

# DIAGNOSIS, PATOLOGÍA Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA.

## BARCELONA 4-7 MARZO DE 1992.

Durante los días 4 a 7 de marzo de 1992 se han celebrado unas Jornadas sobre la Diagnósis, Patología y Reparación de Estructuras de Madera en el Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos y Aparejadores de Barcelona. Estaban organizadas por el Colegio bajo la dirección de D. Xavier Casanovas y la coordinación de D. Ramón Graus (Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos y Aparejadores) y D. Genaro Tampone (Prof. Ing. de la Universidad de Florencia).

Coincidiendo con las Jornadas se encontraba una interesante exposición con el mismo título, durante los días 18 de febrero a 20 de marzo de 1992.

Esta era patrocinada por la UNESCO y recogía los estudios y experiencias más interesantes sobre la consolidación estructural de la madera realizadas en los últimos años en Italia. Fue organizada por el Colegio de Ingenieros de Toscana, bajo la coordinación del profesor Gennaro Tampone.

### Asistencia:

El interés suscitado por las jornadas fue importante, puesto que en poco tiempo se completó la capacidad máxima. Asistieron 86 personas representando las siguientes áreas profesionales:

- Arquitectos, aparejadores y arquitectos técnicos: 14%
- Empresas: 15%
- Representantes de Colegios profesionales: 8%
- Servicios técnicos de Organismos públicos (Ayuntamientos, Comunidades Autónomas y otras Instituciones): 28%
- Universidad y enseñanza: 11%
- Otros sin especificar: 24% (Probablemente profesionales y estudiantes).

### Estructura del curso:

Las jornadas se dividían en dos partes principales: una de ellas a cargo de los ponentes que incluye exposiciones teóricas y la presentación de experiencias profesionales concretas. Unas veces las experiencias profesionales eran expuestas de forma independiente y otras mezcladas con las exposiciones teóricas.

La otra parte general estaba formado por Comunicaciones de diversos profesionales con el fin de conseguir la mayor participación posible de los asistentes.

### Programa de las Jornadas:

1º día: Características, tipologías, degradación.

\* La madera Material de Construcción, a cargo de G. Giordano, tratando las características y propiedades físico-mecánicas de la madera, las especies más utilizadas y la influencia de los defectos.

\* Tipologías estructurales de madera, a cargo de A. Ripoll, con una exposición general de los elementos estructurales horizontales, verticales y de cubierta.

\* Factores de degradación, A. Navarrete. Presentación de los agentes abióticos y bióticos que afectan a la madera.

\* Intervenciones en estructuras de madera en París. C. Tarrade. Se mostraron ejemplos de restauración aplicando la tecnología de las resinas epoxi.

\* Aplicación del modelado de estructuras a escala reducida en la diagnóstico, F. Ragazzo. Consistió en la exposición de interesantes trabajos de maquetismo sobre edificios antiguos con un enfoque de reproducción volumétrica de la estructura y con un tratamiento de estereotomía de las piezas y de sus uniones. Constituye una herramienta de gran interés al permitir una documentación muy detallada y profunda, recogiendo no sólo el aspecto externo sino su despiece.

\* Notas sobre una importante estructura de madera en Florencia: la cubierta del salón de fiestas del Palazzo Serristori. G. Giordano. Descripción de la estructura de madera de este salón en el que existen vigas compuestas con alma triangulada con un diseño muy avanzado para su época.

### 2º Día: Diagnósis de patologías.

\* Diagnósis, a cargo de A. Navarrete y L. Uzielli. Se expusieron las técnicas de inspección de edificios con estructura de madera y la evaluación de los daños. Se destacaba la importancia de la realización de estudios previos por especialistas que en la práctica suponen un ahorro en los costes de reparación y una garantía para no cometer errores.

\* Diagnósis, a cargo de F. Arriaga. En esta ponencia se trataban los temas relativos a la evaluación de la capacidad resistente de estructuras de madera antigua. El peritaje de estructuras debe basarse en métodos de cálculo que muchas veces son de difícil aplicación en el caso de estructuras degradadas, y poco accesibles. Se expuso también el desarrollo de un proyecto de investigación realizado por Aitim, sobre la evaluación de la capacidad mecánica de vigas antiguas de forjado, que fue subvencionado por la CICYT. Al final se incluyeron algunas de las primeras conclusiones obtenidas.

\* Aplicaciones de la madera laminada en la rehabilitación. F. Arriaga. Introducción a la madera laminada comenzando con una exposición general del proceso de fabricación, y de ejemplos de construcciones con este material realizados en España. Finalmente se incluían aspectos del predimensionado y de estimación de pesos propios y costes.

\* Recálculo de estructuras de madera. La sala Podiani nel Palazzo dei Priori di Perugia. A. Ceccotti. Análisis estructural del comportamiento y de peritación de la estructura de cubierta de

esta sala. Se expusieron los estudios de sensibilidad de la estructura a la modelización de las barras, uniones y apoyos.

\* Inspección de la cubierta de madera de una torre del Castello del Valentino a Torino. L. Uzielli.

\* Visita a la exposición "Legno e Restauro", en el propio Colegio, con los comentarios de G. Tampone. Además se efectuó una visita al Centro de Documentación Josep Renart con sede también en el Colegio. Se trata de un Servicio de Documentación público, pero con un objetivo principal centrado en los Colegiados, con biblioteca y base de datos. Durante la visita se pudieron ver los fondos existentes sobre la madera, reunidos expresamente con motivo del curso.

### 3º día: Terapéutica de estructuras dañadas.

\* Terapéutica. A. Navarrete y G. Tampone. La Dra. Navarrete expuso los diversos tipos de productos protectores de la madera y las técnicas de impregnación aplicadas al campo de la rehabilitación. Se trataron bajo el punto de vista de la normativa europea y se incluyeron algunos ejemplos de tratamientos. Se comentó el caso de la reciente introducción de la termita de madera seca (*Criptotermes brevis*) en Italia, probablemente a través de madera importada del Brasil. El profesor Tampone completó la ponencia exponiendo los temas con carácter más general.

\* Terapéutica. G. Tampone. En esta ponencia se trataron las técnicas de consolidación, refuerzo y sustituciones, incluyendo ejemplos concretos. Se puede destacar la amplia experiencia de los italianos en la utilización de refuerzos de forjados de madera mediante la disposición de capas de hormigón armado de pequeño espesor (alrededor de los 5 cm). Estas soluciones hacen trabajar al hormigón en compresión y aumentan notablemente la inercia de la estructura. La clave está en la conexión entre ambos materiales realizada mediante barras dobladas de acero embebidas en la madera y conectadas con resi-

nas epoxi y a veces con mortero de cemento.

Los resultados de este sistema tienen probada experiencia en Italia en el caso de estructuras en condiciones de interior. En el caso de condiciones exteriores no puede asegurarse todavía su resultado, pero tampoco está desechado. En Italia la normativa antisísmica, debido a que se encuentra en zona de riesgo de terremotos, conduce a una necesidad de rigidización de las uniones para hacerlas capaces de disipar la energía del sismo. Por este motivo, las soluciones mixtas de madera-hormigón permite soluciones más eficaces de atado de los muros entre sí, a través de los forjados.

Igualmente se trató la utilización de refuerzos metálicos unidos con resinas epoxi a la madera.

#### \* Introducción a la valoración de costes de reparación.

G. Padellaro. Exposición de los aspectos de mediciones, especificaciones, costos de reparación y responsabilidades legales bajo la reglamentación italiana.

#### \* Refuerzo de un forjado de madera mediante chapa metálica en las vigas, y capa de compresión superior.

G. Tampone. Se expuso la técnica utilizada en el refuerzo de una estructura horizontal de madera consistente en unas vigas principales de gran luz, sobre las que apoyaban una estructura de segundo orden formada por viguetas de madera.

En las vigas se efectuaron cajas, mediante una motosierra acoplada a un dispositivo de guía para manejarla con seguridad y precisión, en las que se alojaron dos chapas de acero unidas con resina epoxi a la madera. En la zona superior de la viga de madera se construyó una cabeza de hormigón armado conectada a la madera con barras dobladas de acero. En este caso, dada la carga asignada a cada viga, no era bastante con el aumento de la resistencia en la zona comprimida, sino que se hacía necesario un refuerzo de la zona traccionada mediante las chapas metálicas.

#### \* Restauración de una estructura de madera del Palazzo Mercanti en la Piazza della Signoria. G. Padellaro.

#### \* Comunicaciones:

1- "Rehabilitación de forjados en el Palacio del Nuevo Baztán", a cargo de D. Gerónimo Lozano Apolo, Profesor de la ETS de Ingenieros Industriales de



D. Francisco Arriaga Martitegui

Las comunicaciones son una aportación de gran importancia en estas jornadas, ya que permite contrastar las ideas con las realizaciones reales. Igualmente la exposición paralela a las jornadas pretenden ser un apoyo en el mismo sentido. En este tipo de cursos es deseable estas aportaciones, incluso con una asignación mayor de tiem-

Oviedo. Se expusieron los condicionantes del proyecto de rehabilitación que conducían a una solución de losa de hormigón armado como nueva estructura, dejando la madera con el aspecto original.

2- "Valoración del artesonado ataudado del Proyecto de Restauración de la Iglesia de la Magdalena de Córdoba", por D. Francisco J. Beltrán Ruedas. Reconstrucción de la estructura de cubierta desaparecida con madera nueva. Resultó interesante la descripción del pliego de condiciones exigido a la madera en relación a especie, calidad, tratamientos, etc.

3- "Métodos de diagnóstico de madera en servicio", por Liliana Palaia Pérez, profesora del Departamento de Construcción de la E.T.S. de Arquitectura

de Valencia. Consistió en la exposición de las primeras experiencias en la utilización de los ultrasonidos aplicados a la madera, que habían tenido dentro de una línea de investigación nueva en el Departamento.

4- "Rehabilitación del Convento de Santa María en San Martín de Castañeda", por D. Marco Antonio Garcés Desmaison, Jefe del Servicio de Arquitectura de Restauración de la Junta de Castilla León. Interesante descripción del proyecto de rehabilitación y de los condicionantes de la ejecución. Se empleó madera maciza en la estructura de las cerchas de la cubierta y madera laminada encolada en los arcos que reproducían las bóvedas desaparecidas. El costo de la restauración fue reducido.

#### 4º día: Mesa redonda.

El último día se celebró una mesa redonda, en la que se encontraban prácticamente todos los ponentes. En ella surgieron entre otros los temas siguientes: la ausencia de normativa relativa a la madera en España (con la normativa que se está elaborando en Europa actualmente, en poco tiempo dejará de ser un problema). Otras cuestiones fueron planteadas sobre la utilización de las resinas epoxi en la consolidación de estructuras de madera en las que en algunos casos se rigidizan uniones que antes eran articuladas. Deberá portanto comprobarse la influencia de estas modificaciones en el comportamiento de la estructura. Gran parte de los temas suscitados eran sobre los aspectos de tratamiento químico de estructuras de madera.

#### Comentarios finales:

Las jornadas resultaron de mayor interés que lo habitual al reunir en ellas a profesionales de otros países con gran experiencia en rehabilitación, junto con los profesionales españoles. Esto permite un intercambio de ideas y resulta positivo en muchos aspectos.

Las comunicaciones son una aportación de gran importancia en estas jornadas, ya que permite contrastar las ideas con las realizaciones reales. Igualmente la exposición paralela a las jornadas pretenden ser un apoyo en el mismo sentido. En este tipo de cursos es deseable estas aportaciones, incluso con una asignación mayor de tiempo.

## PROFESORES:

**Francisco Arriaga,**  
Dr. Arquitecto AITIM. Profesor UPM.

**Ario Ceccotti,**  
Prof. Ing. de la Università di Firenze. Presidente de la subcomisión UNI "Structure di legno". Comitè RILEM "Behaviour of timber and concrete composite load bearing structures".

**Guglielmo Giordano,**  
Prof. Dott. Ing. de la Università di Firenze y docente en varias universidades italianas y extranjeras. Ex-Director de L'Istituto per la Ricerca sul Legno.

**Angeles Navarrete,**  
Dra. Ing. de Montes. Dep. Industrias Forestales INIA.

**Giuseppe Padellaro,** Dott. Ing. Presidente del Collegio degli Ingegneri della Toscana.

**Felice Ragazzo,** Profesor de L'Istituto d'Arte Roma II. Experto en madera.

**Angel Ripoll,** Arquitecto Técnico.

**Gennaro Tampone,** Prof. Ing. de la Università di Firenze. Ufficio del Genio Civile di Firenze. Experto en restauración arquitectónica.

**Christian Tarrade,** Arquitecto. Presidente de la ADIA (Diagnostic Immobiliare par l'Architecte).

**Luca Uzielli,** Prof. Ing. de la Università di Firenze. Presidente de la subcomisión UNI "Legname strutturale".