

# Fabricación de viviendas de madera

Seminario sobre Diseño de sistemas de construcción con entramado de madera. Acción Cost E5

FERNANDO PERAZA SÁNCHEZ Y FRANCISCO ARRIAGA MARTITEGUI

El 19 de mayo de 1999 tuvo lugar el Seminario sobre diseño, fabricación y construcción de viviendas con entramado de madera, dentro de las actividades promocionadas por la Acción Cost E5, financiada por la Unión Europea, en Delft, Holanda. El seminario se organizó en cuatro bloques con los temas siguientes: Desarrollos internacionales en la fabricación de casas de madera, la situación en Holanda, la fabricación de casas de madera y los productos integrados en la construcción. Asistieron 80 personas de diversos países europeos, Canadá y Japón. Por parte de España participó AITIM y KHITARIS. Esta asistencia es una de las más numerosas en estos seminarios paralelos a la actividad de la Acción Cost E5.

A continuación se recogen los títulos de las conferencias, incluyendo el resumen de algunas de ellas. Después se resume el contenido de la reunión novena del Comité de Gestión de la Acción Cost E5 y finalmente se incluye información sobre las visitas a obras que se efectuaron en Holanda, sobre construcción con madera.



## ARQUITECTURA

### Evolución de la producción en la construcción de viviendas de entramados de madera en Norteamérica.

KARACABELY, E., COOK J., Y GASTON C., FORINTEK CANADA CORP. VANCOUVER, CANADA.

Los últimos desarrollos en la evolución del diseño y en los procesos de fabricación y construcción de las viviendas con entramados de madera se enfocan hacia la incorporación de sistemas de cubierta, forjados y paredes de prefabricados (algunos de los cuales utilizan materiales no tradicionales) que sustituyen a los sistemas convencionales de construcción de la vivienda en la misma obra. La integración de los sistemas estructurales prefabricados junto con otras nuevas tecnologías de construcción y otros factores están cambiando la forma de distribución de los materiales tradicionales y de la construcción "in situ" en Norteamérica.

### Evolución en el sistema de plataforma

El sistema de plataforma continua siendo el preferido por el cliente en vivienda unifamiliar, debido a su alta calidad, facilidad de mantenimiento y continua evolución. Los arquitectos tienen una gran confianza en este sistema y están ampliando su utilización en las nuevas viviendas residenciales multifamiliares y en la construcción de edificios no residenciales. Las claves de su éxito pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- disponibilidad y proximidad a los núcleos de población
- flexibilidad del diseño del sistema convencional de plataforma para acomodarse al estilo individualizado que se demanda en Norteamérica para la vivienda.
- facilidad para encontrar los materiales de calidad.
- facilidad y rapidez en la entrega de los materiales y sistemas en obra
- facilidad para la construcción en obra al disponer de mano de obra especializada.
- inspectores y oficiales familiarizados con el sistema constructivo.

La evolución en las prácticas constructivas se refleja en los ejemplos que se incluyen en la documentación del seminario. En 1950 las casas disponían de amplios jardines, su tamaño era relativamente pequeño, al igual que las dimensiones de sus ventanas, los tejados tenían una gran pendiente para favorecer el aislamiento y las incidencias climatológicas. El material utilizado era casi exclusiva-

mente madera aserrada que no disponía de ningún distintivo de calidad.

Entre 1960 y 1970 las casas empezaron a incorporar garajes o espacios para dos coches; en las cubiertas se empezaron a utilizar cerchas prefabricadas; el entablado que se utilizaban para cubrir el tejado se sustituyó por tableros contrachapados; toda la madera aserrada y los tableros contrachapados que se utilizaban disponían de los correspondientes distintivos de calidad; la aparición de los sistemas de cubierta prefabricados requirió un mejor conocimiento de las propiedades de la madera y de la clasificación de los tableros; durante esos años empezaron a aparecer todas las normas de producto. A partir de 1990 los sistemas de plataforma han evolucionado para satisfacer las nuevas necesidades de las familias, las que disponían de mayores ingresos exigían diseños más sofisticados mientras que las de bajos ingresos necesitaban



*Sistema de viviendas plegadas. Paneles antes de desplegar (arriba) y desplegados (a la izquierda)*

apartamentos para alquilar o comprar y las de ingresos medios compraban casas antiguas para su posterior restauración; en todos los tipos de viviendas, unifamiliares o multifamiliares, se utilizaron sistemas prefabricados de cerchas para la cubierta y de forjados para los suelos que se instalaban en la obra; los productos utilizados en los recubrimientos eran, y siguen siendo, el OSB y el tablero contrachapado. En casos especiales se ha empezado a utilizar otros materiales derivados de la madera de la nueva generación (LVL o madera microlaminada, vigas en doble T con el alma de tablero contrachapado y las alas de LVL, etc).

La creciente integración de los sistemas prefabricados en la construcción convencional ha favorecido el desarrollo de novedosos sistemas de cubierta, de muro

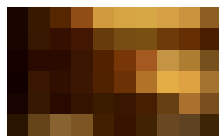
y de forjado. Los prescriptores han aumentado su confianza en los sistemas de plataforma y han ampliado su utilización para aplicaciones no tradicionales como las viviendas residenciales multifamiliares o de varios pisos o como las construcciones no residenciales.

En definitiva los sistemas de plataforma han evolucionado para poder satisfacer la demanda de las familias cuyos ingresos varían desde unas altas rentas hasta unas rentas más modestas. Actualmente se está trabajando en los códigos o reglamentos que garanticen la seguridad y la confianza en este sistema; por ejemplo los temas relativos a la seguridad contra incendios, los sistemas de ventilación, los sistemas energéticos eficientes, etc. requieren que se estudie el comportamiento de toda la estructura y entender como interaccionan entre sí todos los sistemas.

### Madera utilizada en Norteamérica para la construcción de viviendas

Norteamérica sigue siendo, gracias al sistema de plataforma, uno de los países del mundo con mayor consumo por habitante de madera con 440 m<sup>3</sup> / 1.000 personas, la media mundial se sitúa en 53 y entre los países más avanzados se encuentran Japón con 254, Finlandia con 444 y Europa Occidental con 116 (FAO Yearbook, 1996). Un porcentaje muy elevado de la madera aserrada y de los tableros derivados de la madera que se consumen en Norteamérica se destinan a la vivienda ya sea nueva o de reposición. El sector más importante corresponde a la vivienda unifamiliar, seguido de la vivienda multifamiliar y de las viviendas móviles.

La tendencia más importante para el siglo XXI relativa al uso de la madera en la construcción de viviendas es el montaje en la obra con sistemas prefabricados. De las 1,8 millones de viviendas que se construyeron en Norteamérica en 1997, se estima que un 37% se construyeron totalmente en la obra utilizando productos prefabricados; un 38% fueron elaboradas por fabricantes que utilizan el "sistema de paneles (panelized homes)"; un 19% correspondían a "casa móviles"; y un 6% fueron construidas por fabricantes de casas modulares. Así mismo, las tendencias apuntan al incremento de la superficie de las casas tanto en viviendas unifamiliares como en las multifamiliares que se verá acompañado de una "disminución" del consumo de madera, este



## ARQUITECTURA

hecho se debe al incremento del precio de la madera y de los tableros y al aumento de la volatilidad de los precios. Estos factores han provocado la sustitución de la madera aserrada por otros productos derivados de la madera y por otros materiales distintos de la madera, por ejemplo cada vez es más habitual la utilización de montantes metálicos. Es bastante probable que esta sustitución vaya aumentando debido a la escasez de materia prima (madera aserrada dimensionada) y al aumento de sus precios.

El sistema de plataforma continua creciendo en popularidad fuera de Norteamérica debido a sus buenas prestaciones en la construcción. Japón es un buen ejemplo, en 1996 se construyeron 96.000 viviendas, pero es interesante resaltar la diferencia de precios relativos que se muestran a continuación, en la que intervienen los costes de material y de mano de obra.

EEUU: total coste relativo: 100 % (57% de material y 43% de mano de obra)

Japón: total coste relativo: 239 % (29% de material y 71 % de mano de obra)

### Proceso de construcción en obra

Una vivienda unifamiliar típica de una sola altura requiere 16 semanas (4 meses) para su completa ejecución; para casas de mayores dimensiones se pueden necesitar 20 o más semanas. La fase dedicada a la estructura requiere 2 semanas y la instalación de las ventanas y de las puertas 1 semana. En los últimos 6 años se ha producido una mejora en los tiempos de ejecución gracias a los tableros de yeso, tableros derivados de la madera (contrachapados y de virutas), cerchas de madera prefabricadas con placas clavo, unidades de hueco de ventanas, cuartos de baño prefabricados, material de fontanería de plástico y la utilización de herramientas automáticas especiales para grapar, clavar, taladra, cortar, etc.

### Casas de madera. Relaciones entre el diseño, fabricación y logística

TERVOOT J., FORT BOUW B.V. (HOLANDA)

La empresa Fort Bouw B.V. fabrica casas de madera con el sistema de plataforma utilizando el máximo número posible de elementos prefabricados. Las paredes de la casa que incorporan el aislamiento, las ventanas y los cristales, y la instalación de las tuberías y de los cables para

electricidad llegan a las 7 de la mañana junto con el forjado y la cubierta. La casa, incluyendo los tabiques interiores, queda montada y protegida contra la acción del viento y del agua a las 4 de la tarde de ese mismo día. Desde ese momento, cuando se abre la puerta de entrada es posible ver todas las habitaciones que tendrá la casa y subir por las escaleras al segundo piso. Durante los siguientes días se procede a acabar las habitaciones, colocar los canalones para la recogida de la lluvia, colocar las tejas, etc, de tal forma que en 5 o 6 semanas la casa esta preparada para habitarse.

De las 60 - 80.000 casas que se construyen anualmente en Holanda, solamente un 2 o 3% se construyen en madera con el sistema de plataforma y la mayoría de ellas incorporan revestimientos exteriores de ladrillo. Los sistemas de fabricación han sufrido grandes variaciones. Actualmente el cliente exige variaciones particulares y a la vez el precio debe ser económico para poder ser competitivo. La única solución para poder resolver este problema de alta calidad y plazos cortos de ejecución es la prefabricación, que permite incrementar el valor añadido en la fábrica. Los procesos automáticos integrados en la fabricación son realmente interesantes y pueden ahorrar costes laborales, sin embargo la posibilidad de incluir o realizar variaciones particulares provoca que las máquinas sean complejas y caras, además la programación de las variaciones en procesos integrados puede crear problemas en otros elementos de la fabricación.

Para la preparación y la fabricación de elementos complejos, que se repiten en el sistema de producción, es interesante disponer de programas de procesos independientes, al igual que ocurre en la fabricación de ventanas con diseños especiales. De esta forma, parte de los elementos pueden cambiarse rápida y fácilmente, sin que se produzcan problemas en otras partes del proceso de fabricación, y fabricar en serie. Los elementos de la casa se fabrican en 4 líneas diferentes, la de las paredes, la de los forjados, la de la cubierta y la de los productos especiales. Todos los materiales que se necesitan para la fabricación se preparan y ordenan por tamaños y dimensiones en el punto inicial de cada línea. Los productos normalizados se encuentran almacenados un poco más atrás. Todas las má-

quinas que se utilizan incorporan sistemas de posicionamiento automático (APS) y programas de corte informatizados.

Otra fase importante es la colocación de los diferentes elementos en los camiones de transporte, que incorporan grúas, y que también está informatizado. Todos los elementos están identificados con números que se corresponden con los que aparecen en los planos de los instaladores. El primer elemento que coge la grúa para proceder a instalarlo y el último que se coloca en el camión se corresponde con la pared posterior, a continuación se colocan las paredes laterales contiguas y se procede a fijarlos entre ellos para que no se caigan, y así sucesivamente hasta completar esta primera fase de instalación. Al estar todo el proceso informatizado es muy importante la planificación de todos los detalles y la elaboración de unas reglas precisas de trabajo. Esta filosofía de actuación tiene una gran importancia a la hora de reducir los costes de fabricación y ofrecer a los clientes una gran variedad de soluciones.

### Casas de madera: un producto para una gestión moderna de procesos constructivos

SMOOK R.A. F. DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE DELFT

La gestión de la industria de construcción de Holanda está basada en conceptos muy antiguos y las innovaciones para reestructurarla se producen muy lentamente. Uno de los puntos clave es la existencia de demasiados actores en dicha gestión. La industria de casas de madera puede identificar nuevos conceptos que faciliten su competitividad dentro de las empresas constructoras.

### Introducción

La "moderna" industria de la construcción está basada en conceptos que se remontan a la época medieval. La "Santísima Trinidad" integrada por el propietario, el arquitecto y el promotor -constructor sigue, todavía, actuando en la línea de favorecer sus intereses personales o particulares. En muchos casos el propietario no es capaz de comunicarse con el arquitecto o de expresar sus necesidades, por lo que en muchas ocasiones no está contento con los resultados finales. Otra desventaja es la mala comunicación entre el arquitecto y el promotor - constructor. A menudo la capacidad de pro-



## ARQUITECTURA



ducción del constructor no responde adecuadamente al diseño del edificio y al mismo tiempo el arquitecto no está muy bien orientado hacia los productos o los sistemas de producción. Otro problema importante surge en las relaciones entre el constructor y sus suministradores, de tal forma que las discontinuidades que se producen en la cadena del suministro de las materias primas o productos recaen en un incremento en los costes de la construcción. Todos estos problemas se podrían solucionar si se implantará otra estructura en la construcción de los edificios.

### **Insuficiencias en la estructura del proceso de construcción de edificios**

Algunas de las insuficiencias que se mencionan a continuación ya han sido solucionadas por la industria de casas de madera o están en vías de solución, por lo que esta industria está relativamente bien posicionada.

- Los arquitectos tienen pocos conocimientos de los sistemas constructivos. El arquitecto sigue desempeñando el papel principal en el proceso de construcción de un edificio, ya que es el que decide la naturaleza del edificio, que además de los aspectos funcionales del diseño incluyen los sistemas constructivos y los materiales a utilizar. De forma general se puede decir que su actuación respecto a economizar los costes de la construcción y la materialización del edificio son muy bajos. Por este motivo el arquitecto se rodea de consultores especializados en aquellos temas en los que él carece de conocimientos. Antiguamente la situación era diferente, ya que el proceso de construcción de un edificio era menos complicado y los materiales a utilizar eran más

limitados. Pudiera parecer que el arquitecto de hoy está menos preparado que sus colegas de mediados de siglo, pero esto no es verdad, ya que actualmente no puede cubrir todos los campos. Esta es la razón de buscar o apoyarse en expertos de diferentes áreas. El problema aparece en las relaciones con los expertos y en la dificultad que tiene el arquitecto de entender o aprovechar sus consejos o sugerencias.

- Los gerentes de las empresas constructoras no dirigen las obras

Normalmente el conocimiento de las diferentes áreas lo tienen los expertos, que no tienen un conocimiento del proceso de construcción. Algunos expertos, que se llaman así mismos gerentes de construcción, proceden de otras áreas, como las de dirección general, las financieras, las de marketing, etc. Dirigen empresas independientemente del sector en el que opera la empresa y lo hacen de una forma global; en la mayoría de los casos no son responsables del diseño o de la elección del sistema constructivo o de los materiales. Estas responsabilidades siguen siendo del arquitecto que se encuentra muy alejado del proceso de construcción. La única forma de romper esta estructura está en el suministrador del producto o de los componentes.

El nuevo enfoque de la calidad (normas ISO 9000) puede facilitar la reducción de los costes de una forma real. Pero las grandes reducciones en los costes han de basarse en la total cooperación entre el proceso constructivo y el suministrador.

- La utilización de elementos prefabricados no es popular entre los arquitectos. Los arquitectos son bastante reacios a utilizar elementos prefabricados, ya que

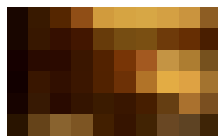
limitan su libertad en el diseño. Esta idea es difícil de combatir, aunque el suministrador del elemento prefabricado incorpore diferentes variaciones dentro del mismo. Además en muchos casos estos elementos presentan grandes limitaciones para su utilización. Los fabricantes de este tipo de elementos deberían trabajar más en todos estos temas.

- Demasiados suministradores

La cadena de suministradores de productos para la construcción está muy fragmentada. En Holanda existen alrededor de 25.000 empresas de pequeñas dimensiones que tienen una capacidad de producción flexible pero que al mismo tiempo son bastante superficiales, esto quiere decir que existen gran cantidad de suministradores y de constructoras que operan localmente. A efectos de flexibilidad las empresas de tamaño pequeño son mejores, pero son relativamente débiles en lo que se refiere a la incorporación de innovaciones.

### **La cadena de suministro en las casas de madera**

La casa de madera es el tipo de producto que puede fabricarse de otras formas, ya que existe la posibilidad de diseñar una gran cantidad de elementos y de componentes. La tecnología está muy desarrollada y los productos cumplen con las estrictas exigencias de costes, de calidad, de durabilidad, de comportamiento energético y de requisitos medioambientales. Las casas de madera se pueden considerar como un pequeño componente que se puede fabricar industrialmente en empresas especializadas con bajas inversiones. Las razones por las que todavía no tienen un mayor mercado se deben a que el posible cliente está más centrado en la



## ARQUITECTURA

casa de ladrillo, los arquitectos desconocen las posibilidades y ventajas que ofrecen las casas de madera y los suministradores, aparentemente, todavía no se han dado cuenta de la necesidad de desarrollar una gran variedad de elementos y de componentes que les permitan satisfacer la demanda. En los temas relativos a la guerra de precios se deberían tomar acciones más severas que pasan por la certificación de la calidad.

La cadena de suministro de las casas de madera debería seguir los ejemplos que ofrecen los fabricantes de coches, los distribuidores de alimentos, los distribuidores de componentes electrónicos, etc. que tienen unas cadenas de suministro muy cortas

### Una mejor comercialización de las casas de madera

La imagen de las casas de madera debería mejorarse. Los suministradores de componentes deberían mejorar el diseño de sus productos para adaptarse a los gustos del cliente, ahora sólo se está trabajando en lo que se podría denominar "un gusto común". Además los suministradores deberían ampliar su gama de productos para satisfacer esos gustos del cliente. Otro importante punto, en el que no se está incidiendo, es la ventaja medioambiental (productos naturales y respetuosos con el medio ambiente, sistemas renovables, etc.)

### Una mejora realista en la construcción de casas: La casa de madera como solución

PALMER S. Y PITTS G. DE LA EMPRESA TRADA TECHNOLOGY LTD.

Aunque se habían depositado grandes expectativas, la prefabricación de elementos ha permanecido durante las dos últimas décadas como una alternativa no operativa. Actualmente la situación ha cambiado debido a la demanda de casas, la falta de profesionales y la demanda de diferentes alternativas. Los clientes cada vez confían más en sus suministradores - colaboradores para entregar mejores productos, y reconocen el importante papel que juegan a la hora de crear cambios en el mercado que satisfagan, a la vez, las necesidades del consumidor final.

Una combinación de trabajo en equipo, de pensar en la casa como una unidad

total y las técnicas de apoyo en la producción (mediante un estudio de ingeniería) ha originado una colaboración entre clientes - constructores - suministradores de productos, como única alternativa para hacer frente a ese desafío. Su objetivo final es entregar casas de madera en las que se haya maximizado la fabricación en la factoría con el consiguiente ahorro de costes, a la vez que se haya aumentado la variedad de modelos. El artículo se centra en la tecnología de productos, los métodos de fabricación y en el proceso de entrega - construcción que permita cumplir con esas expectativas.

En la última década han aparecido dos factores claves que han incidido en el cambio de cultura en el negocio de la construcción. El primero se relaciona con la aparición de componentes tecnológicamente complejos (aire acondicionado, recubrimientos, comunicaciones, sistemas de entramado, etc.) que actualmente dominan los costes de producción y que ha provocado la necesidad de apoyarse en especialistas capaces de ensamblar los productos y los componentes fuera de la factoría. En segundo lugar, los clientes cada vez exigen a la industria mejores prestaciones, que se expresan en términos económicos. Esto ha originado que se analice y se vuelva a estudiar la forma en que la industria se coordina, integra y estructura. Tradicionalmente la metodología se basaba en la concentración de tareas con largos tiempos de fabricación, baja calidad, elevados niveles de productos almacenados y poco caso a las necesidades del cliente; y además existían barreras de comunicación que no eran fáciles de resolverse.

El sector de la construcción de viviendas ha sufrido grandes presiones para mejorar sus prestaciones que se recogen en el Informe Egar (Rethinking Construction 1998). Las conclusiones de este informe marcaban unas reducciones del 10% en los costes de capital y en el tiempo de ejecución, un 20% en el número de accidentes y de fallos; y unos incrementos del 10% en la productividad y del 20% en los beneficios, que debían cumplirse anualmente para que el sector pudiera mejorar y hacer frente a esos desafíos.

Con el objetivo de mejorar las prestaciones que aportan las casas de madera, de acuerdo con lo definido en el informe Egar, el TRADA promovió un proyecto enfocado en la ingeniería de la construc-

ción de casas de madera; cuyo principal objetivo era desarrollar un nuevo sistema que maximizara la repetición, estandarización y prefabricación, a la vez que se mantenía la flexibilidad con los clientes individuales. La definición de este sistema exigía un tratamiento global, que integrara a todos los componentes como los cimientos, paredes, suelos, cubierta, revestimientos, servicios y otros aspectos como el diseño, la fabricación, la construcción, el mantenimiento, etc. La realización del proyecto exige la colaboración de participantes de cada uno de los campos descritos (cimientos = Roger Bullivant, tableros estructurales y revestimientos = Louisiana Pacific, madera aserrada = Sodra Timber, paneles de yeso y de aislamiento = British gypsum, ventanas de madera = Velux, etc.).

La metodología del proyecto para un "rediseño sistemático" se define de forma esquemática en el siguiente protocolo:

- Eliminar: producciones extras, pérdida de tiempo, inventarios
- Simplificar: tecnología, problemas de áreas, flujos, procesos.
- Integrar: clientes, suministradores, trabajos
- Automatizar: dificultades, recogida de desperdicios y actividades peligrosas.

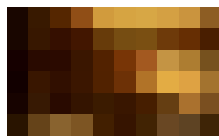
Las áreas en las que se debía mejorar fueron las que se definen a continuación, para las que se habían identificado los principales obstáculos o puntos que se deberían cambiar.

- diseño de producto
- desarrollo de clientes
- cumplimiento de los pedidos

A la hora de volver a diseñar la ingeniería de los procesos se utilizaron 4 conceptos claves: la estandarización frente a la tradición, la elección o gusto del cliente, los cambios en los reglamentos y la reducción de fallos en la instalación / construcción en obra. Las soluciones de ingeniería se han individualizado para las alternativas del diseño / la estructura, las paredes, el forjado y la cubierta. El proyecto finalizará en septiembre de 1999 con la construcción de un prototipo.

### Otras conferencias

· La construcción entramada de madera y su industrialización en Japón. Masao Ando. Chiba University. Japón.



## ARQUITECTURA

- Construcción entramada con madera en Escocia. Robert L. McFarlane, Torwood Homes, Scotland.
- Centro administrativo de salud regional en Tiel. Boudewijn Krijger y Wagter Architecten BV, Holanda.
- Construcción entramada de madera. Una evaluación crítica. Jim Schuyt, Housing Association SCW, Holanda.
- El EPS (Espuma de poliestireno expandido) y sus aplicaciones en la construcción industrializada. Geert van der Weide, Unidek Bouwelementen BV, Holanda.
- Fabricación industrializada de casas de madera con normativa de mínimo consumo energético. Christophe Sigrist, Swood and Max Renggli AG, Suiza.

### Comité de Gestión de la Acción Cost E5

El día 21 de mayo de 1999 se celebró la novena reunión del comité de gestión, en la que se tratan temas administrativos y otros de carácter más técnico que se comentan a continuación.

En la actualidad existen cerca de 20 acciones Cost en el sector forestal y de sus productos derivados. El gasto de este grupo de acciones es del orden de 1 millón de euros al año. Aproximadamente cada año pueden iniciarse 4 o 5 nuevas acciones.

En primer lugar se destaca el éxito de este seminario, en el que se ha planteado un enfoque más práctico (punto de vista de la industria) que en los anteriores casos. El grupo de trabajo sobre el fuego expone la importancia de la fachada en caso de incendio, habiéndose realizado ensayos sobre su comportamiento. En Canadá se ha observado un importante descenso de muertes en los incendios después de la introducción de rociadores automáticos.

Se planteó la creación de una página WEB en la que se informará de la actividad de la Acción y se incluirá un listado de las publicaciones relacionadas con el tema.

Se ha formado un grupo de trabajo sobre el comportamiento de los entramados de madera frente al sismo. En este grupo se reúnen expertos de Macedonia, Canadá, Eslovenia, Kosovo, Grecia, Portugal, Rumanía e Italia.

La próxima reunión tendrá lugar en Biel, Suiza, el 22 y 23 de octubre de 1999 y se hará coincidir con un seminario sobre arquitectura en madera. En abril del 2000



se celebrará una reunión del Comité de Gestión en Eslovenia.

### Construcción en madera en Holanda

#### Casas de madera plegables (Foldex Homes)

Se trata de un sistema prefabricado de viviendas de madera con un ingenioso sistema de montaje de gran rapidez. Se fabrican módulos de paneles de techo y paredes que se encuentran "abrisagrados" y se transportan plegados en camión hasta la obra. Se reducen enormemente los tiempos de montaje: se puede montar un metro cúbico de vivienda por minuto. Con una grúa y cuatro trabajadores se pueden construir 100 metros cuadrados en 5 horas.

En las fotografías se muestra una urbanización de varias viviendas adosadas dispuestas con una orientación de 15 grados respecto a la calle para conseguir una mayor intimidad en las zonas de acceso. Los módulos prefabricados se arriostan definitivamente con unos marcos metálicos rígidos colocados en las fachadas. Los muros están formados por montantes separados a 40 cm con cerramiento de tablero de partículas resistente a la humedad y con un relleno de aislamiento térmico en el interior. (Folding Engineering. Wijnhaven 140. 3011 WX Rotterdam. Tel: +31 10 4140977, Fax: +31 10 4143975).

#### Urbanización Villapark - Lingermeer

#### en Tiel

Se trata de una urbanización con una densidad de 10 a 20 viviendas por acre, con una superficie construida que varía entre 75 y 90 metros cuadrados que se comenzó a construir en 1988. El precio resultante es similar al de la construcción tradicional en ladrillo (sobre los 24 millones de pesetas, incluyendo el suelo). El cliente puede elegir entre 3 acabados diferentes para la fachada y entre unas 200 opciones para las soluciones constructivas del interior.

En Holanda el 80 o 90% de las soluciones de cimentación se realiza con pilotaje, debido a la baja calidad del suelo para admitir cargas. Normalmente, una vivienda unifamiliar tiene una cimentación de pilotes con una profundidad de 6 a 8 metros. El primer nivel de piso se suele ejecutar con un forjado elevado que incluye un espacio registrable para las instalaciones de saneamiento.

#### Edificio administrativo del Servicio de Salud en Tiel

Edificio proyectado por Boudewijn Krijger, para servir de oficinas para unos 70 empleados con salas de consulta, sala de conferencias y de espera. En origen no se había previsto la estructura de madera. Los materiales de construcción empleados son los tradicionales en la zona, como ocurre con las fachadas de ladrillo

