



# TIMBER SYSTEMS LIMITED



UNA CARACTERÍSTICA importante de la industria de la madera canadiense es su continua efervescencia en la búsqueda de nuevos productos, aplicaciones y campos de actividad.

Como queda reflejado ya en otros artículos de este mismo número, una vez consolidado el mercado de la vivienda unifamiliar (con los sistemas clásicos balloon frame, plattform, post & beam, panel beam) y en las construcciones de grandes dimensiones (glulam) quedaba por acceder a este terreno de nadie de las construcciones intermedias. Este tipo de construcciones (comercial, industrial-ligero) se encuentra totalmente en manos del acero y el hormigón con revestimientos de tipo pétreo.

Aparte de los problemas meramente técnicos (ma-

terial madera que alcance luces intermedias con ligereza y sin grandes cantos) había que promover la fabricación en serie y normalizada y producir tablas y prontuarios de utilización sencilla y conseguir la aceptación de los códigos de construcción.

Todo esto lo ha ido solucionando la industria, gracias a empresas como Timber S.L. que se mueven en esta gama de productos. Ellos y otros están dando un claro tirón a los fabricantes, investigadores y laboratorios de ensayo para abrir nuevos mercados al producto forestal.

Se trata de una estrategia global en la que están involucradas no sólo las empresas, sino también las grandes asociaciones industriales, el Canadian Wood Council y Forintek. Como ejemplo de esta participación, puede citarse el caso del presidente de la compañía T.S.L., Gary Williams, que fue coautor del Canadian Wood Design Manual publicado en 1.990 por el Canadian Wood Council.

Durante mucho tiempo la madera en la construcción estaba limitada a elementos sencillos con luces máximas del orden de 4 a 5 metros, cuyos usos típicos eran viguetas de madera maciza, pares y correas. Para luces mayores era necesario recurrir al empleo de cerchas o de madera laminada encolada. La introducción de las viguetas con sección en "I", con alma de tablero (contrachapado u OSB) y con dos alas consituídas por madera aserrada o LVL, permitió el aumento de las luces o de las capacidades de carga. Este tipo de estructura constituye una alternativa a las viguetas mixtas de madera - acero, con un alma de celosía triangulada. Con 700 mmm de canto es posible salvar luces de 10 o 12 metros y de forma económica. Este nuevo sistema estructural tiene grandes ventajas en los aspectos de deformación y de vibraciones, que son una de los inconvenientes de los forjados de madera maciza. Empresas como T.S.L. tienen en almacén una gama de este producto con diferentes cantos y en longitudes de 15 a 20 metros preparados para el suministro. De esta forma es más fácil competir con los productos tradicionales del acero. La introducción de estos productos aumentará la utilización de otros como la madera laminada o sistemas mixtos.

Timber System Limited tiene oficinas en Toronto y en Ottawa y en todos sus proyectos se incorpora en gran medida la madera como material de construcción. Comercializan madera laminada encolada a medida (piezas rectas o curvas) y además tienen en almacén piezas de madera laminada de medidas estándar en madera de Douglas Fir (Pino oregón) y Spruce/Pine y piezas de Parallam (Parallel Strand Lumber, fabricada por Trus Joist MacMillan). Timber

*Con esta gama de productos en stock, la madera puede competir con el acero en edificaciones comerciales y ampliar mercados. Su precio, mayor ligereza y maniobrabilidad, su construcción seca y su efectividad en los valores de desarrollo, sostenido son sus ventajas para una feliz implantación.*

S.L. con este planteamiento puede dar un rápido servicio de entrega del material, pero además tiene un departamento de ingeniería propio para el diseño y cálculo del proyecto llegando hasta el desarrollo y diseño específico de uniones.

Tuvimos la oportunidad de visitar un centro comercial de gran superficie situado al norte de Toronto que reúne una gran diversidad de sistemas constructivos en madera. Se encuentra situado en una zona de asentamiento de chinos, inmigrantes de Hong Kong que llegaron a Canadá previendo el incierto futuro en su ciudad a partir de 1.997.

La construcción comentada es el edificio Cullen Barns. Está diseñado siguiendo la arquitectura de los clásicos graneros de Ontario, aunque en realidad contiene 100 metros cúbicos de madera recuperada de graneros desmontados en granjas de la comunidad. Además se emplearon 300 metros cúbicos de madera maciza y nueva de Douglas Fir que fue trabajada en la propia obra. También se utilizaron algunas piezas de madera laminada encolada en las luces mayores y donde la posibilidad de acumulación de nieve requiere sobrecargas de cálculo mayores. La madera recuperada fue previamente clasificada y empleada en aquellos elementos estructurales que se encontraban más visibles. De esta forma se intenta crear la sensación de un edificio antiguo cuando en realidad la mayoría de los materiales son nuevos. Los tres graneros, de dos y tres plantas suman una superficie de ventas de 6.000 metros cuadrados. La construcción se empezó en Noviembre de 1.983 y continuó durante el invierno hasta su apertura en Agosto de 1.984. El edificio ha llegado constituirse en una marca de identidad para el propietario y es un hito de la construcción en madera maciza que demuestra la longevidad de la madera cuando es utilizada bajo las condiciones adecuadas.

Existe una variante del Parallam que añade un

nuevo producto a la gama antes comentada y que emplea madera de chopo en lugar de Douglas Fir y Sothern Yellow Pine. Este producto de grado resistente inferior ha sido específicamente desarrollado para carpintería de puertas y ventanas. Se denomina PSL 300 o Timber Strand y ofrece grandes posibilidades como material estructural pero también es de gran utilidad en aplicaciones de carácter arquitectónico bien sea como producto acabado o no.

Otro proyecto interesante que se muestra en las fotografías es el Club de Golf Cardinal que fue construido en 1.990 al norte de Toronto. Esta construcción está formada por vigas curvas de madera laminada encolada de Spruce/Pine que soporta una estructura secundaria de viguetas en "I" con entrevigado de tablero contrachapado. Las atrevidas torres de hormigón sirven de apoyo a las vigas curvas y crean un espacio muy atrayente en forma de tienda de campaña imitando en cierto grado las colinas del lugar.

Además de estas obras singulares, Timber System Limited construye edificaciones comerciales de pequeña y mediana superficie. Al mismo tiempo ha encontrado un campo interesante en la construcción de pequeñas iglesias o capillas. Durante estos años de recesión, la empresa ha optado por abrir mercados. Ha desarrollado una serie de urbanizaciones y edificaciones en varias islas del Caribe. La resistencia de las construcciones ha sido probada recientemente con motivo de huracanes con velocidad del viento superior a los 220 km/h, que fueron soportadas con total seguridad.

Dentro de Canadá, los últimos 18 meses de dificultades económicas han permitido dedicar más tiempo a la promoción del empleo de la madera entre los profesionales de la construcción, anticipándose a la vuelta de mayores niveles de actividad. Timber S. L. es la típica compañía canadiense con personal de

*Además del empleo de la madera laminada, destaca la profusión del parallam en funciones estructurales. La compañía ha apostado por el uso de este material, dejándolo visto. La mecanización de las uniones es enormemente sencilla.*

muy variadas nacionalidades. El presidente de la Compañía, Gary Williams es originario de Australia y el Inventory Product Manager, Carlos Orrego es originario de Argentina. Las explicaciones técnicas y las opiniones de Carlos Orrego sobre el mercado y la forma de vida canadiense, desde un punto de vista más latino resultaron muy provechosas para el desarrollo de este número de la revista.

Timber System Limited tiene una imagen propia dentro del mercado de la construcción, a pesar de que los productos que comercializan son similares a los de los otros suministradores. Sus recursos humanos, con la experiencia y nivel técnico alcanzado en la práctica profesional, consiguen integrar la amplia gama de productos estructurales de la madera dentro del proyecto con la máxima adecuación. Gran parte de su tiempo lo dedican a asistir al proyectista, arquitecto o ingeniero para que comprendan el potencial de los productos de madera.

Su tipo de construcción es muy competitiva con el acero y el hormigón en un número cada vez mayor de aplicaciones. Los planos y la documentación técnica son muy completos, y de esta forma es muy frecuente que en la obra no se precise la presencia de un técnico de la empresa.

Una de las características principales de la empresa es que ofrecen de forma conjunta el suministro del material y la asistencia técnica del producto, que incluye el diseño y el cálculo. Uno de los elementos más importantes y decisivos en el montaje de la obra es el formado por los medios de unión (herrajes y conectores metálicos).

Timber System Limited es el distribuidor en exclusiva de los Glulam Rivet para el principal fabricante de este producto. Se trata de clavos especiales de sección rectangular para uniones en madera laminada encolada y que ha llegado a ser el medio de unión más empleado en la industria de la madera laminada en Canadá.

En la actualidad, Timber System está en vías de conseguir la distribución del Rivet en los Estados Unidos y otros mercados de exportación.

El Glulam Rivet es una alternativa al pretaladrado que se precisa efectuar en las piezas de madera para la inserción de pernos, conectores de placas y de anillo habituales en la industria de la madera. Se trata de clavos manufacturados en caliente que tienen una sección transversal rectangular y que se introducen en agujeros pretaladrados de 6,4 mm en placas laterales de acero con espesores de al menos 5 mm. Estos clavos se disponen en grupos generalmente sobre una retícula de 25 x 25 mm, y sus valores de cálculo se especifican en la norma CSA/CAN-086.1-M89, Engineering Design in Wood.

El Glulam Rivet permite una capacidad de transmisión de carga equivalente a la máxima capacidad de cualquier conector para el mismo área del herraje. El aspecto del conjunto es limpio y a menudo de dimensiones significativamente menores a las de otros grupos de conectores debido a las menos restrictivas especificaciones de separaciones entre clavos y distancias al borde de la pieza. La flexibilidad de este medio de unión se ha aprovechado en numerosas ocasiones por parte de Timber Systems Limited cuando se precisaba realizar el montaje y el ajuste de las piezas en obra. Se consigue de este modo un menor costo al eliminar la necesidad de pernos y otros conectores.

Los Glulam Rivet se introducen fácilmente con un martillo normal, aunque puede ganarse tiempo en el caso de grupos numerosos mediante una clavadora neumática.

*En épocas normales el invierno ralentiza también la construcción y produce serios problemas constructivos en las grandes piezas con las que trabajan. Frecuentemente han de trabajar con vigas congeladas de secciones importantes que tienen la fragilidad del cristal y pueden resquebrajarse al recibir golpes durante el montaje.*

*NORMERICA  
BUILDING  
SYSTEM INC.  
UPPER  
CANADA  
POST & BEAM  
CASAS  
DE CAMPO*

153



LOS MÉTODOS de entramado de madera se remontan al 2000 A.C. En Europa hay construcciones de viga y pilar que se han mantenido desde la Edad Media; a la vez en Norteamérica muchas de las estructuras que permanecen desde los siglos XVIII y XIX se construyeron con el sistema viga-pilar. Con la llegada de los aserrados mecanizados, los constructores del s.XIX empezaron a trabajar con madera aserrada más ligera y manejable que la que se usa en la mayoría de las casas de hoy. La construcción a base de montantes (studs) o entramado de madera (ballon framing) usando 2'x 4' demostró ser un adecuado sistema constructivo, rápido y simple para una población creciente y móvil. La técnica de construcción de viga-pilar (el meticuloso ensamble de la madera) llegó a su cenit pero desapareció a la vuelta del siglo.

Con los métodos de construcción "modernos" mucho del tradicional sentido de la palabra "hogar" se ha perdido. La mayoría de las casas de hoy en Canadá se construyen para ser un refugio temporal y ser revendido, en lugar de ser construidas con el concepto antiguo; como un hogar para las generaciones futuras. El deseo de muchos de volver a un método de construcción de calidad es el que ha llevado a la reciente vuelta al entramado de madera. En Upper Canada Post & Beam están dedicados a la oferta de

esta alternativa, combinándola con los avances tecnológicos actuales. Hoy el diseño de características comunes incorporadas en la fabricación de todas sus casas se combina con el uso selectivo de maquinaria moderna. Esto significa que las arduas labores de corte y quitanudos que antes se hacían a mano pueden ser realizadas en mucho menos tiempo. Adicionalmente el sistema post & beam permite el uso del moderno aislamiento rígido para formar un envoltorio ininterrumpido alrededor de la casa con idéntica resistencia y apariencia de las que se construyeron en los días del martillo y formón, aunque con mayor capacidad de aislamiento que muchas de la "construcciones de palo" (como se las llama vulgarmente).

Quizás el arte del entramado de madera ha perdido algo de su atractivo romántico, pero en Upper Canada Post & Beam los resultados son igual de agradables y mucho más disponibles. U.C.P.B. ofrece la oportunidad de construir esta casa tan especial.

## **SOPORTE CORPORATIVO**

Normerica Building System se creó en 1979. Es una compañía agresiva, exitosa y bien dirigida, considerada entre las primeras en la industria de madera elaborada y construcción panelizada en todo Norteamérica. Pueden encontrarse edificios suyos en Estados Unidos, Canadá y Japón. Es el segundo mayor fabricante de estructuras de este tipo y el único que fabrica el sistema especial de panel para muro y cubierta. Su fábrica es capaz de proveer el producto muy rápidamente una vez recibido el pedido. Sus oficinas administrativas y fábrica en Markham, están muy cerca del aeropuerto internacional de Toronto.

### **Propiedad**

Los propietarios de Normerica son David McFarlane y Brian Love. La empresa Norbord Industries Inc. tiene una participación del 25%, Norbord Industries es una empresa filial de Noranda Forest, la compañía con más recursos forestales de Canadá. Noranda es una compañía con un activo de 6,038 miles de millones de \$ y unas ventas anuales de aproximadamente 4,118 miles de millones de \$ (cifras de 1991).

Normerica es una compañía bien financiada y con capacidad de suministrar en plazos muy cortos toda clase de edificios residenciales y comerciales en un paquete de necesidades que incluye desde el proyecto e ingeniería hasta el desarrollo de nuevos productos y la coordinación de la construcción.

### **Servicios de Normerica**

Normerica puede realizar el cálculo y el diseño, y suministrar los elementos para las viviendas o los edificios comerciales. También puede colaborar con los arquitectos designados por el cliente y materializar el proyecto en los sistemas de construcción Post & Beam y Panelbeam. Normerica fabrica para su uso exclusivo elementos estructurales claves como son los paneles de muros, las cubiertas y las vigas. Asimismo empaquetan todos estos componentes junto con los otros materiales esenciales: ventanas, claraboyas, acabados exteriores, soleras, herrajes, espumas e impermeabilizantes; para formar un sistema constructivo de calidad comprobada. Además tienen experiencia en empaquetar sistemas completos en contenedores con destinos de ultramar.

### **Posibilidades de sistemas constructivos**

Recientemente han lanzado una nueva línea de casas prefabricadas de más distinción, que son energéticamente eficientes y respetuosas con el medio ambiente, donde la madera se siente en el interior. El coste de estas casas es, aproximadamente, un 80-85% del de las viviendas normales y no dan la sensación de madera maciza de las Post & Beams. Este nuevo sistema constructivo es conocido como Panelbeam Country Homes. Ambos sistemas (Post & Beam y Panelbeam) utilizan su propio sistema de panel, ya que consideran que es el más completo, el mejor fabricado y el de mejor ensamblaje de todos los que existen en el mercado. Los dos sistemas constructivos permiten elegir diferentes estilos para el interior con la misma eficiencia energética y el mismo nivel de calidad. Aunque por la misma naturaleza de la construcción de entramado de madera se pueden adaptar fácilmente, variaciones en esos diseños, según los gustos particulares. En efecto, muchas de las casas preparadas con diseños tipo se han cambiado para reflejar las necesidades de los propietarios.

La versatilidad del sistema viga-pilar se extiende

más allá de las formas constructivas y apariencias exterior e interior de la casa.

Con el entramado de madera totalmente expuesto al interior, los espacios pueden definirse tanto por la colocación de los elementos estructurales de madera para un diseño abierto como por la colocación de particiones no estructurales para una planta más tradicional. El resultado de esas numerosas opciones es un método constructivo que es a la vez flexible en términos de diseño y versátil en términos de qué material se usa como acabado del edificio.

## ELECCIÓN DE MATERIALES

Los entramados de madera de U.C.P.B. se diseñan y cortan en pino blanco canadiense, especialmente pino blanco, Douglas fir y Cedro, que compran en Quebec, Ontario y EEUU. Prefieren este material por una serie de razones:

- es fácilmente trabajable en el corte y en el proceso de ensamble en fábrica.

- tiene una resistencia superior en relación a su peso, comparado con otras muchas maderas, por lo que no se requiere el uso de grúa durante el ensamble de la estructura. Esta madera tiene también menor tendencia a revirarse y contraerse.

- Finalmente la natural belleza del pino blanco, tanto si se envejece artificialmente para que aparezcan fendas, como si deja en su estado natural tiene la apariencia cálida y madura de las maderas antiguas y ofrece un agradable aspecto. Adicionalmente hay muchas otras combinaciones de materiales dentro del paquete U.C.P.B. Algunos de éstos son las puertas de entrada y las ventanas, que se escogen en su mejor calidad y apariencia. Otros materiales como el aislamiento de los muros y cubiertas panelizados han sido desarrollados para combinar la apariencia con un fácil ensamble.

Como avances tecnológicos tienen un compromiso permanente con las labores de investigación y

*Quizás el arte del entramado de madera ha perdido algo de su atractivo romántico, pero en Upper Canada Post & Beam los resultados son igual de agradables y mucho más disponibles. U.C.P.B. ofrece la oportunidad de construir esta casa tan especial.*



desarrollo para añadir métodos de mejorar sus estructuras de madera.

## VISITA A LA FABRICA.

Upper Canada fabrica la mayor parte de los elementos que emplean en sus construcciones exceptuando materiales prefabricados como los tableros contrachapados, OSB, los montantes de madera aserrada y en algunos casos cerchas y vigas en I.

La mayor dedicación actual es el montaje de paneles para muro que es una combinación del post & beam y panel estructural. Esta fabricación se inició en 1985, aunque desde 1979 se fabricaba exclusivamente post & beam. En esta última modalidad es la segunda fábrica de Norteamérica en cuanto a producción. Existe otro sistema parecido, el Nascor.

Realizan también otro tipo de paneles: los open pannel. Constan básicamente de un armazón de panel abierto donde debe ser instalado el aislamiento posteriormente.

Su panel más popular es el Panel Beam System que es estructural (aunque también pueden hacerlo no-portante).

El P.B.S. es un panel mixto energéticamente eficiente con aislamiento de poliestireno. El panel ha sido desarrollado en el Departamento de Ingeniería de la Compañía para una aplicación sencilla en la construcción y con una gran flexibilidad adaptable al sistema arquitectónico actual: es una combinación del post & beam y panel estructural.

Inicialmente estos paneles se desarrollaron para incluirlos en su sistema de viga/pilar de forma no estructural pero pronto cambiaron a este tipo autoportante e independiente.

El actual proceso de fabricación comienza con el proyecto y sus planos correspondientes, que se realizan en ordenador con programa de CAD. A continuación se desarrollan los paneles de acuerdo al diseño.

Cada panel va numerado en planta y alzado indicando las direcciones de forjado y el tipo de ensamble. Se indican también la posición de los huecos (puertas y ventanas).

Esta información se traslada al poliestireno donde se hacen los cajeados correspondientes. Este material es el que arma el conjunto.

Los montantes utilizados en el panel, vienen cla-

sificados y secados en cámara (Kiln dry material). Tienen dimensiones de 2x4 pulgadas, aunque en la apertura de huecos usan el de 2x6 pulgadas de forma que resalta sobre el conjunto (el aislante tiene 5 1/2 pulgadas) para facilitar el sellado con el recubrimiento exterior.

### El sistema post & beam:

Es el segundo tipo de elementos que fabrican y fue el que dio origen a la fábrica.

Son elementos de madera maciza de coníferas de gran sección. Se secan al aire durante más de un año porque no es posible su secado en cámara debido a las dimensiones.

Estos elementos reciben un tratamiento similar al anterior. Desde los planos de proyecto se numeran las piezas con los símbolos del corte que requiera, se cortan en longitud y pasan a la realización del ensamble de cabeza.

Según el tamaño del camión o contenedor se preensamblan en fábrica o se mandan en piezas.

Hay elementos típicos de sus casas que se montan en fábrica (p. ej. el valley system), pero son pocos.

Una casa se mecaniza muy rápidamente. Basta un día o día y medio para cortar todas las piezas de un casa. Un tiempo similar se invierte en el caso de los paneles.

Las herramientas utilizadas son todas portátiles y se desplazan a la pieza. Se consigue así un gran ahorro de tiempo.

Todo el proceso es chequeado en sus distintas fases hasta su aprobación final. Por último se limpia y se trata la madera con un producto biodegradable.

Junto a la maquinaria y a los productos usuales de la fábrica se observa la presencia de materiales variados prefabricados.

### Forjados

Algunos diseños no llevan el sistema de cubiertas post & beam y utilizan cerchas convencionales. Utilizan vigas en I en forjados especiales aunque también acuden a viguetas de madera maciza de 2 x 10 pulgadas. Asimismo emplean tableros OSB y contrachapado en suelos y techos. Las viguetas de forjado cumplen la doble función de atado y provisión de un espacio de circulación de aire que favorece el aislamiento térmico. En algunos casos emplean también vigas de madera laminada de pequeña sección procedentes de Noranda. Las viguetas en I van separadas 61 cm y se apoyan de forma sobreelevada para permitir alojar un entablado decorativo en la parte inferior.

Un zuncho perimetral sirve de apoyo a las vigas de los muros mediante una pieza metálica que apoya sobre un cargadero. Este recorre toda la estructura y permite hacer huecos en cualquier parte del muro.

Los acabados exteriores suelen ser de tablazón de madera aunque en Ontario se imponen las fachadas de ladrillo por lo que se suelen recubrir con este material.

La única madera maciza que queda vista en el Panel Beam System es la de la estructura de cubierta y puntualmente en pilares de porche.

La factoría tiene una gran preocupación en los temas medioambientales y reciclaje de residuos como ocurre en todo Canadá.

Todo el material sobrante se recicla enviándolo al proveedor. Aproximadamente producen un 1,5% de desechos que antes se tiraba a la basura y ahora se vende al fabricante. En volumen suele ser un conte-



nedor al mes incluyendo madera y poliestireno, de esta forma no sólo son respetuosos con el medio ambiente, sino que se ahorran unos cuantos miles de dólares al año.

A modo de curiosidad su horario de trabajo es relativamente peculiar: de 6 a.m. a 4,30 p.m. de lunes a jueves con un largo fin de semana. Trabajan unas 25 personas en fábrica y 12/13 en las oficinas

Algunas de las viviendas que fabrica Upper Canadá, tienen el registro R-2000 para Ontario. Esto supone unas exigencias especiales y controles que se describen en otro artículo en esta misma revista.

### Proyectos comerciales

Los modelos del sistema de Normérica son extremadamente competitivos en costes y ofrecen un sistema de prefabricado de gran calidad. Han tenido excelentes resultados en edificios comerciales singulares en los últimos trece años, a pesar de posibles problemas de diseño, punto crucial por el cuál un proyecto llega o no a construirse. Su éxito se debe a que son capaces de proyectar sus propias estructuras y que junto a su experiencia en fabricación, dan como resultado una variedad de componentes prefabricados de madera así como una facilidad de construcción y un sistema de armado totalmente controlable.

Una de las muchas ventajas de su asociación con Norbord Industries Inc., es la posibilidad de recibir productos de madera tecnológicamente avanzados, no disponibles en el mercado normal, con precios muy bajos, que combinados con otros componentes de su propio sistema les permite crear estructuras de madera para usos comerciales singulares. En definitiva tienen acceso a materiales muy desarrollados de difícil adquisición con descuentos importantes. Otra ventaja de esta asociación con Norbord ha sido la disponibilidad de información de carácter científico sobre una variedad de productos todavía en fase de desarrollo.

## COSTES

El coste de construcción de casa unifamiliares de Post & Beam por unidad varía entre 800 y 1100 \$/m<sup>2</sup>. El del sistema Panelbeam varía entre 700 y 950 \$/m<sup>2</sup> también sobre la base de una unidad. El coste para proyectos comerciales al igual que lonjas y restaurantes puede variar, dependiendo del uso, pero está en torno a los 950-1350 \$/m<sup>2</sup>.

El tiempo de montaje in situ para el modelo residencial completo es de 15 a 20 días y normalmente requiere sólo 2 carpinteros, 3 ayudantes y no requiere herramientas especiales o grúa. Un técnico con experiencia está siempre en la obra en los primeros días de montaje de cada edificio. El transporte y acomodo del técnico de Normérica son por cuenta de la propiedad así como el transporte del modelo.

El sistema computerizado de costes y diseño permite suministrar los presupuestos de trabajo y construcción antes del desarrollo de los planos arquitectónicos.

A menudo se emplea una gran cantidad de tiempo hablando con los arquitectos sobre los proyectos de edificios comerciales, para introducir sus diseños en el coste del modelo, y poder hacer así la estimación del presupuesto más conveniente para completar el proyecto.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El tiempo de entrega varía de 4 a 8 semanas. Sin embargo por exceso de pedidos, el período hasta la primera entrega es a veces de 3 ó 4 meses e incluso más.

U.C.P.B. se encarga de todos los trámites necesarios para transportar los materiales hasta el solar. El coste del transporte es adicional al precio del edificio.

## CONSTRUCCIÓN

Cualquier constructor capacitado puede construir

*Ambos sistemas (Post & Beam y Panelbeam) utilizan su propio sistema de panel, ya que consideran que es el más completo, el mejor fabricado y el de mejor ensamblaje de todos los que existen en el mercado.*

una casa de U.C.P.B. La piezas de la madera precortada, los paneles de muros y cubiertas y otros materiales variados de mayor tamaño llegan solar preparados para un rápido montaje. Se incluye en el paquete la asistencia de un representante técnico de U.C.P.B. que ayudará al constructor en los estadios iniciales de la construcción. Alternativamente, si el propietario vive en la zona servida por U.C.P.B. o por sus representantes autorizados, el propio personal de U.C.P.B. o sus representantes pueden realizar el montaje. (Tienen un equipo de 11 personas para esta clase de trabajos).

## CIMENTACIÓN

No se requieren cimientos especiales. Muchas casas U.C.P.B. están construidas sobre una zanja de hormigón o muro de piedra. Sin embargo si no se necesita sótano se puede dejar una cámara de aire ó se puede usar también pilares o zapatas de hormigón.

### Tiempo de montaje

Dependiendo del tamaño de la casa y las condiciones del solar, el montaje del modelo puede durar de una a cinco semanas. El entramado de madera en sí mismo puede ser montado entre 1 y 4 días.

### Flexibilidad

La flexibilidad de las casas Post & Beam incluye:

- a) varios estilos de acabados de madera, que pueden incluir ladrillo exterior.
- b) alterar la configuración de la ventana estandar.
- c) abrir la sala de estar al techo inclinado (cathedral ceiling) o crear una buhardilla o habitación especial.
- d) añadir suelo ó falsos techos de pino
- e) alterar las dimensiones totales de un edificio en incrementos de dos pies.

### Ampliación posterior de espacios habitables

Pueden adaptarse diseños posteriores a todas las casas. La construcción del entramado de madera permite mover cualquier muro exterior entre pilares fácilmente, abriendo espacios para puertas exteriores o para adiciones completas. Cada casa es empaquetada en un compacto de pequeñas dimensiones en el cual se incluyen puertas, ventanas y los herrajes correspondientes.

### Mercado

Sus mercados están en Quebec y Ontario donde venden entre el 55 y 60% de su producción. Hace tres o cuatro años empezaron a abrir mercados en EEUU y Japón, lo que les permitió afrontar con éxito la recesión de los últimos años, Normérica está interesada en el mercado europeo y el español en particular.

Su capacidad de producción está sobre 85/100 casas y 5 centros comerciales al año.

*El tiempo de montaje in situ para el modelo residencial completo es de 15 a 20 días y normalmente requiere sólo 2 carpinteros, 3 ayudantes y no requiere herramientas especiales o grúa.*

# LA VIVIENDA TRADICIONAL CANADIENSE EN MADERA MACIZA

# TRUE NORTH LOG HOMES

159



A VIVIENDA TRADICIONAL en madera maciza ha sufrido una transformación radical, desde las cabañas de siglos pasados hasta la vivienda actual que desarrolla la firma "True North Log Homes", líderes en este sector industrial.

True North ha desarrollado a través de años de experiencia un sistema en madera maciza sofisticado. Un ejemplo de esta investigación meticulosa son sus patentes sobre sistemas para mejorar el aislamiento (Keylock Air Seal Corner y Spring Lock Air Seal Corner).

*De esta forma se evitan los asentamientos posteriores que invariablemente sufren este tipo de viviendas. Estos dispositivos de varilla roscada se colocan en los encuentros entre muros, a ambos lados de las puertas de acceso*

La fábrica se encuentra ubicada en las proximidades de Bracebridge a unos 200 Km de Toronto, en una zona de expansión y recreo de los habitantes de esta ciudad y donde precisamente este tipo de vivienda tiene mayor aceptación.

En la fábrica trabajan seis personas, y la capacidad de producción es de una vivienda diaria.

Toda la línea de fabricación, incluyendo la maquinaria de corte de las piezas de esquina y el machihembrado de los bloques de madera ha sido desarrollado por el Sr. Ronald A. Wrightman propietario de la firma.

El Sr. Wrightman según nos manifestó personalmente ha contactado con potenciales fabricantes en España para estudiar la posibilidad de montar una fábrica con el sistema, si bien su interés se centra únicamente en ofrecer la tecnología y no en la comercialización del producto.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El elemento constructivo principal es un bloque de madera machihembrado de sección rectangular en madera de Hemlock o Western Red Cedar ( con espesores de 6 a 8 pulgadas ). Respecto a las maderas utilizadas , dadas las escuadrías tan notables con las que se elaboran los bloques , cada vez escasea más la madera, no se descarta la posibilidad de que en un futuro próximo las maderas rusas (que todavía conservan grandes cantidades de estas escuadrías) puedan ser una fuente de suministro, especialmente en el caso de una hipotética instalación de una fábrica en Europa.

Otra posible solución a la escasez de madera es la fabricación partiendo de elementos de madera laminada. En este caso la mecanización y todo el proceso productivo son exáctamente iguales. Con este sistema el aspecto final de los muros es mucho más homogéneo, ya que en la madera laminada apenas se producen fendas por lo que las viviendas pierden en cierto modo la apariencia rústica. Por esta razón son rechazados por el público que sigue prefiriendo el sistema tradicional en madera maciza.

Los bloques se fabrican en gruesos de seis a ocho pulgadas y una longitud de dos pies (61 cm aprox.)

La unión de empalme de los bloques se lleva a cabo mediante un sistema de espigas, también de madera, que se encastran en una perforación previamente practicada en el extremo del bloque. Las espigas son presionadas hacia el exterior mediante la introducción de dos clavos que terminan de dar cuerpo a toda la unión.

El conjunto de la perforación , espiga y clavos es sellado finalmente con tapones de espuma.

Los bloques llevan también otras perforaciones destinadas a alojar unas varillas roscadas que tensan todo el muro desde la cabeza hasta la cimentación en la que van ancladas.

Esta es una de las particularidades del sistema True North que ha sido patentada por la firma. De esta forma se evitan los asentamientos posteriores que invariablemente sufren este tipo de viviendas. Estos dispositivos de varilla roscada se colocan en los encuentros entre muros, a ambos lados de las puertas de acceso a la vivienda, y en general cada 10 pies (aprox. tres metros) en aquellos muros de suficiente longitud.

Otra particularidad del sistema True North es el sellado entre bloques . En cada uno de los lados del machihembrado se extiende una tira de silicona, en la acanaladura central lleva una tira de espuma sellante y a cada extremo del bloque y transversalmente otras dos pequeñas tiras de espuma.

Otro detalle constructivo a comentar son los encuentros de esquina entre muros. Hay dos sistemas: el americano-canadiense y el europeo.

En el sistema americano el bloque lleva en su extremo un doble cajeadado , y los bloques se acoplan unos en otros de forma que queda un pequeño vuelo de unos 20 cm, tan característico por otra parte del sistema tradicional canadiense . Además cada bloque lleva una pequeña perforación para alojar un muelle que contribuye a dar cohesión a la unión .

En el sistema europeo los bloques llevan un remate al final que recuerda la unión en cola de milano y van simplemente apoyados unos en otros. La cohesión se consigue mediante un sistema de espigas de madera muy similar al utilizado en la unión longitudinal de los bloques.

*En el sistema europeo los bloques llevan un remate al final que recuerda la unión en cola de milano y van simplemente apoyados unos en otros.*

En cuanto a las divisiones interiores suelen ser en cartón yeso aunque si el cliente lo desea se puede emplear un forro de madera imitando el bloque.

Los forjados (cuando los hay, porque las viviendas suelen ser edificaciones de una sola planta) son a base de vigas o viguetas en "I" sobre las que se apoya un entablado de madera maciza o tabloncillos machihembrados.

La estructura de la cubierta está formada por cerchas ligeras también de madera.

El paso de instalaciones se realiza a través de los muros exteriores mediante perforaciones que se practican en el bloque durante su elaboración.

Las ventajas que el fabricante cita con respecto al resto de los sistemas actualmente utilizados son un mayor ahorro energético (fundamentalmente debido al sistema de sellado entre bloques), mayor rapidez de montaje, mayores luces, y mantenimiento externo nulo al impregnarse los bloques en fábrica durante su elaboración con productos protectores de la madera.

Actualmente se fabrican dos series (Black Creek y Regency) cada una con aproximadamente veinte modelos que cubren una gama dimensional desde 70 m<sup>2</sup> hasta 350 m<sup>2</sup>. También se fabrican diversos modelos de garajes, cobertizos etc.

El precio de una vivienda media de 150 m<sup>2</sup> en bloques de seis pulgadas de ancho oscila entre los 8 y 10 millones de pesetas, según los modelos. Este precio incluye la instalación pero no la cimentación, ni los terrenos.

## RIVERBEND LOG HOMES

Este fabricante representa otro ejemplo de los sistemas constructivos de viviendas que utilizan muros de madera maciza machihembrada, y con interés en introducirse en el mercado español.

Se trata de un producto completamente prefabricado que construye las paredes con piezas de madera de White cedar con una sección de 14 x 14 cm. Esta especie es la más utilizada en Norteamérica para la construcción con madera maciza.

El acoplamiento de las piezas se realiza con un doble machihembrado y el encuentro en las esquinas con un elevado grado de ajuste; lo cual sumado a las características del White cedar asegura un sistema eficaz en relación al aislamiento térmico y acústico.

La fabricación se encuentra asistida por ordenador y el transporte se realiza en contenedores. Cada unidad está completa incluyendo los muros de madera maciza, ventanas, puertas, estructura de la cubierta y acabados interiores.

El fabricante, además del estilo "Canadiense" de vivienda unifamiliar puede a través de su departamento de diseño adaptarse a cualquier estilo diferente.

La situación de la fábrica en la provincia de New Brunswick en la Costa Este de Canadá facilita el embarque directo a España.

*Las ventajas que el fabricante cita con respecto al resto de los sistemas actualmente utilizados son un mayor ahorro energético (fundamentalmente debido al sistema de sellado entre bloques), mayor rapidez de montaje, mayores luces, y mantenimiento externo nulo al impregnarse los bloques en fábrica durante su elaboración con productos protectores de la madera.*







# VICEROY

*fabricación  
en serie  
de viviendas*

164



#### **VICEROY, CONSTITUCIÓN EN SOCIEDAD ANÓNIMA.**

VICEROY HOMES LIMITED (**Viceroy**) se constituyó en sociedad anónima en 1955, comenzó sus operaciones de fabricación en 1961 y continuó como la Business Corporations Act 1982 (Ontario) desde el 31 de Marzo de 1982, como resultado de la fusión entre Viceroy Construction Company Limited y Cambro Homes, Inc.

El 31 de Marzo de 1990, Viceroy se fusionó con dos de sus subsidiarias, Superwindow Inc. y Cambridge Forest Products Canada Inc. para establecer la compañía en su forma actual. Viceroy mantiene una filial en EEUU que le pertenece por completo, la Viceroy Homes Inc., la cual se constituyó en 1965 como Michigan Corporations Act. Esta subsidiaria comercializa los productos de Viceroy en Estados Unidos.

En otoño de 1986, Viceroy se hizo pública (en el sentido canadiense, es decir, cotiza en bolsa y debe hacer públicos sus resultados económicos)

El uno de Mayo de 1992, Viceroy lanzó sus productos en la costa del Pacífico al establecer una empresa de casas prefabricadas (arrendada) en Abbotsford, B.C. y sucursales de ventas en Kelowna B.C. y Seattle, Washington.

El cometido principal de Viceroy Homes Limited es el diseño, la fabricación y la distribución de casas de gran calidad a propietarios individuales del terreno. Gracias a una integración retrospectiva selectiva, Viceroy ha sido capaz de controlar la calidad y los costes de los productos fabricados; sumado a la gran variedad de diseños innovadores, Viceroy es un producto diferenciador en una industria fragmentada.

## VICEROY OFRECE AL CLIENTE DOS POSIBILIDADES DE CASAS:

1) Casas modulares prefabricadas que se arman in situ. Se puede optar por un modelo ya diseñado o realizarse de acuerdo a los gustos del cliente. El módulo comprende la estructura, el tejado, los acabados y la carpintería (puertas y ventanas); el cliente completa el interior a su gusto.

2) Casas modulares terminadas y fabricadas en amplias secciones que contienen componentes como tuberías e instalación eléctrica, muro seco, muebles de cocina y suelos (moqueta, baldosas, etc.). Las casas están completadas al 85% al abandonar la fábrica, y sólo necesitan cimentación, garaje y trabajos menores que se hacen in situ. Las secciones de la casa se transportan en trailers especialmente diseñados y se colocan sobre los cimientos mediante grúas.

En ambos casos, Viceroy dispone de departamentos que proporcionan los servicios de diseño arquitectónico y de cálculo y la fabricación de muchos subcomponentes.

Viceroy tiene una amplia red de concesionarios independientes en Canadá y el Noreste de los Estados Unidos. También mantiene ocho sucursales o locales propios de exposición de casas en Ontario, Quebec, Alberta y British Columbia. Se ha dado el

prefabricadas (- 43 %) (17.721.000 dólares en el año fiscal 1992 contra 31.055.000 dólares en 1991) y de las casas terminadas (- 40%) (4.814.000 dólares en el año fiscal 1992 contra 8.092.000 dólares en 1991). El precio medio de venta de las casas prefabricadas apenas ha cambiado por lo que la caída en este sector se debe a la venta de menos unidades. El nivel de las ventas de las casas terminadas descendió parcialmente ya que los clientes eligieron casas más pequeñas.

En 1992, Viceroy construyó un porcentaje ligeramente mayor de casas modulares (1.056.000 dólares en 1992 y 1.686.000 en 1991). Puesto que persiste la recesión, especialmente en las zonas donde la Compañía tiene una posición fuerte en el mercado, la dirección ha decidido evaluar y comenzar a invertir en otras regiones de Norteamérica, es decir, en el oeste de Canadá y el noroeste de Estados Unidos. Además de estos esfuerzos, la Compañía está explorando activamente la posibilidad de adquirir empresas en estas zonas, cuyos precios serían relativamente bajos y con poco riesgo.

Actualmente existen contactos con España con la intención de explorar las posibilidades de un sistema de kits adecuado para la exportación. El coste del producto en España podría ser inferior al del sistema tradicional, excepto en lo concerniente a los trabajadores procedentes de Canadá. La elección lógica sería instruir a los equipos españoles.

## ESTRATEGIA

165

visto bueno para que las delegaciones de Viceroy en EE.UU vendan las casas terminadas o las prefabricadas. La recesión económica afecta a la vivienda en EE.UU (especialmente en el noreste) además el alza del dólar canadiense hacen que el mercado de EE.UU sea perezoso y extremadamente competitivo.

Las ventas en Canadá y en EEUU durante los dos últimos años se resumen de la siguiente manera:

Ventas neta	1992		1991	
Canadá	\$24.265	94.1	\$40.832	93.2%
EEUU	1.517	5.9%	2.986	6.8%
<b>TOTAL</b>	<b>\$25.728</b>	<b>100.0%</b>	<b>\$43.818</b>	<b>100.0%</b>

El descenso global de las ventas del 41% se debe al descenso en las ventas de las casas modulares

La mayoría de los clientes construyen sus casas Viceroy en zonas rurales o semi-urbanas (aunque los centros de venta tienden a localizarse en grandes centros urbanos, en los que hay gran mayores oportunidades de venta). En consecuencia, Viceroy no tiene que competir con los grandes promotores que necesitan manejar grandes volúmenes de dinero para competir eficazmente.

La competencia de Viceroy puede resumirse en dos categorías:

1) Otras compañías de casas fabricadas que tienden a ser más pequeñas, ofrecen menos posibilidades, están menos reconocidas y tienden a mover menos dinero en cuanto a producción, diseño, fabricación y publicidad.

2) Constructores rurales que ofrecen a los clientes menos diseños, costes menos eficaces y gene-

*En consecuencia, Viceroy no tiene que competir con los grandes promotores que necesitan manejar grandes volúmenes de dinero para competir eficazmente.*

ralmente un producto menos consistente desde el punto de vista de la calidad.

La combinación de un balance económico conservador, de una gran liquidez y de un control férreo de los costes ha sido la base de los negocios de Viceroy en los últimos tres años. Se trata de una estrategia bien elegida, pues ha permitido a la Compañía operar con beneficios en la peor época para el mercado de la vivienda desde el final de la Segunda Guerra Mundial.

A pesar de que la recesión ha frustrado sus expectativas de ventas, Viceroy ha continuado expandiéndose en numerosos frentes.

## **MATERIA PRIMA**

La madera dimensional secada en cámara es el componente principal de las casas Viceroy. Se obtiene de numerosos proveedores y, debido a los grandes volúmenes, Viceroy la compra directamente a la fábrica (normalmente en British Columbia, Quebec y Ontario) al mejor precio posible.

Del mismo modo, hay fuentes alternativas para obtener otros componentes como el vidrio, las tejas de PVC, etc...

Aunque el negocio de Viceroy es estacional, pues depende del papel activo del individuo propietario del terreno para ver realizado su "sueño", el método de construcción de las casas acabadas permitirá a los clientes hacerse con su casa en cualquier momento del año ya que la mayoría del proceso se ha completado en un ambiente controlado. A medida que la alternativa de las casas acabadas en la fábrica se vaya haciendo más popular, los problemas del esquema estacional se reducirán.

Viceroy ha desarrollado un acabado que necesita mantenimiento y se comercializó con el eslogan "Con Viceroy Usted Nunca Tendrá que Subirse a una Escalera o Coger una Brocha de Pintura".

La compañía cree que el momento para Viceroy será en los años 90, cuando los niños del boom de natalidad alcancen la edad madura. Los clientes típicos de Viceroy están casados, instruidos, son ejecutivos entre cuarenta y cincuenta años de edad, buscan algo especial en una casa móvil o de retiro.

El crecimiento de los niños del boom de natalidad significa que habrá más personas de este tipo en los noventa que en ningún otro momento. Un segundo punto importante es la migración de profesionales y de jubilados lejos de las ciudades hacia comunidades más pequeñas orientadas al recreo para escapar de la delincuencia, la congestión y los impuestos disparados. Esta migración está apoyada en gran medida por los muchos avances tecnológicos en las comunicaciones, como los teléfonos celulares, la transmisión vía satélite, el fax y el empleo de ordenadores personales - todos los cuales suprimen las desventajas anteriores de la vida en el campo.

## **PROCESO DE FABRICACION**

### **EN VICEROY HOMES:**

El proceso de fabricación de viviendas modulares se realiza de forma similar a una cadena de montaje en serie. Una de las primeras sensaciones que se perciben en la planta, es la limpieza y el orden.

A continuación se describen brevemente las fases del montaje:

#### **1.- Operaciones iniciales que pueden realizarse de forma simultánea:**

a). Construcción de la plataforma del suelo del primer forjado con viguetas de madera aserrada de 2

*Viceroy ha desarrollado un acabado que necesita mantenimiento y se comercializó con el eslogan **Con Viceroy Usted Nunca Tendrá que Subirse a una Escalera o Coger una Brocha de Pintura.***

x 10 pulgadas de sección transversal. A este forjado se le colocan unas ruedas que permiten su desplazamiento en la fábrica.

**b). Montaje de la armadura de la cubierta con cerchas ligeras prefabricadas que son adquiridas a fabricantes de este producto.**

En esta fase se incluye el falso techo de cartón yeso. Cada módulo suele tener la cubierta con un solo faldón.

Como, evidentemente, las limitaciones de anchura y altura para el transporte en carretera, suponen un importante factor a considerar en el diseño de los módulos, surgen algunos detalles constructivos de interés para solucionar estos problemas. Este es el caso de un herraje de placa dentada y articulado que permite que las cerchas de cubierta puedan plegarse parcialmente para disminuir la altura en el transporte.

**c). Armado de las fachadas**, o paredes exteriores, en una línea continua de montaje en la que sobre un bastidor de madera formado por pilares y soleras, se atornillan los paneles de cartón yeso formando el paramento interior.

El atornillado se realiza de forma automática y utilizan tornillos recubiertos de cola para aumentar la adherencia a la madera, evitando el posible aflojamiento. No hay que olvidar que estos módulos, durante el transporte, sufren vibraciones superiores a las de servicio.

**2.- Montaje de las paredes y la plataforma del suelo.**

**3.- Acoplamiento del conjunto de la cubierta sobre los muros. Para ello se desplaza la cubierta mediante un puente grúa.**

**4.- A continuación y ya sobre la estructura de**

**suelo-pared-techo terminada, se coloca la instalación eléctrica y de fontanería** y se cierran las caras interiores de los muros con cartón yeso. La composición final del muro de fachada, es de interior a exterior: cartón-yeso, barrera de vapor, aislamiento térmico y lámina de estanqueidad al aire. Esta última lámina es de gran importancia en los países fríos, impide el paso del aire pero es permeable al vapor de agua.

Los huecos de ventanas y puertas son recortados en esta fase, ya que en el armado de las paredes el recubrimiento interior de cartón yeso es continuo.

**5.- Protección y sellado de las zonas del módulo** que quedarán pared con pared con otro módulo en el montaje definitivo en la obra, pero que debe ir protegido en el transporte.

**6.- Finalmente para el transporte se emplean camiones con una caja especialmente diseñada para este fin**, que permite el basculamiento en las dos direcciones del plano horizontal. De esta forma, si el terreno de acceso a la obra es inclinado, puede mantenerse el módulo en su posición vertical gracias al giro de la caja.

El acabado en fábrica de la construcción es de un 85% (incluyen instalaciones, muebles de cocina, solados). Sólo resta la cimentación, el garaje y algunas pequeñas operaciones de acabado para realizar en la propia obra.

*Un segundo punto importante es la migración de profesionales y de jubilados lejos de las ciudades hacia comunidades más pequeñas orientadas al recreo para escapar de la delincuencia, la congestión y los impuestos disparados.*

# EL EDIFICIO DE FORINTEK EN VANCOUVER

*C.K.A. Stieda, R.G. Betz, K.R. Kishi.*

168

## SUMARIO

Se describe el diseño y la construcción de un laboratorio de investigación industrial de madera para Forintek Canada Corporation, de 10.000 m<sup>2</sup> de superficie y un presupuesto de ejecución de 18,5 millones de dólares.

La estructura ha sido construida casi totalmente con madera aserrada normalizada y productos de madera. Esto incluye, madera aserrada, piezas de madera laminada, cerchas,

viguetas en I, parallam y tablero contrachapado. Un muro de bloque de hormigón reforzado de 4 horas de resistencia al fuego capacitó al diseñador para cumplir los requisitos del código relativos al fuego.

***Este artículo fue presentado en la Conferencia Internacional de Ingeniería de la madera celebrada en Londres en 1.991.***

## RESUMEN DEL PROYECTO, NACIONAL.

Forintek es la organización de investigación de productos de madera de Canadá. La investigación de Forintek se lleva a cabo en las áreas de fabricación de madera aserrada, productos componentes de madera y madera tratada. Todas estas actividades requieren grandes espacios abiertos para el procesamiento de la madera y los ensayos. Al incrementarse la demanda de servicios a Forintek por parte de la industria de la madera, éste se planteó la necesidad de la construcción de nuevos servicios de investigación en el Oeste de Canadá. El



edificio se hizo para dotar de oficinas y laboratorio a más de 90 miembros de su equipo y espacio para una posible expansión. Después de conseguir los fondos para el edificio, el Consejo de dirección autorizó al Presidente a contratar el diseño y la construcción del edificio en Vancouver. El arquitecto elegido para el proyecto fue el Grupo Hulbert, del Oeste de Vancouver.

Debido a que uno de los fines de investigación de Forintek es favorecer la expansión del uso estructural de la madera en mercados no residenciales, se decidió desde el principio, utilizar tanta madera de construcción como fuera posible, para demostrar la posibilidad de construir estructuras de madera de tipo industrial-ligero. Esta decisión fue apoyada por un estudio de costes que afirmaba que el uso de la madera como material estructural puede ahorrar hasta un 30% si se los comparaba con un edificio similar construido con acero. Después de algunas discusiones entre los miembros se decidió potenciar un mayor contacto entre los diferentes departamentos de la organización. Por tanto se le comunicó al arquitecto que considerara este aspecto en la realización del diseño del edificio.

## **DESARROLLO DEL CONCEPTO EDIFICATORIO.**

El solar para las nuevas instalaciones de investigación de Forintek abarca una superficie de 3,5 Ha. que el Gobierno de British Columbia, tenía disponible en la zona sur del campus de la Universidad de British Columbia. La zona esta orientada en su eje mayor en la dirección N-S. El terreno desciende levemente hacia el Oeste. Se estipuló que en el terreno también se construyera el nuevo edificio del FERIC, una organización gemela a Forintek, que se encarga de la investigación de los aprovechamientos forestales y transportes. El Grupo Hulbert propuso un edificio de dos plantas para oficinas y laboratorios, unido en uno de sus lados a un segundo edificio constituido por una nave para el procesamiento de la madera y la realización de ensayos. El edificio de oficinas debía contener dos patios separados por un bloque central. Debido a la pendiente del terreno la base del edificio se situó bajo el nivel de la calle en el lado Este del solar, y la entrada, el área de

recepción y la biblioteca se situaron en un nivel superior. El comedor para personal, dando al patio, se situó en el mismo nivel del terreno. Para cumplir los requisitos de superficie que impone a la construcción en madera por el Código del Fuego, se propuso separar el edificio de oficinas y laboratorio y el de servicio de procesamiento de la madera y la realización de los ensayos, por un muro de 4 horas de resistencia al fuego. Esta concepción se aceptó y el arquitecto fue autorizado a realizar el diseño del edificio en el verano de 1.988. El diseño final tiene 6.200m<sup>2</sup> de oficinas y pequeños laboratorios en el edificio de dos plantas y 3.300m<sup>2</sup> de tipo industrial para el procesamiento de la madera y la realización de ensayos. Se dotó un espacio de 600m<sup>2</sup> de superficie para almacenamiento de material de ensayo, en un local separado. Las oficinas están localizadas en el perímetro del primer edificio con fachada al patio o a la calle. Los pequeños laboratorios están situados entre las oficinas con fachada a los patios y al exterior en los extremos Norte y Sur. Hay dos hileras de pequeños laboratorios en cada extremo de ambas plantas del primer edificio. Y estos están separados por un espacio para servicio de tuberías, bajantes y conducciones eléctricas fácilmente accesible. En estos laboratorios se realizan los trabajos de química, física de la madera, electrónica, biología y anatomía. Los servicios administrativos están situados a lo largo del lado Este que también da cabida al grupo de servicios de informática.

El despacho tipo tiene 13,6m<sup>2</sup>. Cada despacho tiene dos conexiones para terminal de ordenadores, de diseño propio, que dan acceso a un ordenador dual VAX 3.400 y todas las otras terminales del edificio por medio de una red y de un éthernet. Un muro de 111 m de largo, clasificado 4 horas de resistencia al fuego, está constituido por 2 hojas de bloque de hormigón de 200 mm de espesor que separan ambos edificios. Ambos edificios están equipados con rociadores. El diseño de los edificios incorpora generadores eléctricos y un sistema de iluminación energéticamente eficiente que reduce el consumo con un ahorro neto de enegía de 13.400 \$ anuales.

## **CALCULO ESTRUCTURAL, DESCRIPCION GENERAL Y VALORACION DE LAS CARGAS**

El diseño desarrollado por el arquitecto cubre una superficie de 64X111 m, con su eje longitudinal en la dirección N-S. El edificio de oficinas de dos plantas está situado en el lado Este. Los calculistas de la estructura, Jones, Kwong y Kishi de North Vancouver B.C., realizaron los cálculos considerándola como una estructura entramada en madera, con columnas adicionales, tal como se requiere en un edificio industrial. Este método constructivo utiliza montantes separados entre ejes 400 mm, cubiertos en uno o los dos lados, con tableros contrachapados para conseguir resistencia lateral contra sismos y viento. En el edificio de las oficinas las cargas verticales del suelo y del techo, en general están soportadas directamente por los muros, y las columnas se utilizan puntualmente como soportes interiores o como motivos arquitectónicos. El área de recepción, corredores y dependencias con equipos fueron proyectados para una sobrecarga de uso uniformemente distribuida de 4,8 Kpa, los pequeños laboratorios para 3,6 Kpa. y las oficinas para 2,4 Kpa.



## **EDIFICIO DE OFICINAS Y LABORATORIOS.**

El techo de este edificio está formado por viguetas en I de 301 mm. de canto, espaciadas entre ejes 800 mm. Estas viguetas tienen almas de tablero contrachapado estructural de 12,5 mm de espesor y alas de micro-lam de 38X58 mm, con unas luces de 8,2 m. La cubierta de la cubierta se resuelve con tableros contrachapados machihembrados de 16 mm de espesor. Los forjados están formados por viguetas en I de 356 mm de canto espaciados entre ejes 400 y 600 mm.

El entrevigado es de tableros contrachapados de 19 mm de espesor, al que se superpone una capa de 38 mm de hormigón para el aislamiento acústico. La altura libre entre pisos es de unos 4,8 m.

El complejo oficina/laboratorio está separado del edificio industrial por el muro ya descrito y por una pequeña cámara de aire de pequeño espesor. Este muro de 10 m de alto recorre longitudinalmente todo el edificio y lo separa de los laboratorios propiamente dichos. También incluye un taller y una carpintería.

## **EDIFICIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MADERA Y LA REALIZACION DE LOS ENSAYOS.**

El entramado principal de la cubierta es de vigas de madera laminada con luces de 16 m y soportadas por pilares también de madera laminada. Las vigas soportan pares o vigas en I con almas de contrachapado espaciadas entre ejes 400 y 800 mm y con luces de 6 m. Otras áreas de la cubierta incorporan cerchas de madera maciza que utilizan conectores de chapa metálica con cantos de 1,2 m y luces máximas de 14 m y separadas entre ejes 600 y 800 mm. En áreas de luces menores el soporte de la cubierta se consigue con madera aserrada de 38X286

mm separada a 400 mm. La cobertura es de tablero contrachapado con unión machihembrada. Los muros exteriores de 7,0 m de altura están diseñados como muros de cerramiento y están formados de Douglas-fir de 38X235 mm espaciados entre ejes 400 mm y recubiertos en el exterior por tablero contrachapado de 12 mm. Los muros exteriores están constituidos por montantes de 38X184 mm espaciados entre ejes a 300 y a 400 mm dependiendo de las cargas que soportan. Los muros inferiores van recubiertos con tablero contrachapado de 12 mm. Se ha hecho un uso extensivo del tablero contrachapado por su capacidad de resistencia como diafragma al esfuerzo cortante. Donde se consideró necesario se incorporaron diagonales de madera laminada para conseguir la resistencia requerida a los esfuerzos horizontales.

## **CARACTERISTICAS ARQUITECTONICAS.**

En general la estructura ha sido proyectada como si fuera un edificio industrial/comercial normal. La intención de Forintek fue crear un edificio que sirviera como demostración de un proyecto realizado con productos derivados de la madera fácilmente asequibles en el mercado. Este objetivo se ha conseguido. Además el arquitecto quiso también llamar la atención sobre algunas de las características visuales más atractivas de la madera, como su color, su sensación cálida y su veteado. Esto lo consiguió creando una entrada y área de recepción única y en la biblioteca.

Al edificio se accede por medio de una rampa de madera soportada por vigas de madera laminada de Douglas-fir cubierta por una marquesina de cristal. El

área de recepción es de forma octogonal con un diámetro de 12 m. Esta formada por columnas de parallam con cubierta de aluminio y cristal. La parte inferior de los muros de esta estancia está recubierta con tablero contrachapado fabricado con chapas de corte radial de Douglas-fir. En la biblioteca, unas columnas altas con ramas abiertas, soportan una cubierta de cristal dando la sensación de árboles estilizados, una evocación al material empleado en la mayoría de los elementos constructivos de este edificio. La biblioteca tiene una cubierta de tejas de cedro rojo, un sistema de construcción tradicional que contrasta con los materiales modernos empleados.

## CERRAMIENTO DEL EDIFICIO Y PROTECCION AL FUEGO.

Para cumplir con los requisitos exigidos por Forintek, relativos al bajo mantenimiento, el arquitecto escogió para el cerramiento de la mayor parte del edificio un panel revestido de metal. Este tipo de panel está compuesto, en su alma, de un tablero contrachapado de 10 mm chapado con una lámina de aluminio prelacada y se instala sobre la cubrición exterior de tablero contrachapado. Estos paneles son fáciles de manejar en el lugar de trabajo, fáciles de cortar ( si se requiere ) y van instalados sobre un entramado de aluminio. En la fachada del edificio se utilizó como cerramiento cedro rojo del Oeste. Un voladizo protege este cerramiento de las inclemencias atmosféricas. La parte inferior de los muros, hasta 3 m de altura, que dan a los patios están acabados con tejas de cedro rojo del Oeste.

En el interior de la nave de laboratorios el tablero contrachapado estructural de coníferas se deja visto o bien se pinta o se tiñe. En el edificio de oficinas se utilizó este recubrimiento, que permite obtener buenos acabados finales con pintura o con papel y también aportan un excelente comportamiento como barrera contra el fuego. Se tomaron un gran número de medidas para alcanzar la protección requerida al fuego del edificio. La separación de todo el edificio en 2 compartimientos por el muro ya ha sido comentada. Adicionalmente todo el edificio ha sido equipado con un sistema de rociadores (sprinklers). Final-

mente se ha hecho un uso extensivo del cartón yeso para realizar la compartimentación al fuego en los locales estratégicos, de esta forma será posible, en el improbable caso de un incendio, evitar la rápida expansión del fuego y extinguirlo en un breve plazo de tiempo.

## CONSTRUCCION.

El contrato de 18,5 millones de \$ se adjudicó a la empresa Farmer Construction de Victoria (British Columbia) en marzo de 1.989. Era esencial para Forintek poder trasladarse al nuevo edificio en diciembre de 1.990. Consecuentemente el contratista comenzó el movimiento del terreno, la excavación y la construcción casi inmediatamente. Debido a que el edificio completo era de entramado de madera, el número de cambios en obra fueron reducidos si se compara con un edificio convencional de hormigón o acero. Todo esto permitió al constructor coordinar "in situ" fácilmente todas las operaciones. La estructura requirió una gran cantidad de madera. Se suministraron las siguientes cantidades de materiales estructurales y de cerramientos :

Madera aserrada dimensionada	755 m <sup>3</sup>
Madera laminada	212 m <sup>3</sup>
Tablero contrachapado:	
en estructura	321 m <sup>3</sup>
para cerramiento	44 m <sup>3</sup>
Viguetas en "I"	14 Km.
Parallam	170 m <sup>3</sup>

Adicionalmente se empleo una gran cantidad de madera para acabados de carpintería.

Comparado con cualquier otro método constructivo la mayor preocupación del contratista fue la protección del material y de los elementos prefabricados contra la humedad. Vancouver tiene un clima marítimo y la lluvia es frecuente a lo largo de todo el año. El requisito de mantener secos los materiales fue un desafío para el constructor. La necesidad de incorporar cerramiento de yeso en la estructura con fines de protección al fuego significó que mucho material de esta clase debía estar colocado antes de que se empezaran los trabajos de fontanería y la instalación de las conducciones eléctricas. Esto, por contra, requería tener la cubierta acabada antes de que se extendiera la cubrición de yeso. Para coordinar estos trabajos se necesitó una cuidadosa programación de los diferentes oficios de construcción e instalaciones. Sin embargo estos desafíos se resolvieron correctamente por el constructor. La madera por su naturaleza interna es un material higroscópico que absorbe vapor de agua del aire circundante o que se seca si se producen las condiciones apropiadas. Inevitablemente, esto conlleva a movimientos de la estructura, que llegan a ser más notorios en edificios grandes que en los pequeños. Se observaron algunos clavos que se desclavaron como consecuencia del secado y la aparición de algunas grietas en el yeso. Pero estas incidencias fueron mínimas y solamente serían detectadas por un observador minucioso, preocupado por encontrar esta clase de defectos estéticos. Mientras algunas de estas fisuras en el yeso se pueden evitar por un adecuado estudio de los detalles constructivos por parte del arquitecto, otras fisuras son inevitables.

Como resultado del acelerado programa de construcción, no todos los detalles del diseño estaban definidos cuando el contratista comenzó su trabajo.

En algunos puntos de la cubierta fue necesario añadir rigidizadores locales cuando se apreciaban concentraciones de grandes cargas, provenientes de los equipos mecánicos.

El edificio fue terminado según programa previsto y dentro del presupuesto. Se ha estimado que al utilizar madera en la estructura se han ahorrado alrededor de 450.000\$. El equipo humano de Forintek pudo trasladarse al nuevo edificio en la fecha prevista. Las nuevas instalaciones son espaciosas y agradables y contribuirán a encontrar nuevas soluciones al viejo problema de optimizar la utilización de los recursos forestales canadienses.

## **CARACTERISTICAS TECNICAS**

gas verticales y horizontales.

Por ejemplo, los muros que se utilizan para los cerramientos o las separaciones interiores, también se utilizan para soportar cargas y a la vez aportan rigidez al conjunto, y permiten eliminar la necesidad de emplear la cruz de San Andrés en la cavidad existente entre los paramentos en funciones de arriostramiento. En el edificio de oficinas/laboratorio la estrategia consistió en utilizar el sistema de entramado en la mayoría de los espacios donde fue posible y utilizar el sistema de viga/pilar sólo en donde fuera requerido por las condiciones de la carga.

En un 85% del espacio construido en este edificio fue posible la utilización del sistema de entramado.

Extracto del estudio realizado por Canadian Wood Council en julio 1.991.

### **ANALISIS DE FACTIBILIDAD.**

Forintek tenía la responsabilidad de controlar que las ayudas estatales y de la industria se emplearan correctamente. Los estudios comparativos entre madera, acero y hormigón, realizados por el equipo encargado del proyecto mostraron que los requisitos económicos y técnicos ( acústicos, vibraciones,... ) podían cumplirse utilizando madera. El coste original calculado fue finalmente confirmado tras los estudios realizados y las discusiones mantenidas sobre la comparación de costes.

### **FILOSOFIA DEL DISEÑO.**

Se empleó el sistema constructivo de entramado de madera en vez de la clásica construcción de viga/pilar. Este tipo de construcción funciona con éxito en el mercado residencial y se pueden realizar también, construcciones rígidas para proyectos comerciales, con una ingeniería adecuada, a precios económicos. En esta técnica se utilizan los mismos elementos en cerramientos y en funciones estructurales para car-

En las áreas públicas, como la rotonda de recepción y la biblioteca, el carácter arquitectónico condicionó el uso de unas formas más expresivas para la madera.

En la nave del laboratorio se utilizaron diferentes sistemas de soporte de la cubierta, la selección se basaba en los requerimientos de la luz y los pesos de los equipos que tenían que soportar. En algunos casos se utilizaron viguetas en I para conducir las cargas directamente a los muros portantes y en otros, se utilizaron vigas, cargaderos o cerchas ligeras.

### **UNIONES.**

El empleo de muchos elementos pequeños (en vez de vigas/pilares) permitió el uso de uniones clavadas. La pistola clavadora es rápida y da lugar a una estructura que no esta sobredimensionada pero que aporta un elevado grado de seguridad.

Se utilizaron herrajes ligeros para muros de rigidización, diafragmas, viguetas y uniones de los muros entramados. Los conectores ligeros son un producto económico y que no requieren preparación como ensambles o taladros.

Cuando la unión de viga y pilar requería el diseño de conectores de placa metálica, el equipo de pro-

yecto aseguró que éstas no sólo cumplían las exigencias de resistencia sino que también ofrecían un aspecto agradable, especialmente en la zona de oficinas.

## **INSTALACIONES**

La naturaleza industrial de la nave del laboratorio necesitaba la instalación en el techo de los servicios eléctricos y mecánicos. Cuando las cargas suspendidas eran importantes, el espaciamiento de las viguetas del techo se redujo para resistir la carga adicional. Debido a que no es recomendable situar cargas concentradas en el ala inferior de la vigueta se utilizaron unas varillas roscadas bien colgadas desde el entrevigado o desde el forjado o la cubierta o bien se fijaban a la propia vigueta durante el proceso de fabricación.

En algunas zonas del edificio existían cargas importantes debidas a la maquinaria del aire acondicionado. La capacidad portante de la cubierta se aumentó en esas zonas reduciendo el espaciamiento de las viguetas o usando piezas de PSL o LVL.

Debido a la naturaleza de los trabajos realizados en el laboratorio y el tamaño del edificio, los requerimientos de conducción de aire son grandes, necesitando más de 1,5m. (5 pies) de espacio libre ( plenum ) sobre el falso techo suspendido.

## **CARGAS LATERALES.**

El edificio fue proyectado para cumplir los requisitos sísmicos de Vancouver. Como es normal para edificios de estas proporciones la carga de viento condicionó el diseño de los muros entramados que configuran los altos muros. Para resistir el movimiento y la posible rotura de las tuberías en el caso de un terremoto, todas las instalaciones se aseguraron contra movimientos horizontales fijando las tuberías a los muros con cables a 45º que no están tensionados a no ser que entren en carga por fuerzas de origen sísmico.

## **AISLAMIENTO ACUSTICO.**

Dada la proximidad de las áreas de trabajo a las zonas más tranquilas, como las oficinas y la biblioteca, el aislamiento acústico fue un requerimiento importante del proyecto. El objetivo fue conseguir una razonable privacidad de las conversaciones entre los despachos, el control del impacto de pisadas entre pisos, el aislamiento del ordenador HVAC y otros ruidos procedentes de los equipos mecánicos.

La privacidad de las conversaciones se consiguió utilizando muros entramados insonorizados con tableros de cartón yeso. Para locales de alta privacidad los montantes de madera se dispusieron en dos filas al tresbolillo y se incluía un medio elástico para incrementar el aislamiento acústico. El aislamiento al ruido de impacto se consiguió añadiendo una capa de hormigón de 38 mm de espesor sobre el entrevigado de tablero contrachapado. Esta medida se completaba con la utilización de moqueta en las oficinas y solados elásticos en los comedores y los laboratorios.

La maquinaria de las instalaciones se aislaba empleando varias capas de tableros de cartón yeso y láminas elásticas. Cuando esta solución no era suficiente para conseguir la masa para aislar las áreas más ruidosas, se empleó una combinación de tablero de yeso sobre una mampostería de bloques. En la mayoría de los casos, el entramado de madera en combinación con materiales de probada capacidad de atenuación del sonido fue suficiente para obtener un alto grado de aislamiento acústico.

## **APROXIMACION**

### **A LAS CARACTERISTICAS**

### **DE SEGURIDAD AL FUEGO.**

Se utilizaron algunos criterios de diseño que diferían de los requisitos del Código de obligado cumplimiento que fueron propuestos y aceptados, basándose en un estudio detallado de la valoración de seguridad al fuego. Para ello se analizó el objetivo de las especificaciones del Código, diseñando soluciones de protección alternativas, tales que llegarán a resultados equivalentes a los prescritos.

## **COMPARACION DE COSTES.**

Forintek deseó utilizar productos de madera para demostrar que podían realizarse aplicaciones dife-

rentes igualando o sobrepasando a los materiales de la competencia en términos de costes, resistencia al fuego, aislamiento acústico, rigidez y fácil adaptación a las inevitables modificaciones futuras.

Los estudios de viabilidad indicaron que una estructura de madera cumplía todos los requisitos y se hizo una detallada comparación de costes entre la construcción con acero y con madera para tres muestras de superficies que representan al 90% del edificio. Para el edificio de oficinas se hicieron diseños en acero y madera con una exigencia de limitación de la flecha a la luz/600 debido a la naturaleza del trabajo de laboratorio allí realizado.

Aplicando estos criterios de deformación al diseño en acero, se seleccionó una estructura mixta de acero y hormigón por sus ventajas en relación a la deformabilidad y peso propio.

Los resultados de la comparación de costes se basaron en los costes de construcción en madera y las estimaciones en acero. Aunque no es una comparación exacta se considera que tiene una precisión en torno al 5%.

El coste de los elementos comunes a ambos tipos de construcción, como las instalaciones eléctricas y el aislamiento, lógicamente no se incluyeron en los costes unitarios ni tampoco la cimentación que se consideró equivalente en ambos tipos de construcción, lo mismo que el de los sistemas de rociadores o sprinklers requeridos en ambos tipos, para un edificio de este tamaño.

Como comentamos en un artículo precedente, Forintek inició estudios de las ventajas de la madera relativas al respeto del medio ambiente en productos para la construcción comparados con el acero y el hormigón. Se ideó un programa de trabajo para medir el impacto global de los edificios en el medio ambiente. Este programa considera el impacto ambiental de los productos y su ciclo de vida desde la extracción inicial de la materia prima (corta o extracción de las minas), la fabricación, el uso, la demolición y los desechos. Se estudió un caso concreto (desde la extracción de la materia prima hasta la entrega en obra de los productos de la construcción) utilizando los datos del nuevo edificio de laboratorio Forintek del Oeste de Canadá. Este moderno edificio multiuso de 105.000 pies cuadrados utilizó al máximo la madera. Su diseño fue comparado con los materiales alternativos : hormigón y acero.

Los resultados provisionales mostraron que la estructura de madera del laboratorio no sólo costó un 30% menos, sino que también requirió un 50% menos de inversión en energía, generó un 60% menos de emisión de CO<sub>2</sub> y un 93% menos de dióxido sulfúrico que el diseño en acero. Los resultados de este estudio, que todavía continúa, llevaron al departamento de I + D de Forintek, a informar a los proyectistas de edificios sobre las ventajas ecológicas de los productos de madera.

## LOS PRODUCTOS DE MADERA

## MADERA

Elementos	Costes
Cubierta y muros del edificio de oficinas/laboratorio. Superficie de la muestra = 1.012 m <sup>2</sup> ( 10.870 pies <sup>2</sup> )	
Pilares de madera laminada	1.100 \$
Vigas de madera laminada	1.100 \$
Muros de carga entramados	17.100 \$
Viguetas en "I"	26.400 \$
Entrevigado de contrachapado	13.600 \$
Tabiquería de madera	3.900 \$
Paramentos de contrachapado	15.800 \$
Material ignífugo ( tablero de cartón yeso )	7.100 \$

<b>Coste total</b>	<b>86.100 \$</b>
Coste unitario (7,90 \$/pie <sup>2</sup> )	85,20 \$/m <sup>2</sup>

## ACERO

Elementos	Costes
Pilares	21.500 \$
Arriostramientos	9.100 \$
Vigas de acero	15.400 \$
OWSJs	16.000 \$
Entrevigado de acero	14.100 \$
Tabiquería de montante de acero	24.100 \$
Material ignífugo ( tableros de cartón yeso )	26.300 \$
Paramentos exteriores	6.200 \$

<b>Coste total</b>	<b>132.700 \$</b>
Coste unitario(12,20 \$/pie <sup>2</sup> )	131,40 \$/m <sup>2</sup>

## FORJADOS Y MUROS DEL EDIFICIO DE OFICINAS/LABORATORIO.

Superficie de la muestra = 950 m <sup>2</sup> (10.225 pies <sup>2</sup> )	
Columnas de madera laminada	300 \$
Vigas de madera laminada	2.400 \$
Muros de carga entramados	19.900 \$
Viguetas en "I"	30.600 \$
Entrevigado de contrachapado	8.700 \$
Conectores metálicos	1.800 \$
Capa de hormigón	11.400 \$
Paramentos de contrachapado	14.900 \$
Tabiquería de madera	3.200 \$
Material ignífugo ( tableros de cartón yeso )	13.300 \$

<b>Coste Total</b>	<b>106.500 \$</b>
Coste unitario ( 10,40 \$/pies <sup>2</sup> )	112,10 \$/m <sup>2</sup>

Pilares	22.700 \$
Arriostramientos	8.600 \$
Vigas de acero	53.400 \$
Pilares para resistir cargas laterales	9.300 \$
Entrevigado de acero	15.200 \$
Capa de hormigón	27.100 \$
Tabiquería de montantes de acero	22.600 \$
Material ignífugo ( tableros de cartón yeso )	25.200 \$
Paramentos exteriores	5.000 \$

<b>Coste Total</b>	<b>189.100 \$</b>
Coste unitario (18,50 \$/pies <sup>2</sup> )	199,10 \$/m <sup>2</sup>

## MADERAS UTILIZADAS EN EL EDIFICIO.

<b>Rotonda de recepción</b>	Paredes de abedul.	Douglas Fir con montantes	-edge grain, acabado claro. láminas de albura detrás del mostrador de recepción. el resto de duramen.
	Falso techo	Cedro.	-corte plano, limpio
	Mostrador de recepción	Douglas fir con encimera de arce, columnas de hemlok	-tinte granate
	Solados Columnas	Arce preacabado. Parallam.	-tinte. -edge grain, Clear finish.
<b>Escalera principal</b>	Paredes de abedul.	Douglas-Fir con montantes	-solid edging, clear. -clear finish.
	Solado	Arce	
	Rastreles	Abedul.	-edge grain, stained maroon.
<b>Boardroom</b>	Paredes Boardroom	Hemlok del Este.	-clear finish.
	Solado	Burled Madrona (mañoño), cantos de arce macizo.	-clear finish.
<b>Biblioteca</b>	Paredes (sobre estantería)	Tablero aglomerado.	-tinte marrón.
	Techo en las pilas	Aliso.	-machihembrado, clear.
	Estantería	Arce/Abedul.	-clear finish.
<b>Sala de juntas</b>	Pilastras	Abedul.	-flat cut, stained finish.
<b>Comedor</b>	Falsos techos	Tablero aglomerado.	-clear finish.
	Columnas	Parallam.	
<b>Mobiliario</b>	Mesas de despacho y de Ordenador	Roble.	-flat cut, clear finish.
<b>Elementos tipo</b>	Puertas, cercos	Arce.	-clear finish.
	ventanas (unidades de esquina)	Douglas Fir.	-clear finish, exterior pintado.
	Ventanas de los despachos extr.	Hemlock del Este y Douglas Fir.	-tratamiento con presión, pintado al exterior.
<b>Exterior</b>	Fachada	Cedro rojo del Este	-tinte de varios colores.
	Fachada	Panel 15	-tableros contrachapados con capa superpuesta de aluminio ( en ambas caras ) con esmalte al fuego estampado en el exterior