

## PANORÁMICA ACTUAL DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN

**Justo García Navarro, Dr. Arquitecto,  
Profesor Titular del Departamento de Construcción y Vías Rurales de la  
Universidad Politécnica de Madrid. España.**

Indudablemente la madera, no como material de revestimiento o elemento auxiliar, sino como alternativa de sistema estructural o constructivo, ha recuperado el papel protagonista que ocupó siempre en la Historia de la Construcción, y que los nuevos materiales aparecidos a finales del siglo pasado le arrebataron, en complicidad con el desconocimiento reinante sobre sus posibilidades técnicas y características físico-mecánicas.

De igual forma en España, y aunque algo más tarde que en el resto de los países de tecnología avanzada, parece que paulatinamente se vuelve a prestar atención a la madera y sus derivados.

Buena muestra de ello han sido las numerosas actividades que se han celebrado este pasado año, sobre todo en ámbitos en los que la madera parecía haber caído en el olvido.

Entre las de mayor resonancia, del 11 al 22 de abril, y en el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, se impartió el Curso "Diseño y Cálculo de Estructuras de Madera", con un total de veinte horas lectivas, y en el que se estudió tanto madera aserrada como laminada encolada. En su desarrollo se partió de las características físico-mecánicas del material, pasando después a describir el proceso que permite obtener los valores operativos para su aplicación como elemento resistente. Finalmente, se expusieron las pautas y criterios utilizables en el diseño de uniones entre piezas.

El programa del curso fue el siguiente:

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA.
2. TENSIONES BÁSICAS DE LA MADERA.
  - Concepto.
  - Proceso de obtención.
3. TENSIONES ADMISIBLES.
  - Paso de tensiones básicas a tensiones admisibles.

- Factores que influyen:
  - Calidad.
  - Humedad.
  - Duración de la carga.
- Introducción al cálculo por estados límites.

#### 4. CLASIFICACIÓN DE LA MADERA (NORMATIVA).

- Clasificación no resistente.
- Clasificación resistente:
  - Madera aserrada.
  - Madera laminada.
- Tendencias actuales:
  - Sistemas de clasificación europeos (K.A.R.).
  - Clasificación mecánica.

#### 5. FACTORES DE MODIFICACIÓN

- Factores de altura y forma.
- Factor de sistemas de carga compartida.
- Factor de curvatura.

#### 6. COMPROBACIÓN DE SECCIONES.

- Madera aserrada:
  - Piezas comprimidas.
  - Piezas traccionadas.
  - Piezas flectadas.
- Madera laminada:
  - Vigas a dos aguas (canto variable).
  - Vigas peraltadas (zonas curvas).

#### 7. UNIONES

- Medios de unión y su cálculo:
  - Clavos.
  - Tornillos.
  - Pernos.
  - Conectores.
  - Placas dentadas.
- Diseño y cálculo de nudos en estructuras de madera.

Este Curso ha dado como resultado una interesante publicación editada por el Servicio de Publicaciones de ese Colegio, que recoge y amplía las conferencias impartidas durante el mismo, y que se constituye en la más completa base de datos sobre cálculo estructural en madera.

Simultáneamente a dicho Curso, y en la Sala de Exposiciones del Colegio



de Arquitectos, se celebró una exposición de Empresas que comercializan Estructuras de Madera, con la participación de las más importantes del Sector. El logro fundamental de esta muestra resultaría ser la demostración de que la madera puede y debe ser una alternativa más a la hora de afrontar un proyecto de arquitectura siendo, en muchos casos, la solución más adecuada.

Coincidiendo con estas Jornadas, cabe igualmente mencionar la celebración de sendas Mesas Redondas en el Salón de Actos del Colegio de Arquitectos, en la primera de las cuales se plantearon a debate temas relacionados con la Construcción en Madera que no iban a ser abordados durante el citado Curso, tales como Control de calidad, Normativa, Encolado, Tratamientos, Transporte, Fuego, etcétera.

En la segunda de las Mesas Redondas se presentaron proyectos seleccionados por cada una de las Empresas asistentes a la Exposición, proyectos que fueron comentados y explicados por sus autores.

Las actividades del Colegio de Arquitectos en relación con la madera tuvieron continuación en el mes de junio ya que entre los días 21 y 23, y en colaboración con la American Plywood Association, se celebró en los salones de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid el Seminario "Madera en la Construcción Mo-

derna". Allí se presentó la tecnología americana que se basa en el uso del tablero contrachapado como elemento resistente.

El programa recogía un profundo análisis del comportamiento de la madera en todos sus aspectos (durabilidad, resistencia, versatilidad, comportamiento ante sismos e incendios, confort, ahorro energético, etc.) y estudiaba los sistemas constructivos que se emplean en los Estados Unidos, así como su adaptación a los sistemas constructivos tradicionales españoles.

La conclusión más importante de allí obtenida resultó ser el hecho de que hay unidades de obra, fundamentalmente de cubrimiento y de forjado, en las que parece obvia la utilización del tablero contrachapado como solución constructiva, tanto por comportamiento y características, como por su facilidad de montaje.

Igualmente por aquellas fechas, hay otro acontecimiento importante: se fallan los premios del Primer Concurso Nacional sobre Soluciones Constructivas y de Diseño de Muebles en base a la utilización del Tablero Aglomerado, convocado por la Asociación Nacional de Fabricantes de Tablero Aglomerado.

En la sección "Diseño del Mueble con Tablero Aglomerado", el jurado distinguió al Colectivo Aurea, dirigido por el arquitecto Xan Casabella, otorgando el Primer Premio dotado con 750.000 pesetas al proyecto titulado "Mesa Artur 4-6-8".

Dentro de la sección "Soluciones constructivas en base a Tablero Aglomerado", el jurado decidió dejar desierto el Primer Premio, y otorgar una Primera Mención Honorífica al proyecto titulado "Proyecto C", presentado por el Ingeniero de Montes, Juan José Martínez García, y una Segunda Mención al proyecto "Tensión", del arquitecto Sergio Espiau Quijada.

El éxito obtenido en esta primera convocatoria ha animado a los organizadores a continuar en la línea de promoción y difusión del sector en los próximos años, potenciando incluso más todavía su participación con este tipo de actividades dentro de la Universidad.

Por último, y en esta línea de acontecimientos, el año 88 se cerraría con la celebración de las IV Jornadas Nacionales de la Madera en la Construcción, organizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y la Agrupación Nacional de Constructores de Obras (ANCOP), en colaboración con el Servicio de Extensión Agraria (SEA).



Desarrolladas en Madrid, del 22 al 24 de noviembre, y con una masiva asistencia de técnicos, profesionales y alumnos de diferentes Escuelas Técnicas de Ingeniería y Arquitectura, abordaron un variado programa que se estructuraba en los siguientes apartados:

- Rehabilitación y restauración de estructuras de madera.
- Madera laminada.
- Pavimentos deportivos.
- Construcción de albergues.
- Construcciones rurales en madera.

Estas jornadas se vieron enriquecidas por la participación de expertos de Estados Unidos, Francia, Italia y Suecia, que presentaron el resultado de sus últimas experiencias e investigaciones.

No quiero cerrar el balance del año pasado sin comentar otro aspecto de interés. En su línea de desarrollo de las actividades de Normalización y Certificación, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) ha continuado con el proceso de puesta en marcha de los Comités Técnicos de Certificación de los productos que los distintos sectores industriales elaboran, y con la política fundamental de fomento de la calidad y potenciación de la industria española que en muy poco tiempo deberá afrontar el hecho del libre mercado europeo.

Pues bien, toda vez que el Comité Técnico de Normalización 56 "Madera y Corcho", venía ya trabajando a pleno rendimiento, se han constituido y puesto en marcha los Comités Técnicos de Certificación 008 y 009, "Transformados Industriales de la Madera y Corcho: Madera Maciza, Carpintería de Huecos y Recubrimientos, Productos Protectores y Corcho" y "Transformados Industriales de la Madera y Corcho: Tableros de Madera o Corcho y Muebles de Cocina", respectivamente.

El empuje que puede suponer para nuestra industria la constitución de ambos Comités debe necesariamente reflejarse en un incremento de actividad importante dentro de este sector.

A la vista de lo expuesto cabe la posibilidad de mirar esperanzado el futuro de la Madera en este año que corre. Los programas de actividades dentro de los diversos organismos afectados ya han sido elaborados y muchas de las actividades han iniciado su andadura.

Así, la Universidad Politécnica de Madrid, a través del Departamento de Construcción y Vías Rurales, ha presentado el primer Curso de Especialización para postgraduados relacionado con la Construcción en Madera.

Este curso, titulado "Construcciones de Madera: Fabricación, Proyecto y Tratamiento" presenta un amplio programa que se desarrolla en 100 horas lectivas, y en el que intervienen, además del Departamento de Construcción y Vías Rurales, los de Ingeniería Forestal y Silvopascicultura.

El programa se estructura en los siguientes puntos fundamentales:

1. ANATOMÍA DE LA MADERA.
2. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA.
3. MATERIALES: ESPECIES COMERCIALES. NORMATIVA DE CLASIFICACIÓN DE LA MADERA.
4. INTRODUCCIÓN A LA NORMATIVA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE MADERA: NORMAS NACIONALES Y EUROCÓDIGO 5.
5. CONSTRUCCIONES DE MADERA ASERRADA.
  - Tipologías y predimensionado.
  - Fabricación.
  - Cálculo.
  - Uniones y detalles constructivos.
6. CONSTRUCCIONES DE MADERA LAMINADA.
  - Tipologías y predimensionado.
  - Fabricación.
  - Cálculo.
  - Uniones y detalles constructivos.
7. CONSTRUCCIONES SINGULARES DE MADERA.
  - Cúpulas.
  - Techos lamella.
  - Paraboloides hiperbólicos.
  - Puentes y pasarelas.

8. **TABLEROS DERIVADOS DE LA MADERA.**
  - Contrachapado.
  - Aglomerado.
  - Fibras.
  - Paneles sandwich.
9. **ESTRUCTURAS MIXTAS.**
  - Madera y tablero.
  - Madera y hormigón.
  - Madera y acero.
10. **SISTEMAS DE PREFABRICACIÓN.**
  - Viviendas prefabricadas.
  - Construcción rural y prefabricación.
11. **PATOLOGÍA Y CONSERVACIÓN.**
  - Agentes deteriorantes de la madera.
  - Protección preventiva y curativa.
12. **CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE MADERA.**
  - Actuaciones en estructuras antiguas.
  - Sistemas de restauración.
13. **RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA.**
  - El fuego y la madera: reacción y resistencia.
  - Normativa.
  - Cálculo de la resistencia al fuego.
14. **FALLO Y RUINA EN LAS ESTRUCTURAS DE MADERA.**
  - Patología resistente y de estabilidad.
  - Defectos de fabricación.
15. **USO NO ESTRUCTURAL DE LA MADERA.**
  - Carpintería de huecos y revestimientos.

La organización de este curso se ve-

rá reforzada por las entidades colaboradoras que lo respaldan, y que son la Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho (AITIM), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), el Centro Técnico de la Madera del País Vasco (ZTB), el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) y el Colegio Oficial de Ingenieros de Montes (COIM).

Con un programa más reducido, función de las 20 horas lectivas previstas, el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid prepara un segundo curso titulado "Construcción en Madera. Estructuras mixtas, Rehabilitación y Carpintería". Su índice temático será el siguiente:

1. **TABLEROS DE MADERA:**
  - Características.
  - Clasificación.
  - Principios de cálculo.
  - Normas de puesta en obra.
  - Normativa de referencia.
2. **ESTRUCTURAS MIXTAS:**
  - Vigas cajón.
  - Paneles.
  - Láminas plegadas.
  - Láminas cilíndricas.
  - Otros sistemas especiales.
3. **LA MADERA Y SU COMPORTAMIENTO AL FUEGO:**
  - Tecnología general del fuego.
  - Reacción y resistencia al fuego.
4. **PATOLOGÍA DE LA MADERA:**
  - Agentes destructores.
  - Influencia de la especie.
  - Detección de daños.
5. **REHABILITACIÓN: CONSOLIDACIÓN Y TRATAMIENTO:**
  - Medidas constructivas.

\* \* \*

## CONSTRUCCIONES RURALES DE MADERA EN EUROPA. PROYECTO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN

**Carl-Magnus Dolby, Ingeniero Civil e Investigador.**  
Universidad Sueca de Ciencias Agrarias,  
Departamento de Edificación Agrícola.  
Lund (SUECIA).

**Versión española:**  
**Justo García Navarro, Dr. Arquitecto,**  
Profesor Titular del Departamento de Construcción y Vías Rurales de  
la Universidad Politécnica de Madrid (ESPAÑA).

### INTRODUCCION

El trabajo que a continuación se presenta ha sido realizado por el Profesor e Investigador Carl-Magnus Dolby, del Departamento de Edificación Agrícola de la Universidad Sueca de

Ciencias Agrarias, y fue publicado en relación con la Conferencia Internacional sobre Ingeniería de Madera que tuvo lugar el pasado año en Seattle (Estados Unidos).

En él se resumen los objetivos, traba-

- Medidas estructurales.
- Medidas químicas.

### 6. CARPINTERÍA DE MADERA:

- Carpintería de huecos.
- Pavimentos.
- Normalización.
- Sellos de calidad.

Este programa enlaza de alguna forma con el del curso sobre "Diseño y Cálculo de Estructuras de Madera" de 1988, y continúa en el estudio del material hasta agotar los aspectos constructivos. Simultáneamente al curso se espera la aparición de la publicación correspondiente que, si mantiene la calidad y el rigor técnico de la publicación del curso anterior, constituirá junto con aquella el texto más actualizado y completo sobre Construcción en Madera de los existentes en el mercado.

Así las cosas, el panorama no puede resultar menos que esperanzador. Hay inquietud en la Universidad, en estamentos profesionales y en sectores comerciales e industriales. Es el primer paso, ya que la bondad y solvencia de la madera como material constructivo está más que demostrada a lo largo de la historia, y su vigencia actual lo demuestra el continuo interés de los sectores antes apuntados.

Otros aspectos que incidan determinadamente en su futuro (Condiciones económicas, actividades en Europa y en el mundo, adecuación específica a nuevas tecnologías, etc.) serán convenientemente tratados desde estas páginas, ya que estas páginas pretenden ser la introducción de una serie de colaboraciones que traigan puntualmente toda la actualidad y actividades que en torno a la Construcción en Madera puedan resultar de interés.

jos realizados y resultados obtenidos por el Grupo Europeo de Trabajo que, durante los últimos cuatro años, ha venido trabajando en torno a las Construcciones Rurales de Madera, y del que Carl-Magnus Dolby ha sido uno de los responsables.

Todo este trabajo ha sido ya presentado en el Seminario de la Sección II de la Comisión Internacional de Ingeniería Rural celebrado en Växjö (Suecia), del 14 al 17 de noviembre pasados.

Por el momento, lo más destacable es señalar que con el citado Seminario se cerró con éxito una primera etapa del Grupo Europeo de Trabajo, y que a la vista de los logros alcanzados se ha creado un nuevo Grupo de Traba-

jo que iniciará su andadura este año, y con nuevos objetivos siempre relacionados con la utilización de la madera en la Construcción Rural.

Sería deseable que, ya que España no ha estado representada en las investigaciones hasta ahora realizadas, no pierda la oportunidad de integrarse en la nueva etapa que ahora se inicia.

El Manual sobre Construcción Rural, al que el autor del artículo hace repetidas referencias como uno de los objetivos del Grupo de Trabajo, ha visto ya la luz en su edición inglesa. Realmente se trata de un gran trabajo, muy cuidado tanto en su desarrollo como en su presentación posterior, y espléndidamente editado.

Creo que su publicación en castellano sería de gran interés, y en ese intento está trabajando actualmente el Departamento de Construcción y Vías Rurales de la Universidad Politécnica de Madrid.

**Justo García Navarro**

#### Resumen

En 1984, la Universidad Sueca de Ciencias Agrarias tomó la iniciativa de poner en marcha un proyecto internacional sobre las Construcciones Rurales de madera en Europa. El proyecto lleva desarrollándose tres años, y además de Suecia, diez países europeos toman parte en el mismo. Cada país ha contribuido con sus propios conocimientos sobre cómo emplear la madera en el mundo agrícola de la mejor manera. Este proyecto ha sido dirigido y controlado desde Suecia y cada país europeo ha estado representado en un equipo de trabajo que ha funcionado como grupo de referencia del proyecto.

El proyecto sobre la madera rural ha tenido varios objetivos esenciales, a saber:

- Resumir la tecnología de la madera empleada en la agricultura en Europa.
- Realizar un manual para Construcciones Rurales de Madera.
- Examinar la necesidad de investigación y acordar un programa a tal efecto para el futuro, que refuerce e incremente el empleo de la madera en la agricultura.
- Profundizar en la necesidad de conservación de las construcciones de madera en hábitats rurales.

#### Introducción

En 1984, y en relación con una confe-

rencia en Ronneby (Suecia), sobre "Construcciones de madera para instalaciones agrícolas", se dieron los primeros pasos hacia una colaboración internacional en torno a las construcciones rurales de madera. Participantes de 11 países europeos fueron invitados a esa conferencia para contribuir con sus experiencias sobre el empleo de la madera en las instalaciones agrarias. Como resultado de la conferencia hubo un acuerdo unánime en establecer algún tipo de grupo de trabajo para una continuada colaboración en torno a las construcciones de madera en edificios rurales. A principios de 1985, el Departamento de Edificación Agrícola, de la Universidad Sueca de Ciencias Agrarias, consiguió una subvención con la que iniciar un largo proyecto de tres años de duración sobre las Construcciones Rurales de madera en Europa.

El objetivo inicial del proyecto era realizar un manual sobre la tecnología de construcción en madera en la Europa agrícola e investigar la necesidad de protección de la madera para edificios rurales, así como acordar un futuro programa de investigación en referencia a las construcciones de madera y los productos derivados de este material.

#### Once países europeos cooperan

En total once países europeos estuvieron interesados en tomar parte en el proyecto sobre construcciones rurales de madera. Además de Suecia fueron Dinamarca, Noruega, Finlandia, Bélgica, Holanda, Alemania Occidental, Francia, Italia, Suiza y Gran Bretaña.

A su vez, cada país ha estado representado en un grupo de trabajo que ha funcionado como grupo de referencia del proyecto. Todo este proyecto

ha sido planeado, dirigido y llevado a cabo desde el Departamento de Edificación Agrícola en Lund, Suecia. El grupo de trabajo se ha reunido una vez al año para discutir tanto el proyecto como el desarrollo de la tecnología de la madera dentro de la agricultura. Las reuniones han tenido lugar en Suecia, Alemania Occidental, Gran Bretaña y Francia.

En Suecia, la madera se utiliza en gran medida como material de construcción para edificios rurales. Gran parte de los agricultores suecos tienen bosques en sus mismas propiedades, de forma que utilizan la madera en realizaciones de autoconstrucción. El uso de la madera en construcciones rurales en otros países europeos es variado, pero la actitud hacia este material es siempre positiva. Especialmente Noruega, Finlandia, Alemania Occidental y Suiza han utilizado tradicionalmente la madera para los edificios agrícolas. En la tabla 1 se pueden observar las cantidades aproximadas de madera utilizada, en comparación con otros materiales, en las estructuras de cobertura de los edificios agrarios, especialmente en alojamientos de ganado.

En países como Bélgica, Dinamarca, Holanda y Gran Bretaña, el acero es el material dominante. El hormigón es un material poco común y solamente en Bélgica adquiere gran proporción dentro de los materiales empleados.

En la investigación sobre estructuras de madera en la agricultura europea, los sistemas de carga han sido divididos en tres categorías:

- Cerchas sobre muros de carga.
- Vigas y postes.
- Pórticos.

El uso de estos sistemas estructura-

**TABLA 1**  
**TIPO DE MATERIAL DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA**  
**EN EDIFICIOS AGRARIOS**

País	Madera %	Acero %	Hormigón %
Bélgica	5	80-85	10-15
Dinamarca	30	70	0
Finlandia	95	5	—
Francia	60	39	1
Holanda	10-15	85-90	—
Noruega	96	4	—
Suecia	95	5	—
Suiza	95	5	—
Gran Bretaña	15	80	5
Alemania Occidental	90	5	5

**TABLA 2**  
**USO DE DIFERENTES SISTEMAS DE CARGA EN EDIFICIOS AGRICOLAS**  
**(ESTABLOS)**

País	Cerchas sobre muros de carga %	Vigas y postes %		Pórticos %
Bélgica	<5	85-90	5	<5
Dinamarca	85	5		10
Finlandia	80	15		5
Francia	10	40		50
Holanda	30			70
Noruega	75	15		10
Suecia	75-80	5-10		20
Suiza	20	50	10	20
Gran Bretaña	20	20-25	10	40-45
Alemania Occidental	40-45	25-30	5	29

les en los diferentes países europeos es evidente, tal y como se desprende de la tabla 2. Las cifras son muy aproximativas, pero de algún modo dan una idea de lo que es característico de las construcciones de madera en cada país europeo.

*Manual sobre Construcciones Rurales de Madera en Europa*

La mayor parte del trabajo, dentro del proyecto internacional en torno a la madera en construcción, ha estado dedicado a producir material para un manual sobre cómo construir con madera en agricultura. El manual constará de 15 capítulos que tratarán principalmente de sistemas estructurales en madera, métodos de construcción, unidades estructurales de madera, revestimientos, cierres de madera, protección de la madera y consideraciones sobre el diseño en relación con el fuego, la humedad, apariencia, etcétera.

Inicialmente, el manual se editará en inglés, siendo posteriormente traducido al francés, alemán e italiano.

La versión inglesa será publicada a finales de 1988. La intención de este manual es informar a los arquitectos, asesores, consultores, estudiantes, y por supuesto a los agricultores, de cuán adecuada puede resultar la madera en la construcción de un nuevo edificio agrícola, y hacer de la madera una buena alternativa frente al acero y al hormigón.

La figura 1 constituye un sumario de los sistemas estructurales en madera más comúnmente usados en edificaciones agrarias en Europa.

Estos sistemas se estudian profundamente en el manual. Algunas de las estructuras son quizás más adapta-

bles que otras a realizaciones de autoconstrucción. En países tales como Suecia y Alemania Occidental una gran parte del trabajo de construcción

agrícola es llevado a cabo por el propio granjero.

Las figuras 2 y 3 de la página siguiente presentan varias estructuras típicas que pueden ser ventajosas para la ejecución in situ. En definitiva, la tendencia agrícola en muchos países europeos es un cambio hacia la mayor utilización de componentes prefabricados, con el fin de conseguir levantar más rápidamente edificios de producción.

*Programa conjunto de investigación en torno a edificios rurales*

Actualmente, sólo en algunos países europeos se están llevando a cabo investigaciones en torno a las construcciones rurales en madera. Durante los últimos años en Suecia y Noruega se han estado elaborando proyectos especiales en torno a la madera en la Universidad de Ciencias Agrarias. En otros países tales como Alemania Occidental y Gran Bretaña están en marcha varias investigaciones al respec-

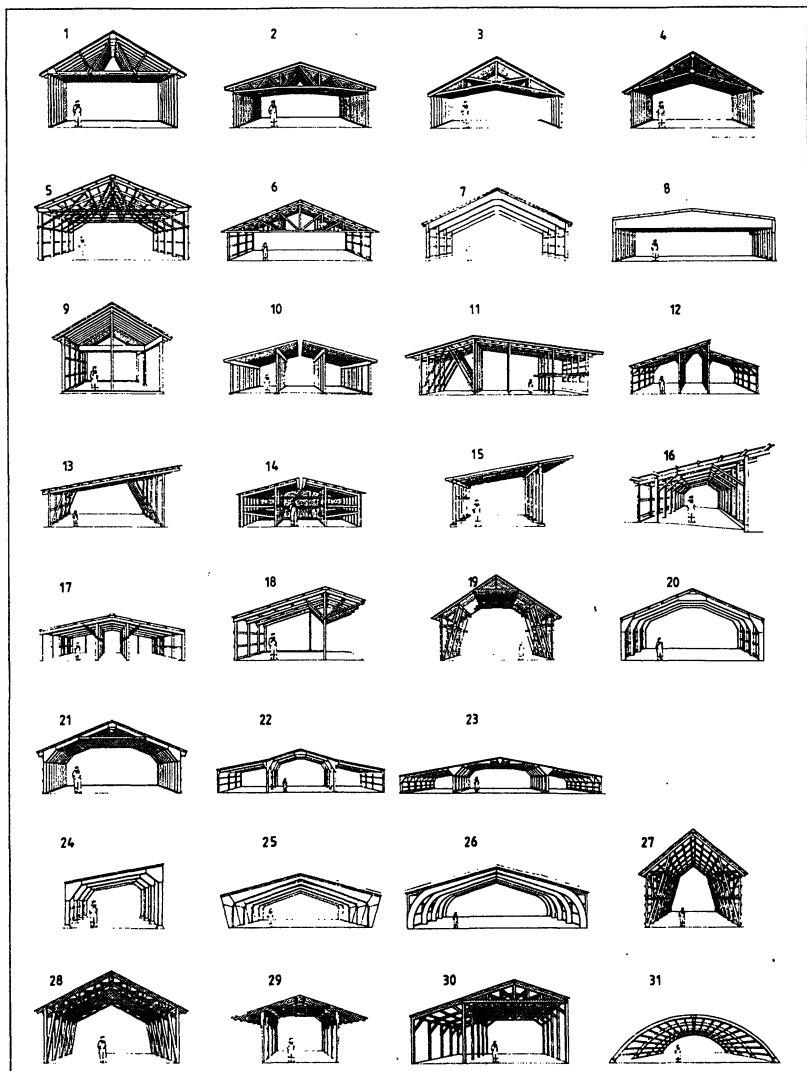


Fig. 1.—Una muestra de las estructuras de madera más utilizadas en edificios agrícolas, en Europa.

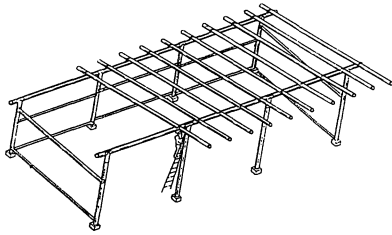


Fig. 2.—Los rollizos de madera son muy utilizados en los edificios agrícolas de algunos países europeos tales como Alemania y Suiza.

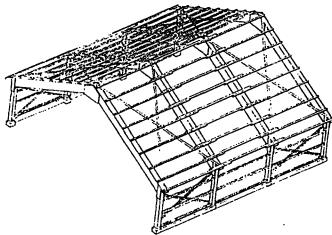


Fig. 3.—Las construcciones con vigas-cajón son adecuadas, en cuanto a su coste se refiere, para edificios con luces entre 10 y 20 metros.

to. Aun cuando el grado de investigación en torno a las construcciones rurales en madera varía entre los distintos países europeos, sí que hay un deseo de incrementar dicho nivel y estrechar la colaboración entre todos ellos.

La colaboración habida en el proyecto de madera ha desembocado en una gran cantidad de propuestas para futuras investigaciones. Los proyectos propuestos se han clasificado en tres grupos que cubren los siguientes temas:

1. Investigación básica aplicada sobre la madera como material de construcción.
2. Desarrollo de componentes semi-prefabricados.
3. Tecnología aplicada de las estructuras de madera.

En la actualidad, se están llevando a cabo los preparativos que permitan proseguir esta colaboración europea y que establezcan un grupo de investigación conjunta para la construcción rural en madera.

#### Depósitos de abono en madera

Como efecto derivado del proyecto sobre construcción en madera ha resultado un especial interés en los depósitos de abono. Este aspecto concierne especialmente a Holanda, que ha de realizar entre 25.000 y 30.000 nuevos silos en un período de cinco años, debido a una nueva ley del medio ambiente que exige un mayor período de almacenamiento y una menor liberación de gas amoníaco en el

aire. Asimismo, en el futuro los depósitos de abono en Holanda deberán estar cubiertos, lo que significa que las construcciones con cubierta de madera serán claramente las preferidas. Se han estudiado diferentes soluciones para la cobertura de depósitos de abono y algunas de ellas se someterán a prueba durante el próximo año.

Como resultado de la cooperación en el proyecto y los consiguientes contactos habidos, dos empresas manufactureras de depósitos de madera se han establecido en Holanda. En otros países europeos tales como Alemania Occidental, y aquéllos con alta densidad de población como Dinamarca y Bélgica, existen igualmente discusiones acerca de unas mayores exigencias en cuanto a la disminución de los problemas medioambientales. La obligatoriedad de cubrir los depósitos de abono puede ser en el futuro la mejor solución para resolver estos problemas de polución ambiental.

#### Protección de la madera en edificios rurales

Hay una opinión muy dividida en torno a la necesidad de madera tratada para edificios de producción agrícola. Algunos países como Suecia, Noruega, Finlandia y Dinamarca sólo recomiendan madera tratada en la solera. En Suiza está prohibido el uso de madera tratada en establos, mientras que en Gran Bretaña se recomienda el uso de madera tratada en todas las partes de la estructura.

Para llegar a conocer la necesidad de protección de la madera en los edificios rurales, se está llevando a cabo en Suecia una investigación, que habiendo comenzado hace un año proseguirá durante un año más. El objetivo es medir los principales factores, el contenido de humedad y la temperatura en las construcciones rurales en madera, y averiguar cuándo existe riesgo de deterioro. Estas medidas deberán también dar respuesta en cuanto a qué partes del edificio son las más expuestas a la humedad en las construcciones agrícolas.

Se pretende que los resultados de la investigación configuren la base para el establecimiento de una serie de recomendaciones en torno a las partes de las construcciones rurales en que se ha de aplicar protección a la madera. La investigación comprende nueve edificios diferentes, aislados o no, con distintos tipos de producción. Numerosas partes de la construcción son objeto de medición. La medición del contenido de humedad se establece por medio de dos métodos: el método del medidor de humedad por resistencia eléctrica, y el del test del horno. El primero de los métodos es el más utilizado y las lecturas tendrán

una tolerancia del  $\pm 10$  por ciento del contenido real en humedad.

#### Conferencia Internacional en Suecia

Los resultados del proyecto de madera serán resumidos y presentados en una conferencia en Växjö, Suecia, en noviembre de 1988. El tema es "Edificios de madera en Agricultura" y se presentarán documentos concernientes a métodos de construcción, diseño arquitectónico, durabilidad de la madera, producción y economía. La preparación se ha llevado a cabo en colaboración con la organización CIGR. Miembros de 19 países han solicitado ya su participación en la conferencia.

#### Referencias

1. Aune, P. 1975. Trekonstruksjoner. Trondheim.
2. Barnes, M. & Mander, C. 1986. Farm Building Construction. The Farmer's Guide. Southampton.
3. Bodig, J. & Jayne, B. 1982. Mechanics of wood and wood composites. New York.
4. Dolby, C. M. et al. 1984. Systemlösningar för jordbrukets driftsbyggnader. Bygghandbok del 1 och 2. Stockholm.
5. Fischer, J. et al. 1976. Bauen in der Landwirtschaft. Zollikofen.
6. Holzbau Atlas. 1980. Institut Für internationale Architektur-Dokumentation. München.
7. Landwirtschaftliche Betriebsgebäude. 1982. Informationsdienst Holz, Arbeitsgemeinschaft Holz. Düsseldorf.
8. Levin E. 1971. Wood in Building. Timber Research and Development Association (TRADA).
9. Plywood Construction Manual. 1976. Third Ed. Council of Forest Industries of British Columbia. Vancouver.
10. Timber Design and Construction Handbook, 1956. Timber Engineering Company. New York.
11. Timber in Construction. 1987. Timber Research and Development Association (TRADA). London.
12. Top Agrar, Das Magazin für moderne Landwirtschaft. 1983. Landwirtschaftsverlag GmbH. Münster-Hiltrup.
13. Treboka. 1987. Treopplysningsrådet. Larvik.
14. TRADA Wood Information. 1985. Introduction to wood-based panel products. Sheet 23. High Wycombe.
15. Von Halasz, R. & Scheer, C. 1986. Holzbautaschenbuch. Berlin.
16. Wood Handbook. 1986. U.S. Forest Products Laboratory. Washington D.C.

\* \* \*