

# Construcciones ligeras

## 1 Introducción

Entre los años 2004 y 2006 Karel Lambert consiguió un Máster en ingeniería en seguridad, el cual abarca un curso de seguridad y salud en el trabajo. En el contexto de este curso escribió una tesis sobre seguridad en el servicio de bomberos de Oostkamp, el parque en el cual él sirve como bombero voluntario. Con el fin de conseguir una buena comprensión en la materia, ha estudiado numerosos casos de incidentes en los Estados Unidos donde los bomberos perdieron sus vidas. Una cosa que se dió cuenta era la gran cantidad de bomberos que había muerto al caer a través del suelo a una habitación que ardía intensamente.

Personalmente, Karel nunca había oído que estos incidentes ocurrieran en Bélgica o en los países vecinos. No entendía realmente qué era tan diferente en los Estados Unidos. Sobre los años, empezó a darse cuenta de que los métodos de construcción eran radicalmente diferentes de los de Bélgica. En Norte América, muchas casas se construyen de madera en contraste con las paredes de ladrillos de los edificios que se encuentran aquí.

En el pasado, se usaba principalmente maderas de grandes dimensiones en las construcciones de viviendas. Estos materiales de construcción eran sin embargo caros. Una gran viga sólida de madera cuesta más que una viga de madera. En los Estados Unidos, los métodos de construcción saltaron de usar vigas de madera a usar vigas-I e incluso pequeños entramados. Esta forma particular de edificio se llama construcción ligera.

Hay un número de ventajas cuando el edificio es de esta forma. Lo primero y principal es más barato. Luego, también es más ligero, existiendo la posibilidad de usar estos materiales en edificios de apartamentos, como en el caso de EE.UU. Finalmente hay también un factor ambiental: menos madera se necesita.

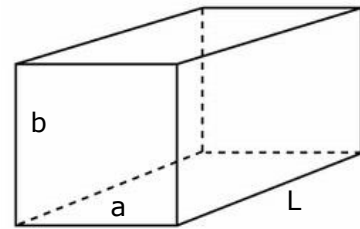


Sin embargo, aparte de todos estos beneficios, hay algunas desventajas también. Una de estas, es el comportamiento del edificio durante un incendio. Este artículo intenta ilustrar los problemas de las construcciones ligeras.

## 2 Riesgos

### 2.1 Estabilidad

En Holanda, hay un término usado entre los ingenieros civiles que se traduce como "masividad". Este se usa para definir la relación entre volumen y el perímetro. Internacionalmente, normalmente se usa más la relación entre la superficie y el volumen ( $S/V$ ), la cual es inversa a la función de arriba.



El volumen de una viga es igual a la sección de la viga multiplicada por la longitud. El área de superficie de la viga es igual al perímetro de la viga multiplicado por la longitud.

**Figura 2** Dibujo esquemático de una viga

Por lo tanto, la relación entre el volumen la superficie es igual a la relación de la sección del perímetro de esa sección

$$V = S \times L$$

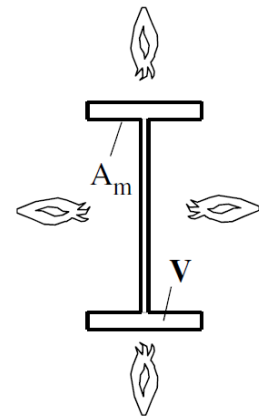
$$S = a \times b = \text{section}$$

$$A = (2 \times a + 2 \times b) \times L = \text{perimeter} \times L$$

$$\frac{V}{A} = \frac{S \times L}{(2 \times a + 2 \times b) \times L} = \frac{\text{section} \times L}{\text{perimeter} \times L}$$

$$\frac{V}{A} = \frac{\text{section}}{\text{perimeter}}$$

La figura 3 muestra la sección de una viga-I. Este elemento de construcción puede estar hecho de madera y también de acero. El dibujo nos ayuda a tener una idea de esa masividad. El dibujo muestra el volumen ( $V$ ) y la sección. El área de superficie ( $A$ ) se muestra como el perímetro de la sección.



Ahora comparemos la masividad de una viga-I a una viga normal. Una viga tiene una sección mucho más grande. Tiene más materia y tiene una superficie más pequeña. La materia interior de la viga está protegida del fuego. El fuego tiene que ir quemando a través de las capas exteriores antes de que pueda alcanzar el interior de la viga. Durante este tiempo, el interior de la viga puede continuar cumpliendo su función de carga.

**Figura 3** Sección de una viga-I. (Drawing: Rudy Van Impe)

La banda de la viga-I conecta un ala superior e inferior. En condiciones frías es posible crear una viga-I que es más fuerte que una viga normal. Las vigas-I de madera, a veces, tienen almas (vertical) más delgadas de 7 milímetros. En un incendio sin embargo, lo que significa condiciones más calientes, los dos elementos de construcción se comportan totalmente diferentes. La viga-I tiene un perímetro mayor, lo que significa que más madera es atacada simultáneamente por el fuego. Tan pronto como el alma falla, el elemento colapsará. Esta ahora claro que las vigas-I no son del todo resistentes al fuego.

En los EE.UU. numerosos estudios se han hecho en esta materia. Un gran número de test mostró que los suelos de madera, con entramados ligeros de madera, tienen una resistencia al fuego de 8 minutos. Esto significa que el suelo colapsará (o que un bombero caerá a través) poco después de que el incendio haya empezado

¿Cuánto tiempo pasa hasta que alguien se da cuenta del incendio? ¿Cuánto tiempo se tarda en dar la alarma? ¿Cuánto tarda el servicio de bomberos en llegar a la escena? En la escena ¿cuánto se tarda en estirar y cargar una línea de manguera y empezar el ataque interior?

Es obvio que el suelo estará gravemente debilitado en el momento que el equipo empieza el ataque interior. Cuando nos enfrentamos a un incendio de sótano, el equipo de ataque que avanza con la línea de manguera significa una carga muy pesada en el suelo ya debilitado. Un equipo de ataque de dos bomberos, que llevan ERA y el equipamiento, puede exceder fácilmente los 200kg. Esto explica por qué muchos bomberos han caído a través del suelo en EE.UU

El mismo razonamiento puede ser aplicado a los techos. Cuando los bomberos están operando en la misma planta que el incendio, tienen que ser conscientes de un posible colapso del techo. En estas situaciones, los mecanismos detrás del colapso son incluso más complejos. Las vigas de madera dentro del techo podrían colapsar, pero también las columnas o paredes que soportan el techo lo podrían hacer.

En general, las construcciones ligeras soportan muy mal los incendios. Son una seria amenaza para los equipos de bomberos.

## 2.2 Propagación del incendio y propagación de la llama

Los códigos de construcción belgas permiten el uso de construcciones ligeras de madera en viviendas unifamiliares (y en filas de casas también siempre que haya una pared resistente al fuego entre las diferentes viviendas)

Afortunadamente en Bélgica hay algo como un Decreto real sobre "Normas básicas". Este decreto estipula un gran número de exigencias, las cuales deben cumplirse al construir edificios de apartamentos, edificios de oficinas... Una de estas exigencias se refiere a la resistencia al fuego de los elementos estructurales del edificio. La resistencia al fuego requerida, permitirá a la construcción, mantener la integridad estructural durante algún tiempo durante un incendio. De esta forma, los equipos de bomberos pueden operar seguramente dentro del edificio. Las normas de resistencia al fuego pueden hacer que el incendio quede confinado dentro del compartimento ya que las paredes del compartimento contrarrestarán la propagación del incendio un cierto tiempo

Las paredes y suelos están normalmente hechos de materiales como hormigón o ladrillos (para las paredes) y por tanto suelen ser una barrera formidable para el paso del fuego. Debido a estos métodos de construcción, hay relativamente pocos colapsos en los incendios en Bélgica.

Es simplemente imposible conseguir el mismo resultado cuando se usan paredes de y suelos de madera. Con el fin de construir una pared de madera resistente al fuego, la

pared tendría que ser protegida. Esto puede ser conseguido añadiendo revestimiento de protección como los paneles de yeso.

Hoy en día en Norte América, los edificios de apartamentos están hechos casi por completo usando madera. Es posible que esto tenga un coste bajo. Y cuando es barato, siempre hay alguien dispuesto a hacerlo. En Bélgica, esto no es barato ya que todas las paredes y suelos tendrían que protegerse para conseguir la necesaria resistencia al fuego. Sin embargo sucede de vez en cuando

En Nieuwstraat en Bruselas, una compañía de construcción estaba levantando un edificio de apartamentos. La idea era añadir alrededor de 200 unidades en la parte superior de un edificio ya existente. Si esto se hubiera hecho usando hormigón, esto supondría problemas en términos de capacidad de soportar carga del edificio original. Usando madera, se hace posible añadir varias plantas a la construcción. El plan estipulado añadía un revestimiento protector de la madera. Sin embargo el fuego empezó durante la construcción en el momento cuando la protección no estaba aun instalada. El servicio de bomberos de Bruselas se encontró luchando contra un fuego masivo. El fuego se propagó rápidamente a través de todo el edificio. Después de todo, no había medidas en el sitio para parar la propagación del incendio. Durante la construcción (edificación, renovación, demolición etc...) de construcciones ligeras con madera existe un gran peligro de incendio. Y cuando el incendio alcanza un cierto tamaño, el servicio de bomberos ya no puede trabajar con seguridad.



En Youtube hay un video dramático de un incendio en Houston, Texas. El video muestra un trabajador de la construcción que está atrapado en un balcón de un edificio de apartamentos de madera en construcción (en la búsqueda poner "man on balcony in burning building").



Al principio del video, se puede ver al hombre que ha huido al balcón. Aparentemente no hay tiempo para escapar escaleras abajo. El video muestra claramente lo rápido que el fuego se propaga. En muy poco tiempo, el fuego ha engullido todo el piso superior.

El hombre es salvado por el servicio de bomberos que usa un camión escala. Durante el rescate la pared de la planta superior colapsa. Ambas figuras son tomadas solo con un minuto y medio de diferencia

**Figura 4 y Figura 5** Dos fotos muestran el progreso de un incendio en un edificio de apartamentos de madera. (©Footage: Karen Jones)

### 2.3 Incendios de construcción

Las construcciones ligeras como estas, también llevan un riesgo mayor para los incendios de las construcciones. En tales edificios, toda la instalación eléctrica (cableado, enchufes...) están ubicados dentro de las paredes, como en los edificios de ladrillos. La diferencia es que el ladrillo no es inflamable. Una instalación eléctrica es una fuente de ignición. Cuando algo va mal en el circuito eléctrico, las temperaturas pueden aumentar muchísimo en ciertas localizaciones. En una pared de ladrillo, esto no es un problema. En una pared de madera, un fuego en forma de brasas puede desarrollarse. Este se volverá en un incendio al que es difícil acceder y que se propaga lentamente. Cuando el fuego se ha propagado dentro de la construcción, se convierte en un incendio de construcción. Esto es una situación muy cambiante para el servicio de bomberos.

Se forma un riesgo adicional importante, cuando el fuego avanza y logra encender un mueble en una habitación. Esto podría ser un sofá que está pegado a la pared. Luego, encima del incendio de construcción, un incendio ventilado o infraventilado se desarrollará también. En este punto, será muy difícil salvar el edificio.

### 2.4 Evaluación

En Bélgica, hay una tradición de construir con ladrillos las casas. Hay un proverbio belga que se traduce en: "un belga nace con un ladrillo en su estómago". Las casas de ladrillos son muy normales para ellos. Aparte de esto, el estatus importa mucho también. La gente quiere construir una casa barata, pero no quiere que nadie lo vea. Así que el número de casas de maderas está incrementando, pero no se ve en el promedio de las calles belgas. La mayoría de casas de maderas tienen una pared de ladrillo como acabado exterior. La construcción de madera es por tanto muy difícil de distinguir de un clásico edificio de ladrillo



**Figura 6** Construcción de una casa de madera.  
(Photo: Nathalie Van Moorter)



**Figura 7** La misma casa una vez terminada. El ladrillo se ha elegido como acabo exterior. La casa parece igual que una construcción tradicional. (Photo: Nathalie Van Moorter)

Si un incendio comienza en tal casa, hay un riesgo para los bomberos de ser pillados bajos de guardia. A la llegada, nada indicaría inmediatamente que hay un incendio en una casa de madera. En un incendio ventilado, los bomberos se enfrentarían

probablemente a unas llamas que salen por la ventana y las puertas. Este incendio implica un ataque térmico masivo a las paredes y techo.

La experiencia nos dice que esto no es un problema para los bomberos en un edificio de ladrillos y hormigón pero no es lo mismo para las casas de madera. Cuando el servicio de bomberos se enfrenta con un incendio en la planta baja durante la noche, realizar la búsqueda y recate en la planta superior no se hace sin riesgos. Posiblemente el fuego ha debilitado la construcción hasta un grado en el que el equipo de búsqueda puede caer a través del suelo. En este caso, podrían caer directamente a la habitación del incendio.

En una casa con paredes de ladrillos y suelos de hormigón, es perfectamente posible el mandar un equipo a que realice el ataque al fuego mientras el segundo equipo empieza la búsqueda de víctimas en el piso de arriba, en las habitaciones por ejemplo. En suelo de hormigón garantiza la estabilidad estructural. Esto no es el caso en las casas de madera.

En una casa de madera, el fuego puede propagarse a las paredes también. El fuego será capaz de propagarse entonces a toda la construcción. Especialmente las plantas situadas encima y el ático, están probablemente envueltas en llamas. Tan pronto el fuego se propaga al ático y/o al techo, es muy difícil salvar las casas. En las situaciones donde la fachada es de ladrillo, el servicio de bomberos probablemente no considerará esta posibilidad al principio. Cuando se enfrenta a un incendio en una sola habitación en la etapa de crecimiento, los bomberos lo apagarán rápidamente. En una casa de ladrillos, este es típicamente el mayor problema. Es una casa de madera, los bomberos tendrán que asegurarse si el fuego se ha propagado dentro de la construcción o no.

### 3 Casos

#### 3.1 Houston, Texas: colapso del tejado

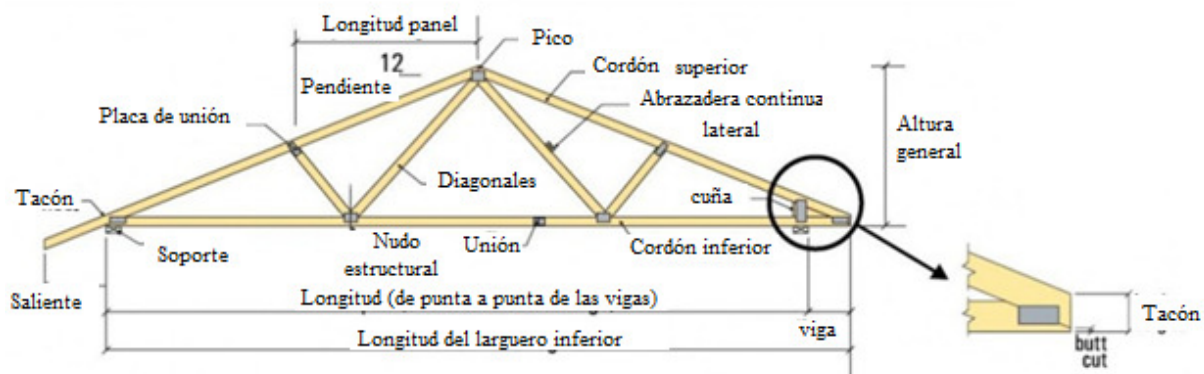
El 31 de mayo de 2013, a las 12:08, el servicio de bomberos de Houston fue llamado por un incendio de un ático de un restaurante. El departamento de bomberos de Houston es un departamento con 3800 bomberos profesionales que protegen a más de 2 millones de personas en un área de 1600 km<sup>2</sup>. Esto es el doble de población de Bruselas en un área diez veces más mayor.

El primer camión en la escena, el camión 51, confirma la acumulación de humo pesado, visible mientras están dirigiéndose a la escena del incendio. Ellos llegan a las 12:12 y empieza un ataque interior. La cámara térmica indica una temperatura del techo de 84°C. La hora es 12:15. El equipo de ataque entra unos tres metros dentro de la estructura y empieza a apagar usando una línea de 70mm. Describen las condiciones interiores como "no calientes pero con cero visibilidad". Debido a un posible problema con el suministro de agua, ellos salen a las 12:18. Dos minutos más tarde, el equipo del camión 51 reinicia el ataque interior, ayudado por un equipo del segundo vehículo, del camión 68. Una segunda línea de ataque es desplegada dentro del edificio. Alrededor de las 12:23, parte de edificio colapsa. Cuatro bomberos mueren. Otros 15 son gravemente heridos. En este momento, el camión 51 solo ha estado en la escena 12 minutos.

Este trágico incidente ha sido extensamente estudiado. Se pidió a una empresa de ingeniería que examinara la estabilidad de la estructura del edificio. El tejado estaba apoyado en cerchas. La figura 8 muestra un esquema de ese entramado. Tales

construcciones son muy populares porque son muy fuertes. Con una limitada cantidad de materiales, es posible abarcar una gran distancia. En Bélgica las cerchas se usan típicamente en la industria y son de acero. En habitaciones que abarcan grandes distancias, estos elementos se usan a veces.

La desventaja es que es muy frágil. Debido a que cada cercha tiene una baja masividad, colapsará muy rápidamente cuando hay un incendio. Encima de esto, las placas utilizadas para conectar los cordones requieren especial atención cuando se trata con cerchas de madera. Los cordones y diagonales a menudo están conectados por placas de unión o placas de clavos. Estos no son más que una delgada placa de metal con una cuadrícula de clavos encima de ella. Estas láminas están unidas a los cordones y esta es la forma por la que toda la cercha mantiene su forma. Lo que es peligroso es que estas placas tienden a romper durante el fuego. Se deforman y son sacados de la madera debido al calor como una cáscara de plátano. Tan pronto como las placas de unión no unen suficientemente los cordones y las diagonales el colapso puede ocurrir. El restaurante en Houston había sido renovado y el techo que había consistido inicialmente en cubiertas ahora tenía tejas de cemento que se colocaron encima de las cubiertas. Esta carga extra, había hecho que el colapso ocurriera incluso antes de lo que lo habría hecho de otro modo.



**Figura 8** El entramado de madera del restaurante de Houston. Entramados como este están hechos de largueros y diagonales que son unidos mediante placas de unión. (Drawing: [1])

Las investigaciones posteriores mostraron que los empleados del restaurante ya habían notado el olor de algo ardiendo unas tres horas antes. Varias búsquedas rápidas se habían hecho para el posible incendio, pero no se había encontrado nada. Probablemente, un incendio de construcción estaba en brasas. No fue hasta que el incendio salió de la construcción, cuando se advirtió. Sólo entonces se alarmó el servicio de bomberos... mientras todo ese tiempo, unas tres horas, estuvo ardiendo extendiéndose a las paredes de madera.

### 3.2 Municipio de Colerain, Ohio: bomberos caen a través del suelo

El 4 de abril de 2008, el servicio de bomberos de Colerain fue llamado para un incendio en una casa unifamiliar. Este particular servicio de bomberos está compuesto por 60 bomberos profesionales y 150 voluntarios protegiendo 60.000 habitantes en un área de 117 km<sup>2</sup>.

A las 6:11 de la mañana los bomberos responden a una alarma automática de incendios. Al as 6:20 el incendio es confirmado por los que van. El primer camión llega 3 minutos

más tarde. Los equipos que llegan a la escena son informados por el dueño de que hay un incendio en el sótano y les dice también que todo el mundo está fuera de la casa. Dos bomberos (un capitán y un bombero) empiezan un ataque interior usando una manguera de 45mm. Las condiciones dentro son descritas con un humo moderado en el pasillo. Se tarda un tiempo en avanzar con la manguera en el edificio. Un tercer bombero sube para ayudar al equipo. El equipo de ataque desciende por las escaleras al sótano. El tercer bombero vuelve fuera para coger más manguera. Cuando vuelve a la puerta es ordenado que se quede fuera por el capitán. El equipo de ataque está en problemas.

Los esfuerzos para salvar al equipo de ataque empezaron a las 6:37. Esto es 14 minutos después de que llegara el primer camión. El equipo de rescate se da cuenta de que el suelo ha colapsado parcialmente. Los dos bomberos del equipo de ataque tristemente perdieron la vida en ese colapso.

La investigación después mostró que el equipo de ataque entró en la estructura 16 minutos después de que la alarma se disparara. En ese momento, el fuego solo había estado ardiendo unos 16 minutos a lo máximo. Las vigas que soportaban el suelo de madera de la planta baja, era de 5 cm de ancho y 25 cm de alto. Sin embargo, se derrumbaron porque habían sido debilitados por el fuego. Los investigadores asumieron que el equipo de bomberos fue forzado a retirarse por el intenso calor del sótano. Luego, probablemente cruzaron la habitación hacia la puerta. El peso combinado del equipo de ataque era demasiado para las vigas de apoyo debilitadas y el suelo se derrumbó. El equipo de ataque cayó en la habitación ardiendo.

Durante este corto marco de tiempo 16 minutos, las vigas de madera de 5 cm de ancho fueron debilitadas y se produjo el colapso. *Pensad sobre lo que esto significaría si esto hubiera sido con vigas-I con un alma de 7mm.*

### 3.3 Ukkel

En Bélgica también, ha habido al menos un incidente con construcciones ligeras que jugaron un importante papel en el resultado de una operación de lucha contra incendios. El 30 de agosto de 2008, dos bomberos de Bruselas perdieron sus vidas en Ukkel. El edificio incendiado estaba hecho de varias partes diferentes. La parte en la que los bomberos murieron, era de construcción ligera de madera. Una explosión de humos hizo que la estructura colapsara parcialmente. El comportamiento extremo del fuego fue el factor más determinante del resultado. La explosión de humos causó directamente el colapso. La cuestión que permanece es si el mismo resultado hubiera pasado en un edificio de hormigón. ¿Se habría propagado el humo fácilmente por las diferentes partes del edificio? ¿Habría colapsado también un edificio de hormigón debido a la explosión de humos?

## 4 Soluciones

El problema planteado de las construcciones ligeras es difícil de solucionar. Afortunadamente –por ahora- este tipo de construcción es rara en Bélgica. Debido a esto, la gente será reacia a presentar diferentes tipos de soluciones radicales. Sin embargo, en el futuro, la cantidad de estas construcciones continuarán aumentando. Las construcciones ligeras de madera son baratas y esta es la razón por qué podemos



esperar un aumento de estas construcciones. Las soluciones posibles a este problema se ofrecen debajo.

#### 4.1 Registro de la estructura de los edificios.

Solo hay una forma segura de prevenir que un bombero salga herido en un colapso. La única manera es permanecer afuera y permanecer fuera de la zona posible del derrumbamiento del edificio.

La preparación puede ayudar inmensamente aquí. Un registro puede hacerse de los edificios y de la estructura que tienen. La central podría entonces consultar ese registro al recibir la alarma. La información sobre el tipo de estructura podría comunicarse mientras se va a la escena. De esta forma, los bomberos saben de antemano si están tratando con una construcción ligera. Si es necesario, pueden ajustar sus tácticas. Esta es la única forma de evitar incidentes como los descritos anteriormente. Claro, esto es un proyecto de gran envergadura, pero podría ser útil de otras maneras. Muchos edificios industriales son construidos usando acero. El acero es un material de construcción que tiene una resistencia al fuego limitada cuando se deja sin protección. En estos casos también, es una ventaja para los equipos de bomberos el tener la información al comienzo de la operación.

#### 4.2 Entrenar y educar en los métodos de construcción y mecanismos de colapso

El servicio de bomberos no pone mucho esfuerzo en educar a sus bomberos, especialmente de medio y bajo rango, en los diferentes métodos de construcción. Un curso con diferentes métodos de construcción podría ser útil. Cada tipo de construcción tiene sus propias ventajas y desventajas. Ciertos tipos de construcción pueden reaccionar muy bien durante un incendio. Otros tienen problemas específicos. Por ejemplo, las paredes de ladrillo y los frontones o gabletes, se sabe que caen hacia fuera cuando su conexión con el resto de la estructura se ha quemado. Accidentes como el de Jodoigne en 2011, revelan que estos mecanismos de colapso no son suficientemente conocidos por los bomberos. Un curso en esta materia podría ayudar.

Si el servicio de bomberos es capaz de identificar el tipo de construcción, se pueden evaluar mejor - cuando se está capacitado y bien informado sobre el tema - los diferentes riesgos. En 2013, el artículo 18 de esta serie hablaba de colapsos. "el edificio es tu enemigo". Este artículo era también un esfuerzo inicial de incrementar el conocimiento en los diferentes tipos de estructura. El conocimiento en los métodos de construcción generalmente vendrá muy bien en los incendios de construcción.

#### 4.3 Gran impacto

Si alguna vez hay un cambio real hacia la vivienda de madera, entonces esto tendrá un impacto muy grande en cómo el servicio de bomberos hace su labor. En esta perspectiva, quizás sería interesante, mirar a los departamentos de bomberos responsables de áreas donde las casas están construidas principalmente en madera. El servicio de bomberos de Sídney está tan organizado, que el primer camión es capaz de llegar a la escena entre los 5 a 10 minutos después de la alarma. Ellos tendrían por lo tanto el fuego bajo control en los 5 minutos siguientes salvando la casa. Si el fuego se propaga por dentro de la

estructura, la casa estará perdida entonces. Para lograr esto, se requiere un personal profesional mucho mayor. El equipo está en los parques con un solo camión y 4 bomberos. Haciendo esto, se forma una red de parques muy ajustada. Cada parque tiene una zona pequeña de respuesta donde llegará primero a la escena

La misma organización puede encontrarse en los EE.UU. y Canadá. Aquí los bomberos profesionales protegen áreas suburbanas de tal forma que son capaces de enfrentarse a un incendio en casas de madera suficientemente rápidamente.

En Bélgica, los bomberos voluntarios forman la base de los servicios de bomberos en los suburbios. El tiempo de respuesta de un bombero voluntario es generalmente un par de minutos más que los bomberos profesionales. Después de todo, ellos tienen que conducir primero al parque de bomberos. Esto significa que el tiempo de respuesta es incluso mayor. Ambos factores implican que el servicio de bomberos a menudo no alcanzará la escena del incendio lo suficientemente rápido como para parar el fuego en una casa de madera. Puede ser que en el futuro, el servicio de bomberos se enfrente con más incendios en las casas donde el edificio quema completamente hasta el suelo

## 5 Yo sigo soñando

En 2003, una nota de Martin Luther King en el artículo de Karel Lambert: yo tengo un sueño. Era una llamada a la acción. Una llamada a empezar a aprender de los incidentes en Bélgica. En la mayoría de países, todos y cada uno de los accidentes serios son investigados a fondo. Se escriben informes donde las personas aprenden todo lo posible de qué fue mal. A veces, literalmente, miles de horas son empleadas en analizar un accidente y escribir un informe claro, de forma que ese trágico incidente no se vuelva a repetir. No se ahorra ningún gasto o esfuerzo para asegurarse de que los bomberos que perdieron la vida, no lo hicieran en vano...

*Yo sigo soñando*

## 6 Bibliografía

- [1] *Firefighter fatality investigation FFF FY 13-08, Texas state fire marshall, 2013*
- [2] *Van Impe Rudy, Postgraduate studies in fire safety engineering, Passive fire protection, course at UGent, 2010*
- [3] *Lambert Karel, The building is your enemy, De brandweerman, September 2013*
- [4] *Lambert Karel, Ukkel, De brandweerM/V, May 2016*
- [5] *NIOSH, Firefighter fatality investigation and prevention program, 2008-09, A Career Captain and a Part-time Fire Fighter Die in a Residential Floor Collapse—Ohio, 2009*