

INCENDIOS EN ESTRUCTURAS DE MADERA

DISEÑO
Y PREDICCIÓNALEJANDRO PAVEZ V.
PERIODISTA REVISTA BIT

■ Para determinar el desempeño de las estructuras de madera en un incendio, se debe comprender cómo fallan. Esa es la clave. Hay que prever de qué forma se comportará frente al fuego; los cambios en su resistencia mecánica y sus tasas de carbonización. Esto es fundamental para optimizar el diseño estructural.

■ Es una cuestión de diseño y predicción.

LA MADERA, en la industria de la construcción, se utiliza desde la antigüedad y actualmente es muy utilizada en muchos países. De ahí, la inquietud por sus propiedades y desempeño, sobre todo en caso de incendio. Claro, y es que al ser un material combustible, es necesario tomar precauciones. Sin embargo y en contraposición con lo que suele creerse, presenta ciertas ventajas frente a otros materiales en su desempeño en incendios. Puede ser capaz de resistirlos; no obstante, es necesario predecir su comportamiento y sobre todo sus fallas. Una

serie de cambios físicos y químicos producidos por el calor influirán en su desempeño. La predicción y el diseño resultan clave para cada caso particular.

TÉRMINOS BÁSICOS

Los elementos estructurales de madera, se pueden dividir en dos tipos: las estructuras pesadas y las livianas. "Las primeras son aquellas en que la dimensión más pequeña del elemento estructural es mayor a 80 mm", explica el Dr. Pedro Reszka, consultor principal en Delta Q Fire & Explosion Consultants, Inc. e investigador del departamento de industrias de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). Todo en el X Seminario Internacional Seguridad Contra Incendio organizado por el



La opinión general es que la estructura pesada de madera se comporta mejor frente al fuego que las estructuras livianas.

La carbonización reduce la sección portante, por lo que se pueden generar problemas estructurales.



Sin embargo, el carbón protege el interior de la madera y demora la propagación de la llama.



CONEXIONES

EN EL COMPORTAMIENTO estructural, las conexiones son claves. Lamentablemente, no se comprende exactamente su desempeño en incendios, y existe incertidumbre en la predicción de su comportamiento. Por tal razón se les debe aislar y proteger. Estos son elementos esenciales porque son los que traspasan la carga de un elemento a otro, por lo tanto si fallan, la estructura también lo hará.

Área de Ingeniería de Protección contra el Fuego de Dictuc. La estructura liviana, en cambio, tiene una dimensión menor que la pesada, y normalmente se usa en tabiques y en cerchas o vigas livianas. ¿Cómo actúan estas estructuras frente a un incendio? La opinión general es que las estructuras pesadas de madera se comportan bien y las livianas mal. “La creencia popular es que éstas últimas fallan bastante temprano en el desarrollo del incendio”, sostiene Reszka. ¿Se pueden comparar sus desempeños?

COMPORTAMIENTO

Aquí, se está frente a un problema de cómo diseñar estructuras de madera, en caso de incendio. Lo primero que se debe hacer, según los expertos, es prever el comportamiento de la madera frente al fuego. “Hay que predecir la forma en que la estructura de madera fallará. Una vez identificado esto, se puede optimizar el diseño de la estructura, para evitar el sobredimensionamiento”, ilustra Reszka. Existen dos formas en que las estructuras de madera fallan en un incendio: la disminución de la resistencia mecánica de la madera causada por el aumento de temperatura y del contenido de humedad; y la pérdida de sección causada por la pirólisis (carbonización de la madera).

Lo que pasa inicialmente en un incendio, es que alcanzando la madera una temperatura cercana a los 100° C, el agua contenida en ella se comenzará a evaporar. “El aire tiene humedad y en el equilibrio, el contenido de humedad de la madera es cercano a un 10% o 12% en peso. Esa humedad se va a evaporar, va a salir por cualquier lado, pero parte de ese vapor se moverá al interior del elemento estructural que está más frío y se condensará”, señala Pedro Reszka. El contenido de humedad en esa parte au-

mentará y por tanto, debilitará a la madera, bajando su resistencia mecánica. A medida que se sigue calentando el elemento estructural, la resistencia mecánica también disminuye por el aumento de temperatura de la madera.

A medida que aumenta la temperatura comienza el proceso de carbonización de la madera, o pirólisis. “Esto se relaciona con la degradación de los polímeros que componen la madera”, explica el experto. Con esto, la sección del elemento original disminuirá, provocando un aumento de los esfuerzos en estos elementos. El carbón es frágil para todo efecto de cálculo estructural. “Con el tiempo la madera va a estar expuesta al incendio, a la carbonización y cada vez habrá menos sección en un elemento que va a tomar la misma carga, por lo tanto va a llegar el momento en que se producirá una falla”, explica Reszka. Para predecir estos cambios, hay que ser capaz de comprender el fenómeno de la pirólisis de la madera.

PIRÓLISIS

La madera está hecha de polímeros, lo que provoca que, al quedar expuesta a altas temperaturas por largos períodos, se descomponga y que eventualmente comience la combustión. Con la pirólisis, “se experimenta una reacción química que forma el carbón y libera gases combustibles. Comienza la combustión superficial, y finalmente se produce combustión en la fase gaseosa”. No se puede hablar de una temperatura exacta de pirolización, pero se estima que se ubica entre los 250° y 350° C, recién ahí se experimentan estas reacciones químicas.

Si bien la generación de carbón puede ser perjudicial para la resistencia estructural de la madera, pues disminuye la sección que soporta las cargas de la estructura, su

UN COMPLETO EQUIPO CONTRA EL FUEGO

Preocupados por el valor, seguridad y durabilidad de sus proyectos, hemos desarrollado una serie de soluciones constructivas resistentes al fuego, cuyos componentes son incombustibles y no generan gases tóxicos, para que sus obras entreguen más seguridad y confianza a quienes las habilitan.



AISLAN®

Lana mineral de alta resistencia térmica, que también actúa como absorbente del sonido. Disponible en colchonetas, rollos, bloques y caños premoldeados.

VOLCANITA® RF

Plancha de yeso-cartón resistente al fuego para soluciones constructivas de cielos y tabiques.

AISLANGLASS®

Lana de vidrio utilizada como efectivo aislante térmico y absorbente acústico. Disponible en rollos y paneles.

YouTube Mira nuestro video de soluciones al fuego en nuestro canal www.youtube.com/volcansa

Asistencia Técnica Volcán
600 399 2000
asistencia@volcan.cl

Utiliza nuestro soporte para especificación en nuestro sitio web o escríbenos a soporteespecificacion@volcan.cl

www.volcan.cl

VOLCAN®
Experto en Soluciones Constructivas

1. Inicio proceso de pirólisis, la humedad de la madera se comienza a trasladar hacia el centro.
2. Descomposición química de la madera, la carbonización se ha iniciado.

presencia es el “gran secreto” del por qué las estructuras pesadas de madera soportan los incendios. El carbón protege el interior de la madera. Demora la propagación de la llama. “Como el carbón tiene una conductividad térmica inferior que la madera, al formarse esta capa se crea un aislante que frena la transferencia de calor hacia el interior. Ese efecto protege a los elementos estructurales de madera”, explica el experto de Delta Q Fire & Explosion Consultants. No obstante, si sigue el calentamiento, se llegará a una combustión heterogénea de la superficie de carbón. “Se comienza a liberar más calor en una reacción exotérmica y esto va a acelerar la transferencia de calor hacia el centro”, comenta Reszka. Por tal razón se debe estudiar, predecir y modelar la pirólisis de la madera. Si

bien es una tarea compleja, por todos los fenómenos que inciden en ella, su comprensión es clave para desarrollar criterios de diseño y de verificación de la capacidad de los elementos estructurales y de las uniones.

MÉTODOS

Para predecir el comportamiento de la estructura de madera en un incendio (resistencia mecánica y sus fases de carbonización) y diseñarlas correctamente, se poseen por lo menos tres opciones:

Método de la sección reducida: Con tasas constantes de carbonización, se puede estimar la pérdida de sección del elemento

estructural. También considera la pérdida de la resistencia mecánica en la sección no carbonizada. “Se supone que la tasa de carbonización es fija, pero no lo es. Además, para un incendio pequeño o uno grande, el método considera las mismas tasas de carbonización”, indica Reszka.

Métodos analíticos: Se calculan los perfiles de temperatura por medio de modelos computacionales de la pirólisis de la madera, y con ello se conoce cómo variará la resistencia mecánica del elemento estructural. Una vez obtenidos estos perfiles, se introducen en un modelo con el que se calcula la resistencia estructural del elemento.

Soluciones comerciales: Se diseña una solución constructiva que, tras un ensayo de resistencia al fuego, obtiene una clasificación de resistencia a la curva del horno. “Sin embargo, la resistencia al fuego de un producto comercial, o su clasificación, no asegura necesariamente que ese producto vaya a tener una resistencia igual en un incendio real”, puntualiza Pedro Reszka.

La protección contra incendios en estructuras de madera depende necesariamente de la comprensión de su desempeño y fallas. Entendido esto, se podrá diseñar para que cada caso particular pueda resistir los embates del fuego. Un asunto de diseño y predicción. ■

EN SÍNTESIS

Para determinar el desempeño de las estructuras de madera en un incendio, se debe comprender cómo fallan. Esa es la clave. Hay que prever de qué forma se comportarán frente al fuego y diseñarlas de acuerdo a ese modelo.



GENTILEZA PEDRO RESZKA

EXPERIENCIAS EN LABORATORIO

DICTUC, a través de su área Ingeniería de Protección contra el Fuego (IPF), realizó una serie de ensayos de resistencia al fuego de distintos tipos de tabiques de casas de madera, en el marco del Proyecto FONDEF D03i1020, “Diseño por envoltorio para la vivienda de madera”. Uno de los objetivos de estos ensayos era hacer una comparación entre el desempeño de paneles con estructura de madera y de perfilería metálica, de características similares, cuando se sometían a las condiciones de ensayos de resistencia al fuego (RF), con aplicación de una carga axial de compresión de aproximadamente 850 kg/m sobre el panel (no existía en Chile información previa de la ejecución de estos ensayos comparativos con aplicación de carga). En este contexto, además de la evaluación de las fallas que se realiza para este tipo de elementos, se registró la deformación axial de las probetas durante el ensayo. Como resultado, se observó que en los paneles con estructura de madera se registraron menores deformaciones y tiempos de resistencia al fuego, en promedio, 13 minutos superiores a los de estructura metálica. Durante los ensayos de paneles con estructura metálica (a excepción del panel con revestimiento de estuco) se apreció que la falla se produjo en ubicaciones coincidentes con la posición de los montantes metálicos (ver figuras 1 y 2). Es importante destacar que en la normativa chilena la deformación no constituye por sí misma un criterio de falla, se midió con un carácter investigativo.



FIGURA 1. Vista una probeta con perfilería metálica y revestimiento tinglado donde se aprecia la falla y la deformación del montante metálico.

FIGURA 2. Vista de una probeta con perfilería metálica y revestimiento smart panel donde se aprecia la falla y la coincidencia de ésta con el montante metálico.

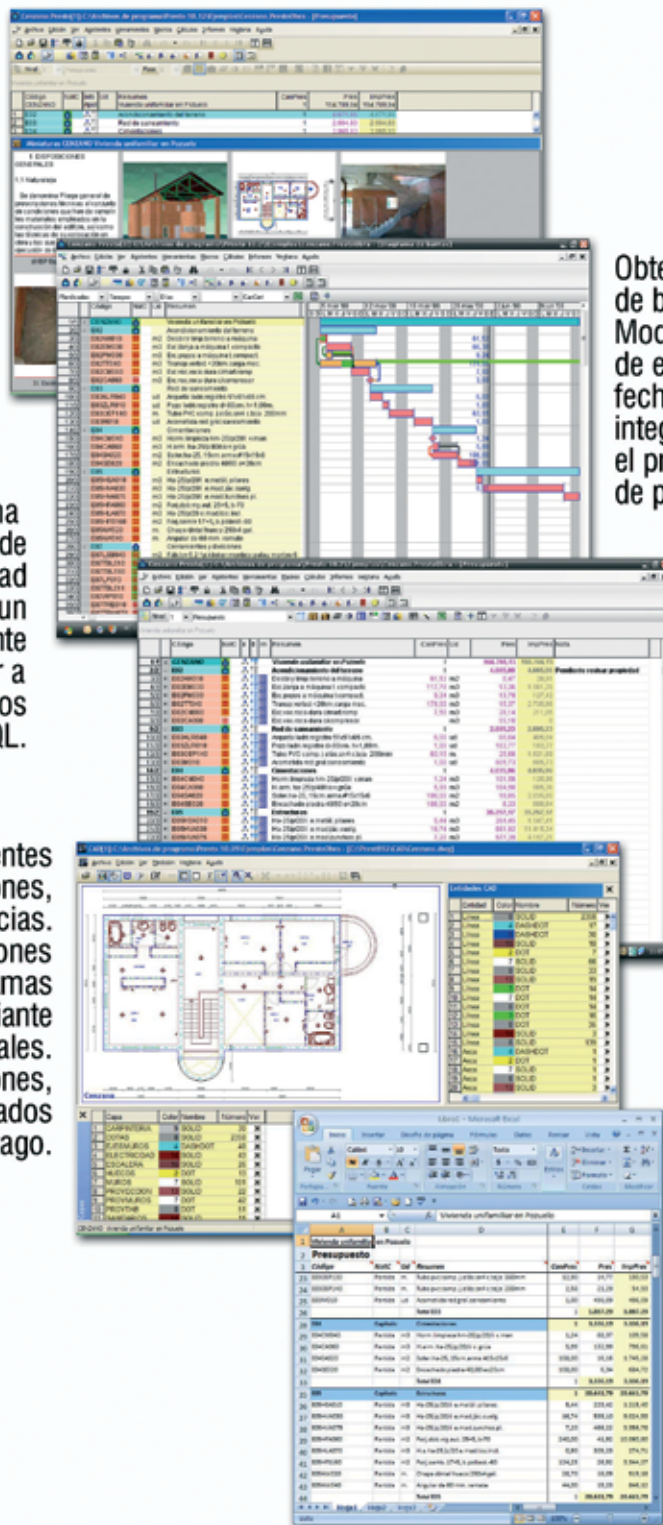
Para conocer los costos del proyecto antes, durante y después del Presupuesto



Con los más avanzados recursos de Windows podrá componer y ajustar el presupuesto a partir de bases de datos con precios y partidas de proyectos anteriores.

En esta versión, Presto ha cambiado el motor de base de datos, dando mayor agilidad al trabajo multiusuario, por un eficiente sistema de cliente servidor, pudiendo acceder a una obra en una base de datos SQL.

Utilice las más potentes mediciones con expresiones, fórmulas y referencias. Recupere las mediciones automáticas de los programas de CAD más usados, mediante enlaces bidireccionales. Gestione modificaciones, aumentos de obra y estados de pago.



Obtenga de forma automática el diagrama de barras a partir del presupuesto. Modifique duraciones, traslapes, cantidad de equipos y precedencias o altere las fechas manualmente y vea el resultado integrado entre costos y tiempos. Exporte el presupuesto a otros software gestores de proyectos como MS Project.

La utilidad de Presto no termina con el presupuesto. Compare ofertas, planifique económicamente ingresos y costos, programa la ejecución de la obra y realice toda la gestión de control de costos y bodega.

Use y personalice más de cien informes predefinidos. Importe y exporte los informes en múltiples formatos como ASCII, MS Access, HTML, RTF (Word), y PDF. Envíe los onformes a Excel con fórmulas. Cree sus propias macros con Visual Basic.



Aminfo Ltda.
 Huelén 224 Of. 201
 Providencia. Santiago
 Fono: (2)3749980 - Fax: (2)2364527
 comercial@aminfo.cl
 www.aminfo.cl - www.prestosoftware.cl