatilidad que pueden ofrecer los requerimientos funcionales, y la menor envergadura general del proyecto, favorecen en estos casos la exploración de nuevos sistemas o configuraciones que luego pueden aplicarse en otros proyectos de mayor tamaño. La ponencia presenta varios proyectos de pequeña escala realizados recientemente en acero, hormigón y madera, poniendo de manifiesto las particularidades y posibilidades de los distintos materiales estructurales para afrontar proyectos de menor tamaño.

ABSTRACT

Small-scale projects are often more complex and unique than larger projects. The lower the financial investment involved, the greater the versatility that the functional requirements can offer, and the smaller overall size of the project favour the exploration of new systems or configurations that can then be then applied in other larger-scale projects. The paper presents several small-scale projects recently developed in steel, concrete and timber, highlighting the particularities and possibilities of the different structural materials in the development of this type of projects.

PALABRAS CLAVE: tamaño, pérgola, escalera capilla, mesa, cabaña, instalación, sostenibilidad, local.

KEYWORDS: size, pergola, staircase, chapel, table, hut, installation, sustainability, local.

1. Introducción

Habitualmente son los proyectos de mayor envergadura y magnitud los que acaparan la atención. Sin embargo, en la historia de la construcción, muchas de las innovaciones formales e incluso técnicas han estado propiciadas por proyectos de tamaño reducido, investigaciones y experimentos funcionales, técnicos, compositivos y constructivos [1]. “Lo pequeño en dimensiones puede ser grande en

trascendencia” [2], y en efecto, en construcciones y arquitecturas de menor escala se puede aplicar una mayor “intensidad conceptual, integridad constructiva y coherencia formal” [3], a la vez que favorecer la exploración y experimentación de nuevos planteamientos, sistemas o configuraciones [4].

Se presentan a continuación varios proyectos de pequeña escala realizados

recientemente en acero, hormigón y madera, poniendo de manifiesto las particularidades y posibilidades de los distintos materiales para afrontar proyectos de menor tamaño.

En acero, las marquesinas y pérgolas de las plazas de Pignatelli y Salamero, en Zaragoza, ponen de manifiesto la relevancia de las cargas de viento en este tipo de estructuras exteriores, y la importancia de la configuración y el cuidado de los detalles. En el espacio de acceso e información de Centro Centro, en Madrid, las grandes cortinas y la lámpara central cuelgan de la estructura existente mediante un juego de tirantes inclinados que aseguran su estabilidad. Por último, la icónica escalera helicoidal del lobby de acceso del hotel Madrid Edition muestra la versatilidad de la estructura metálica en geometrías complejas.

Dos piezas singulares en hormigón para un jardín privado, una pequeña ermita y una mesa en voladizo que juega con la idea de inestabilidad, suponen por su pequeña escala un reto constructivo de encofrado, armado y hormigonado.

En madera, en la renovación de una pequeña cabaña en Escocia, se utiliza la madera local de alerce y abeto Douglas proveniente del bosque colindante, para dar forma a una singular estructura de cubierta, con un gran pilar central inclinado que configura el espacio interior de la cabaña. Para terminar una instalación para una exposición en Barcelona, construida íntegramente con madera de pino de la isla de Mallorca, propone una reflexión sobre la importancia de diseñar y construir con lo disponible, conscientes de que los recursos son limitados, y de hacer un uso responsable y eficiente de ellos.

2. Acero ligero y versátil

2.1 Marquesinas en plaza Miguel Salamero y parque Pignatelli, Zaragoza.

Las intervenciones en la plaza de Miguel Salamero y del parque de Pignatelli, del arquitecto Héctor Fernández Elorza tienen como objetivo revitalizar el espacio público de la ciudad de Zaragoza [5]. Estructuras tales como marquesinas o pérgolas combinan funcionalidad y carácter escultórico, lo que las dota de oportunidades adicionales respecto al resto de estructuras de edificación.



Figura 1. Pérgola plaza Miguel Salamero (Foto: Montse Zamorano)

El conjunto de marquesinas de la plaza de Miguel Salamero está compuesto por mástiles metálicos, unidos entre sí, siguiendo una directriz curva que define recorridos dentro de la plaza. Los mástiles se proyectan como perfiles armados, verticales o plegados, unidos rígidamente en la base. Los perfiles tienen un ancho constante de 100 mm y un canto variable, que disminuye de 250 mm a 100 mm hacia el extremo, minimizando así el impacto visual. La estructura se completa con perfiles transversales atando los mástiles a media altura (Fig. 1). Sobre la marquesina se incorporan vegetación trepadora permeable y acabados flexibles tipo sogas que proporcionan sombra, mejorando la calidad espacial de la plaza.



Figura 2. Marquesina parque Pignatelli (Foto: Montse Zamorano)

La marquesina del parque Pignatelli está formada por 15 chapas plegadas en forma de "V", con dimensiones de 10,4 m x 1,6 m, un canto de 60 cm y un espesor de 5 mm. Estas chapas están unidas entre sí, creando un único plano plegado. Se encuentra apoyado sobre una estructura principal de perfiles metálicos sustentada por cuatro apoyos excéntricos, salvando un vuelo de 4,55m respecto a la estructura metálica, mientras que esta última salva un vuelo de 3,60m respecto al apoyo excéntrico más cercano, resultando por tanto una estructura con un vuelo total de hasta 8.15m (Fig. 2).

En lo relativo al uso del espacio público donde se encuentran estas marquesinas, se ve condicionado por las características climatológicas. Por ello, basado en los umbrales y niveles de aviso definidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) donde se establecen las velocidades de racha máxima (km/h) para cada nivel de alerta verde, amarillo, naranja o roja, se adoptan distintos criterios de cumplimiento en Estado Límite de Servicio, relativo a limitación de deformada y a la acción de viento.

Tanto en alerta naranja, cuando AEMET recomienda tomar precauciones pues las actividades habituales al aire libre pueden verse alteradas, como en alerta roja, donde se recomienda tomar medidas preventivas pues las actividades habituales pueden verse gravemente alteradas, se asume que las inclemencias

climatológicas comprometen el uso habitual de este espacio público.

Dado que los cerramientos o acabados de estas estructuras no poseen un carácter frágil, la comprobación de deformada correspondería únicamente a apariencia. En situación de alerta naranja o roja, se entiende que dicha limitación de deformada por apariencia no es aplicable al no poderse desarrollar la actividad habitual en este espacio, lo que permite reducir la entidad estructural de la pérgola.

En resumen, tomando como referencia los umbrales establecidos por la AEMET, se permite una mayor flexibilidad en el diseño escultórico de las marquesinas, mejorando la calidad del espacio público.

2.2 Centro Centro, Madrid.

También en colaboración con el arquitecto Héctor Fernández Elorza, se plantean varias intervenciones en el acceso y el patio de operaciones de Centro Centro, en el Palacio Cibeles en Madrid [5].

La intervención interior consiste en el cuelgue desde la estructura existente de elementos lineales de acero laminado galvanizado en caliente mediante cables de acero inoxidable, de los que cuelga el mostrador de información y un sistema de cortinas de gran envergadura que permite organizar y compartimentar los espacios (Fig. 3).



Figura 3. Centro Centro Madrid. Sistema de cortinas móviles (Foto: Montse Zamorano)

La estructura existente está formada por perfiles laminados y conformados que han sido rehabilitados y reforzados puntualmente recientemente y que tienen un límite elástico que supera los 2400 kg/cm².

Los nuevos elementos estructurales consisten en perfiles laminados UPE100 que sustentan diversos elementos arquitectónicos (iluminación, sonido, cortinas, señalética, etc.) con un acabado galvanizado en caliente. Estos perfiles laminados están colgados mediante un sistema de cables tensados dispuestos espacialmente y anclados a la perfilera metálica existente (Fig. 4). Este sistema de cables consta de diversos tipos de terminales que permiten tanto el tensado de los mismos como la orientación en las tres direcciones del espacio del sistema de cuelgue.



Figura 4. Montaje de la estructura de cuelgue.

Adicionalmente se desarrolla el estudio del comportamiento resistente de la nueva puerta de acceso. Esta nueva puerta está constituida por perfilera de acero inoxidable, laminada y conformada, y cuyos elementos se unen entre sí mediante sistema de tornillería.

La intervención en cuanto al mobiliario consiste en el diseño de diversas tipologías de mobiliario (estanterías, sillones, mostradores) que estarán dispuestas en el ámbito de la intervención.

2.3 Escalera helicoidal hotel Madrid Edition

La escalera del lobby de acceso al hotel Madrid Edition, diseño de John Pawson y el estudio de arquitectura Ruiz Larrea, constituye el elemento más reconocible e icónico del hotel, y se ha convertido en su seña de identidad [6]. Se trata de una escalera de trazado helicoidal, con dos tramos horizontales – un rellano intermedio y un tramo previo al desembarco en planta superior – con un desarrollo total, medido a lo largo del eje longitudinal, de unos 15 m, sin apoyos intermedios (Fig. 5).

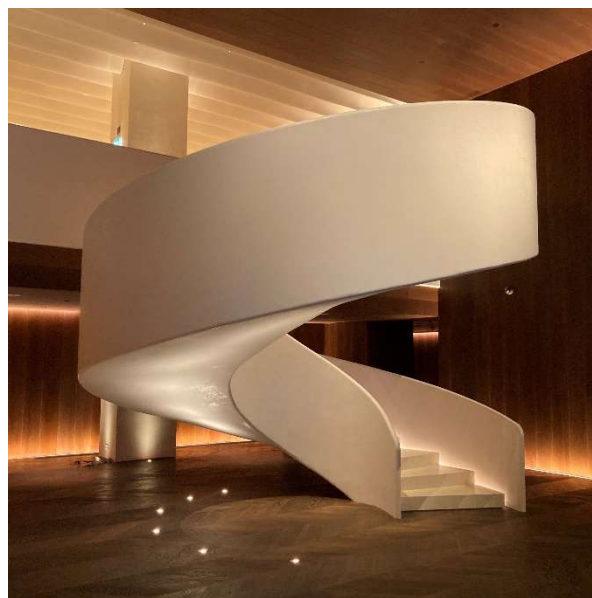


Figura 5. Vista de la escalera

La solución estructural adoptada viene determinada por tres condicionantes fundamentales: 1) la limitada capacidad portante de los forjados preexistentes sobre los que apoya la escalera; 2) el estricto control de deformaciones y vibraciones exigido por la propiedad; y 3) la limitación del ancho de las barandillas laterales a 6,5 mm, incluidos revestimientos, impuesto por el equipo de diseño (Fig. 6).

La necesidad de limitar las cargas transmitidas por la escalera a la estructura horizontal preexistente del edificio, unida a la rigidez necesaria para garantizar un adecuado comportamiento en servicio frente a

deformaciones y vibraciones excesivas, condujo a optar por el acero como material estructural. Se proyecta entonces una estructura compuesta por dos grandes vigas-barandillas armadas de alma llena, con sección en forma de C, de 1420 mm de canto y tan solo 60 mm de ancho. Estas dos vigas se atan y solidarizan inferiormente mediante una serie de rigidizadores transversales, sobre los cuales se dispone una superficie facetada formada por chapones de acero soldados entre sí, que sirve como base de apoyo para el peldañado.

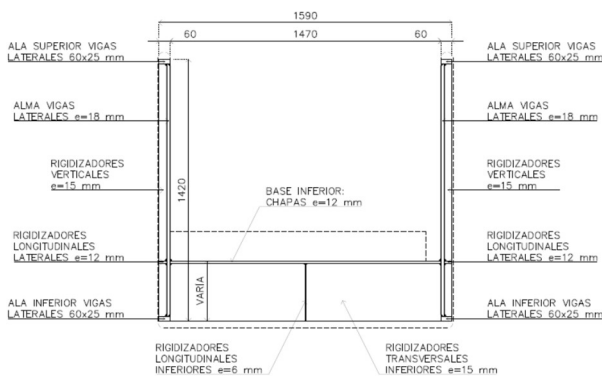


Figura 6. Sección transversal de la estructura de la escalera

Toda la estructura fue prefabricada en taller en Asturias, en 5 grandes piezas que fueron posteriormente transportadas a Madrid y ensambladas in situ (Fig. 7).



Figura 7. Montaje de la estructura de la escalera

3. Hormigón pétreo y escultórico.

3.1 Ermita y mesa de Lola, Madrid.

Los arquitectos Ramos Alderete plantearon para un jardín privado, dos piezas singulares en hormigón armado, que sirvieran como puntos de referencia y encuentro de la familia [7, 8].

La primera pieza, una pequeña ermita en recuerdo de su hija Lola, se plantea como un volumen pétreo de hormigón blanco, excavado con tres concavidades de diferentes escalas, que alberga una escultura de la Virgen, y busca crear un entorno de recogimiento y oración (Fig. 8). La cara exterior es rugosa, picada y abujardada, como contraste de la interior, suave y lisa.



Figura 8. La ermita de Lola (Foto: Amores pictures)

Por su parte, la mesa de Lola, punto de encuentro de la familia en el jardín, juega con la idea de estabilidad, al plantear un gran tablero de hormigón con una única pata, situada descentrada, dejando un gran tramo en voladizo, de casi 4m. En el extremo en voladizo el tablero de hormigón presenta una apertura circular, a través de la cuál cruza el tronco de un olivo, plantado en recuerdo de Lola, que actúa como apoyo metafórico de la mesa (Fig. 9). El tablero está formado por una losa de hormigón de canto variable, con un canto mínimo de 12cm en el perímetro exterior, y 23cm en el apoyo interior, que se estabiliza con una zapata de hormigón que actúa como contrapeso.



Figura 9. La mesa de Lola (Foto: Amores pictures)

En ambos casos la principal dificultad de las piezas fue constructiva, dada su pequeña escala, y el cuidado aspecto, color y textura que requerían. Para ello se utilizó hormigón blanco Cemex elaborado in situ, y se organizó y definió cuidadosamente el despiece de encofrados y armados, ajustándose a la geometría de las piezas.

4. Madera singular y sostenible

4.1 *Boat House, Escocia.*

El proyecto Boat House, de la arquitecta Sofía Blanco Santos [9] se centra en la intervención en una pequeña cabaña existente en Escocia, en la que se mantiene el volumen exterior y muros existentes de piedra y se vacía el interior para renovar los espacios, configuración espacial y cubierta. Se crea un gran espacio diáfano interior con un forjado intermedio, en el que los ambientes se articulan a través de diferentes niveles de plataformas y una estructura arbórea central.

La gran mayoría de las intervenciones realizadas se llevan a cabo con madera maciza local, próxima al emplazamiento, tipo Alerce o Abeto Douglas (Fig. 10). Esta madera se trabaja en un taller de proximidad y con un planteamiento de uniones tradicionales.



Figura 10. Extracción de la madera local.

Los forjados intermedios se resuelven con pequeñas piezas machihembradas, creando una superficie continua de madera a partir de elementos lineales. La cubierta respeta la volumetría original y se plantea una estructura regular de correas que forman la geometría a dos aguas. Como elemento singular central del edificio se proyecta una estructura arbórea de madera compuesta por un gran pilar inclinado del que emergen una serie de puntales inclinados que llegan hasta las vigas principales de cubierta. La geometría propuesta busca unificar las luces entre paños a la vez que genera una imagen de bosque interior que también caracteriza cada espacio.

Las uniones de estos elementos fueron pensadas meticulosamente para garantizar la compatibilidad geométrica y su comportamiento estructural. Se realizaron uniones tradicionales de caja y espiga junto con unos pasadores de alerce en los casos donde las cargas eran más elevadas. El resultado fue el esperado, un gran espacio diáfano con diferentes espacios articulados en torno a una singular estructura arbórea, respetando la volumetría original y utilizando materiales y técnicas locales.

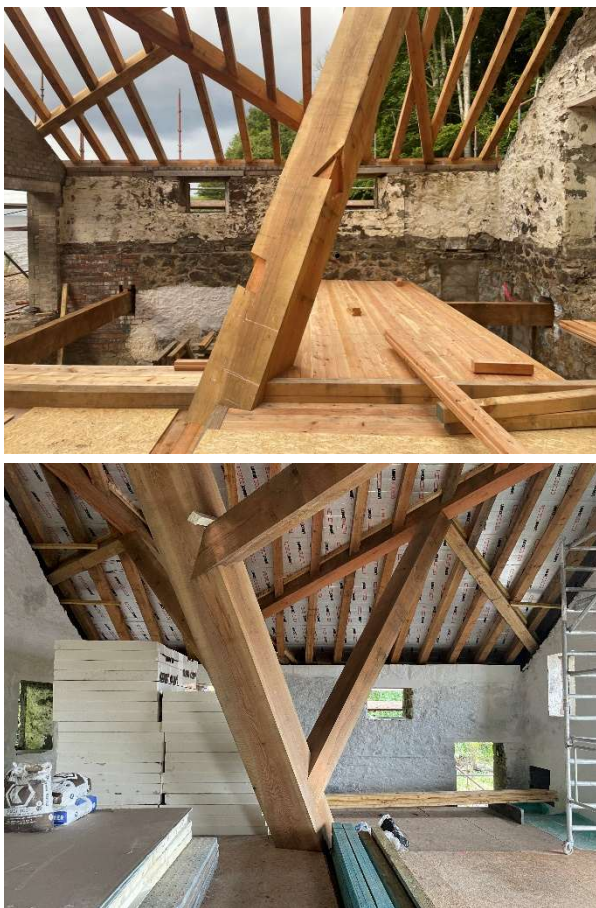


Figura 11. Montaje de la estructura de madera.

4.2 Tres pinos / 45m², Barcelona.

Amarar, promovida por Aulets Arquitectes, es una acción que tiene como objetivo reactivar la cultura maderera de la isla de Mallorca, mediante la utilización de la madera de los pinos de los bosques locales, al mismo tiempo que se cuidan los ecosistemas [10]

Con motivo de la exposición “Nous Realistes” (Disseny Hub Barcelona, 2023-2024) se construyó la instalación “Tres pinos / 45 m²” con un entramado bidireccional de celosías trianguladas, cubriendo un espacio aproximado de 10.60 x 4.50 m. Apoyado en cuatro soportes interiores, su posición retranqueada permite reducir la luz central y equilibrarla con vuelos en los extremos (Fig. 12) [11].



Figura 12. Vista general de la exposición (Foto: Aulets)

La configuración de las celosías se organiza considerando la dimensión de las piezas disponibles, el objetivo de plantear y resolver las conexiones íntegramente en madera, y de permitir el montaje y desmontaje de la instalación. Las piezas disponibles de madera eran de pino blanco de dimensiones 60 x 60 mm y de 1.95 m de longitud máxima.

La resolución del detalle constructivo de los nudos orienta la disposición de las diagonales de las celosías, de manera que a cada nudo llegue únicamente un elemento diagonal. Los montantes verticales eran piezas dobles, dispuestas una a cada lado de los cordones superior e inferior, continuos, abrazándolos al igual que a las diagonales (Fig. 13).



Figura 13. Detalle de los nudos de la celosía. (Foto: J. Hevia)

Las uniones se debían resolver así mismo en madera, y se consideró utilizar pasadores pasantes de haya local, de manera que fuera fácilmente montable y desmontable.

Esta instalación propone una reflexión sobre cómo diseñamos y proyectamos: destaca la relevancia del proceso de diseño en sí mismo; y pone de manifiesto la importancia de diseñar y construir con lo disponible, con lo local, conscientes de que los recursos son limitados, y de hacer un uso responsable y eficiente de ellos.

5. Conclusión

Los proyectos de pequeña escala presentan a menudo una mayor complejidad y singularidad que proyectos de mayor tamaño. La menor inversión económica que suponen, la mayor versatilidad que pueden ofrecer los requerimientos funcionales, y la menor envergadura general del proyecto, favorecen en estos casos la exploración de nuevos sistemas o

configuraciones que luego pueden aplicarse en otros proyectos de mayor tamaño.

Los proyectos de pequeña escala presentados, contruidos en acero, hormigón y madera, ofrecen además una interesante perspectiva de las diferentes características, propiedades y cualidades que ofrecen materiales estructurales tan diversos.

Agradecimientos

Los autores agradecen enormemente a los distintos estudios de arquitectura la oportunidad de colaborar y explorar en los proyectos presentados.

Referencias

- [1] Sainz, J., El tamaño de los hitos. Breve historia de la pequeña escala, *Arquitectura Viva* 67, julio-agosto 1999, 20-27.
- [2] Fernández-Galiano, L., Lo pequeño es grande, *Arquitectura Viva* 67, julio-agosto 1999, 3.
- [3] Tuñón, E., Lo pequeño es hermoso, *Arquitectura Viva* 163, 2014, 11-13.
- [4] Rey Rey, J., Ruiz Carmona, J., Vegas González, P., Lo pequeño es bello: algunos ejemplos de estructuras de pequeña escala, *Hormigón y Acero*, VIII Congreso ACHE, Santander 2020.
- [5] Fernández Elorza, H., [* hfe - ARCHITECTURE](#) (consultada el 20 de enero de 2025)
- [6] Ruiz Larrea, Madrid Edition Hotel, [Madrid Edition - Ruiz Larrea](#) (consultada el 20 de enero de 2025)
- [7] Ramos Alderete, La ermita de Lola, [La Ermita de Lola - Ramos Alderete](#) (consultada el 20 de enero de 2025)
- [8] Ramos Alderete, La mesa de Lola, [La Mesa de Lola - Ramos Alderete](#) (consultada el 20 de enero de 2025)

- [9] Blanco Santos, Sofía, [Sofía Blanco Santos](#) (consultada el 20 de enero de 2025)
- [10] Amara, <https://amarar.eu/> (consultada el 20 de enero de 2025)
- [11] Ferrando Bramona, J., Cifuentes Utrero, F., y otros, Amara, “tres pinos / 45 m²”. Disseny hub barcelona. Una reflexió construida sobre la importancia y las posibilidades del empleo de madera local en mallorca, III Congreso Ibero-Latinoamericano de la Madera en la Construcción, Madrid 2024.