



EVALUACIÓN DE LA CARGA DE FUEGO DE ELEMENTOS DE MOBILIARIO ESTANDARIZADOS

Eje 4: Hábitat e infraestructura

Benedetti Rubén¹

Ibañez Marcelo²

Borromeo Mariela³

Angiolini Hernán⁴

Povrzenic Javier⁵

Espinosa Ana⁶

Jacinto Natalia⁷

Luciani Flavio⁸

Floriani Eduardo⁹

Manavella Andrea (colaborador)¹⁰

¹ cdt-SaSEd (Centro de Desarrollo Tecnológico en Salud y Seguridad Edilicia), Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño (FAPyD) UNR , Argentina, ruben.benedetti@gmail.com; sased@fapyd.unr.edu.ar

² cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, mar_ibanez@hotmail.com

³ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, arqmarale@yahoo.com.ar

⁴ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, hernanangiolini@hotmail.com

⁵ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, javierpovrzenic@hotmail.com

⁶ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, anaemiliaespinosa54@gmail.com

⁷ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, nataliajacinto@hotmail.com

⁸ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, flavio_luciani@hotmail.com

⁹ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, edurefloriani@gmail.com

¹⁰ cdt-SaSEd, FAPyD UNR, Argentina, anyumanavella@hotmail.com



RESUMEN

El cálculo de carga de fuego de los locales que integran un edificio es una herramienta básica para el proyecto y diseño de las medidas de protección contra incendio. Consiste en determinar la equivalencia de los elementos contenidos en el mismo expresada en kilogramos de madera, cuyo poder calorífico es conocido. El conocimiento de la carga de fuego específica de un local o edificio constituye un dato inicial que permite determinar las medidas de protección pasivas o activas a considerar, para asegurar las condiciones que garanticen la evacuación y posibiliten la extinción.

En el ejercicio profesional, se recurre generalmente al cálculo de carga de fuego aplicando y definiendo el poder calorífico de la madera equivalente a 18,41 MJ/kg (4400 Kcal/kg). En el cálculo se deben incluir todos los materiales combustibles presentes en el sector considerado, aún los incorporados al edificio, ya que dichos materiales al quemarse liberan calor, que según la ecuación de carga de fuego, puede cuantificarse por un proceso de reducción a una referencia patrón, siendo considerado como calor que se libera en un incendio en el que se quema solamente madera en cantidad equivalente

La diversidad de materiales y mobiliario presentes en el mercado, la falta de conocimiento sobre su origen y la dificultad para analizar e identificar cada uno de sus componentes individuales para evaluar su comportamiento frente al fuego, hacen evidente la carencia en nuestro país de una tabulación que contenga una valoración directa de la carga de fuego equivalente de elementos usuales en viviendas, edificios administrativos, educativos, etc. específicamente en lo que se refiere a mobiliarios, revestimientos, decoración, etc.

El presente proyecto plantea la realización de una evaluación sistematizada, que permita expresar la carga de fuego, asociándola a artículos concretos a partir de una cuantificación ajustada de los elementos que componen cada uno, y el estudio de la carga de fuego específica de cada componente (madera, espuma, poliéster, etc.) obteniendo como producto final la construcción de una tabla que permita, a partir del conteo de los elementos concretos, obtener un valor más preciso de carga de fuego, facilitando una operación que en la actualidad debe realizarse evaluando materiales genéricos. En esta instancia, el cálculo y tabulación se proponen a partir del análisis y cuantificación de los componentes de cada elemento, que será descompuesto, para cuantificar los pesos y volúmenes implicados, sin intervención de técnicas calorimétricas experimentales que requieren instalaciones específicas y una enorme inversión.

PALABRAS CLAVES: CARGA DE FUEGO - MOBILIARIO - TABULACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Es necesario realizar ciertas reflexiones sobre la seguridad contra incendio en las edificaciones a partir del relevamiento de los objetos y mobiliarios que componen nuestro entorno habitable para comprobar el elevado porcentaje, de aquellos objetos que forman parte integrante de nuestro bienestar y que en determinadas condiciones representan algún tipo de riesgo.

Con el fin de disminuir esta probabilidad de riesgo de incendio y ante todo con el objeto de prevenir, debemos observar, analizar y seleccionar, si es posible desde el proyecto, el material con el cual se encuentran ejecutados, y si estos son combustibles, determinar su grado de combustibilidad a los



finés de proceder en el re-diseño del local o en la elaboración de un procedimiento para actuar ante un evento o siniestro.

Se puede afirmar que la casi totalidad de los objetos familiares que rodean nuestra vida cotidiana en nuestro hábitat y en el puesto de trabajo conlleva algún tipo de riesgo de ignición.

En función de lo anteriormente expuesto podemos decir que la determinación del valor de la carga de fuego asume cada vez mayor importancia dado que numerosos parámetros relacionados con la detección de riesgos de incendios son expresados en función de este marco de referencia. Toda medida de protección contra incendio tiene como propósito reducir el peligro de combustión en un objeto determinado. Se trata específicamente de adoptar medidas preventivas que tengan por finalidad disminuir la probabilidad de que se inicie un incendio o, en caso que se produzca, lograr que el fuego no se propague rápida y libremente evitando causar grandes daños. Como es sabido la acción del fuego puede ocasionar riesgos importantes o daños en dos ámbitos claramente definidos, a saber: a) sobre el inmueble propiamente dicho, es decir sobre la estructura material del edificio, ó b) sobre su contenido, que involucra a las personas y bienes materiales que se encuentran en su interior. Por ello al realizar la evaluación del riesgo para determinar las medidas de protección contra incendios a adoptar deben considerarse siempre ambos parámetros.

La obtención del valor que refleja el concepto de carga de fuego permite determinar la cantidad total de calor que es capaz de desarrollar la combustión completa de todos los materiales combustibles contenidos en un sector de incendio. En este sentido permite definir a priori el comportamiento de los materiales constructivos, la resistencia de las estructuras y las instalaciones óptimas a proyectar para la prevención y detección de procesos de ignición. La legislación vigente a nivel internacional relativas a la construcción y proyecto de edificios, materiales de construcción, instalaciones eléctricas y de calefacción, talleres, etc., tienden a dicho fin (INHST, 2018; NFPA, 2010; Cepreven, 1985; Ayuntamiento de Zaragoza, 1980). Sin embargo, en nuestro país la normativa en la materia es muy escasa, desactualizada y descontextualizada; asimismo, las normas de resistencia al fuego proporcionan una serie de parámetros y prescripciones que deben cumplir los materiales y elementos constructivos clasificándolos de acuerdo a su grado de combustibilidad, pero en muchos casos los criterios de clasificación no coinciden entre sí (IRAM 11911, 1995; Código de Edificación CABA, Decreto 351/79 Anexo VII).

Algunos métodos desarrollados en un software específico apuntan a obtener valores de riesgos de incendio (RI) teniendo en cuenta diferentes factores y características constructivas (www.face2fire.com). También existen tablas de cargas de fuego precalculadas, que consideran valores aproximados en función de las superficies y destino de los sectores de incendio a analizar; ejemplo de ello son: oficinas, talleres, comercios, etc., sin embargo las mismas se utilizan como referencia estimativa para una apreciación preliminar, pero no como valor de cálculo (Red Proteger, 2018).

En el ejercicio profesional, se recurre generalmente al cálculo de carga de fuego aplicando y definiendo como poder calorífico de la madera equivalente a 18,41 MJ (4,4 Kcal/kg). En el cálculo se deben incluir todos los materiales combustibles presentes en el sector considerado, aún los incorporados al edificio tales como pisos, cielorrasos, revestimientos, puertas, etc. Éstos últimos se deben tener en cuenta porque al quemarse liberan calor, que según la ecuación de carga de fuego, puede cuantificarse mediante un proceso de reducción a una referencia patrón, del que se obtiene un valor considerado como calor que se libera en un incendio en el que se quema solamente madera



en cantidad equivalente. De esta forma se deduce que para resolver los problemas de carga de fuego es necesario:

- a) Conocer la superficie del sector que estoy calculando
- b) Conocer el tipo de materiales que se encuentran en el área a calcular y la cantidad en peso y volumen de cada uno de ellos
- c) Conocer los valores del poder calorífico de los materiales, compuestos, productos y asociaciones complejas de objetos, que están dentro de los sectores de incendio: combustibles, muebles, cargas depositadas, alfombras, cortinas, ropas, materiales de construcción, etc. Esta información que se encuentra disponible y accesible en forma de tablas de datos ofrece el valor del poder calorífico o calor liberado unitario, por Kg de material que realiza la combustión.

La diversidad de materiales y mobiliario presentes en el mercado, la falta de conocimiento sobre su origen y la dificultad para analizar e identificar cada uno de sus componentes individuales para evaluar su comportamiento frente al fuego, hacen evidente la carencia en nuestro país de una tabulación que contenga una valoración directa de la carga de fuego equivalente de elementos usuales en viviendas, edificios administrativos, educativos, hoteles, hospitales, etc. específicamente en lo que se refiere a mobiliarios, revestimientos, decoración, etc., confirmando el principio y fundamento de la presente investigación.

El proyecto propone la realización de una evaluación sistematizada que permita expresar el valor de la carga de fuego con la mayor precisión posible asociándolo a artículos concretos como sillas, escritorios, sillones, armarios, etc. de diferentes tipos, diseño y material que se encuentren presentes en cada local y/o sector de incendio a relevar y analizar. Es importante considerar que la ausencia de valores específicos para elementos usuales mobiliarios, equipamiento, revestimientos, obliga a calcular por analogía la carga de fuego total, situación que puede conducir a errores de juicios severos por considerar esto despreciable, ó, por el contrario, implique un cálculo del que se obtengan valores exagerados que determinen cómputos de materiales que arrojen mayores costos y posean innecesariamente cierta complejidad.

Objetivos Generales:

*Evaluar la carga de fuego de elementos usuales de equipamiento edilicio tales como muebles en general, revestimientos de diferentes tipos, elementos de decoración, etc. a partir del análisis y cuantificación de sus componentes.

*Sistematizar un método de evaluación de carga de fuego de los componentes específicos de los elementos usuales de equipamiento en diferentes edificios a considerar según interés del objeto de investigación.

*Diseñar y graficar diversidad de tablas con los valores obtenidos, de manera de permitir un rápido y estandarizado cálculo de la carga de fuego de locales y edificios en particular.

Objetivos Específicos:

*Elaborar un catálogo mediante planillas que contengan tablas que registren los datos de valores de carga de fuego de artículos específicos de equipamiento y mobiliario, de manera de permitir el cálculo sencillo de la carga de fuego total en locales



*Facilitar las herramientas dúctiles para la correcta adopción de medidas activas y pasivas para la protección de incendios.

*Determinar los valores específicos para los artículos que son más usuales; tales como mobiliarios, revestimientos, decoración, etc. empleados en edificios destinados a distintos usos; evitando incurrir en errores que devengan en la adopción de medidas de prevención y protección contra incendios insuficientes o mucho más costosas que las realmente necesarias.

*Proporcionar a las empresas, los profesionales y a los usuarios en general, datos técnicos cuantificables que permitan a través de información superadora agilizar y ajustar el procedimiento usual de cálculo de carga de fuego en locales donde la misma esté conformada mayormente por elementos de equipamiento y mobiliario fabricados con materiales de rápida combustión.

2. DESARROLLO

Desde el punto de vista metodológico se propone un tipo de investigación empírica, exploratoria, descriptiva y analítica, que realizada mediante un proceso de observación y medición planificado según los objetivos que se pretenden alcanzar, permita analizar y cuantificar los componentes de los objetos observados con el fin de generar datos objetivos y precisos que se transformen en una herramienta confiable y útil para agilizar y precisar los valores de carga de fuego resultantes de determinados sectores de incendio. El desarrollo y metodología de la investigación puede sintetizarse en los siguientes pasos:

2.1- Etapa INDEXADO, EVALUACIÓN y CÁLCULO

Se realiza en primer término un índice de elementos usuales presentes en los edificios, como mobiliario en general de modo discriminado, equipamiento relevado e inventariado, tipos de revestimiento y decoración en todas sus manifestaciones de materialización, a efectos de catalogar al inicio los elementos a estudiar, clasificándolos en rubros para su fácil ubicación posterior, y eventualmente diseñando planillas o tablas con diferentes criterios de entrada.

En esta etapa se indagan asimismo nuevas fuentes informativas referidas a carga de fuego de elementos constructivos y materiales, recurriendo a la búsqueda de fuentes internacionales – organismos técnicos, agencias de protección contra incendio – y fabricantes de materiales usuales que reúnan información específica al respecto y que permitan ampliar la acotada disponibilidad de datos aplicables a diferentes materiales, variedad de equipamiento y diversidad de mobiliario.

A partir de la información disponible y los nuevos datos que se reúnen sobre el poder calorífico o carga de fuego de los distintos elementos constitutivos del equipamiento y mobiliario, se avanza hacia una segunda etapa del proyecto que se encuentra actualmente en desarrollo, y que consiste en calcular la carga de fuego total de cada artículo, a partir de la sumatoria de carga de fuego correspondiente a sus diversos componentes. Para ello, se analizan y desglosan en gabinete, los distintos componentes de un objeto característico que ejemplifique cada uno de los rubros listados, ayudados en los casos en que sea posible por los datos aportados por los fabricantes, o recurriendo a los datos recolectados en tablas. Se procede entonces a “despiezar” en forma real o virtual cada artículo (silla, mesa, escritorio, etc.) evaluando el peso y volumen de cada componente, como es el caso de la estructura tubular, la terminación de pintura, la variedad de tipología de herrajes, telas y paños de tapizados, etc., asignándose el aporte de carga de fuego de cada uno de estos componentes, para calcular luego la carga de fuego correspondiente al artículo considerado. En la



obtención del valor de carga de fuego se emplea instrumental certificado (balanzas) para la verificación del peso de los diferentes componentes analizados, adquirido recientemente por el equipo de investigación. Asimismo, para sistematizar el procedimiento y los resultados de cada medición y evaluación que se realiza se implementa un formulario de relevamiento específico, diseñado por miembros del equipo que permite reducir los errores inducidos por diferentes criterios de cálculo en la instancia de recolección de datos.

2.2 - Procedimiento de TABULACIÓN

A partir de los valores obtenidos se procede a la construcción de un sistema de tabulado, que permita asociar a cada artículo, un valor concreto de carga de fuego, construyendo como resultante de este análisis una matriz que asocie la representación gráfica del elemento observado, su descripción y la de sus componentes, con la carga de fuego individual equivalente resultante del cálculo.

La tabla es única para cada elemento, artículo, producto, etc. observado; en ella se registra cada unidad material que interviene con los datos de carga de fuego, basados en mediciones y posteriores cálculos homologados a Kcal/kg de madera equivalente. Cada tabla es considerada una ficha técnica, que contiene en general los datos necesarios a recabar y registrar según el caso, tales como el artículo al cual se hace referencia con la descripción de los elementos componentes despiezados, por lo que existe una columna que permite listar los mismos a los fines de obtener referencia del material con el cual se ha producido. Otras deben registrar las dimensiones (el alto, el ancho y el espesor) a los fines de realizar las operaciones aritméticas para arrojar resultados en volumen (m³) y en peso (kg). Estos resultados se articulan con la columna del poder calorífico con el cual se identifica el material según las normativas consultadas. La columna del “k” identifica la cantidad de componentes idénticos que integran el artículo y mediante su aplicación se consigue la carga de fuego parcial. En ella se encuentra incorporado el dato sobre las conversiones de unidades que la determinan. La suma de los parciales permite arribar al total del artículo analizado. La imagen siguiente constituye un ejemplo de la “ficha técnica de carga de Fuego” de una tipología de silla utilizadas en diferentes locales (Fig. 1).

FICHA TÉCNICA CARGA DE FUEGO								
Descripción: Silla metálica tipo hotelera, apilable								
ELEMENTO	MATERIAL CONST.	ALTO (M)	ANCHO (M)	ESP. (M)	VOLUMEN (m ³)	PESO (KG)	PODER CALORIFICO (KCAL/KG)	SUBTOTAL CARGA DE FUEGO (KCAL)
Estructura tubular	tubo acero	0,92	0,43			4,200		1
Base asiento	terciado madera	0,42	0,39	0,005	0,001	0,440	4,500	1980
Base respaldo	terciado madera	0,44	0,39	0,005	0,001	0,470	4,500	2115
Tapizado asiento	jacquard poliéster					0,112	4,000	448
Tapizado respaldo	jacquard poliéster					0,160	4,000	640
Acolchado asiento	espuma poliéster	0,42	0,39	0,08	0,013	0,520	6,000	3120
Acolchado respaldo	espuma poliéster	0,44	0,39	0,04	0,007	0,270	6,000	1620
Regaton regulable	PVC					0,004	5,000	70
CARGA DE FUEGO								Kcal 9993

CONVERSION DE UNIDADES 1kcal = 4,1855 x 10³ Joule 1 Mcal = 1000 Kcal = 1000000 cal
1 kJ = 0,23892 kcal

Fig. 1: Formulario de relevamiento diseñado para sistematizar datos



2.3- Proceso de ANÁLISIS e INTERPRETACION de DATOS en avance.

Una vez tabulados los datos se procederá a confrontar los valores de carga de fuego obtenidos para un mismo sector de incendio empleando la cuantificación propuesta en la nueva tabulación realizada, con los resultados de cálculos efectuados por estimación genérica a partir de los registros relevados en tablas ejecutadas con anterioridad. Esta comparación se elabora a los efectos de verificar la efectividad de los resultados obtenidos y poder arribar a conclusiones sobre la eficacia del método propuesto, la validez y aplicabilidad de las nuevas “Fichas Técnica tabuladas”.

2.4- Etapa de DIFUSIÓN y DIVULGACIÓN

Finalmente, se plantea comprobar la efectividad y precisión del cálculo, mediante la aplicación de los valores y resultados obtenidos en cálculos de carga de fuego en los edificios construidos dentro del ámbito de las Facultades que integran la Universidad Nacional de Rosario y en otras dependencias e instituciones que así lo requieran. Asimismo, se procederá a la difusión del conjunto de elementos tabulados mediante fichas técnicas confeccionadas en respaldo digital, lo que permite su rápida socialización y de ser factible en soporte papel. En cualquiera de los medios que se dispongan, dicho material se pondrá a disposición de profesionales de la seguridad, bomberos, investigadores de la temática sobre incendio y empresas fabricantes de los artículos analizados y evaluados.

Es pertinente mencionar que actualmente, conjuntamente con el Área de Construcciones de la UNR y el cdt-SaSEd, se han comenzado a realizar los estudios pertinentes en los Edificios de las Facultades que integran la Universidad Nacional de Rosario y/o en los sectores que autorizan tales indagaciones. Los mismos serán presentados en informes técnicos junto con las fichas correspondientes para determinar la necesidad de realizar los procedimientos de prevención y evacuación en los locales de alta probabilidad de riesgo de incendio.

En el caso de los edificios que hoy se encuentran funcionando, se plantean tareas de capacitación a los responsables técnicos del Control y Mantenimiento Edificio, quienes deberán confeccionar una ficha o planilla con datos que contenga una memoria del equipamiento de los distintos locales, con especificaciones en las que se han de detallar las características y designaciones de los diferentes mobiliarios sumado a las divisiones resistentes al fuego que delimitan sectores de incendio tales como, tabiques, paneles, revestimientos, cielorrasos con los materiales de sus superficies expuestas, tapizados de mobiliarios y cortinados que junto con planos de detalle de montajes paneles divisorios, revestimiento paredes, cielorrasos y mobiliario del sector a estudiar permitirán realizar los cálculos correspondientes con la información relevada aplicando las planillas que se encuentran disponibles.

Al encontrarse con un material que no está homologado, se debe relevar la información mediante tomas fotográficas y considerar la posibilidad de obtención de una unidad para su desguace en piezas de los diferentes materiales que la componen con el objetivo de generar la ficha técnica propia; la que pasará a integrar el Pliego Tipo de Fichas Técnicas con información pormenorizada de cada producto analizado, calculado y registrado.



3. CONCLUSIONES

La concreción de este proyecto aspira a proporcionar a profesionales y empresas información útil para la realización más ajustada y exacta del cálculo de la carga de fuego en un sector de incendio delimitado en el que los elementos prioritarios a considerar correspondan a mobiliario, equipamiento, revestimientos, y elementos decorativos que pueden encontrarse usualmente en edificios destinados a diferentes actividades y funciones, determinando en tablas de rápida lectura el peso y volumen de cada material.

Paralelamente, intenta acompañar y asesorar en el diseño de métodos para alcanzar mayor perfección en el diseño de las instalaciones para prevención y protección contra incendios. Al mismo tiempo, pretende aportar elementos concretos y proporcionar argumentos para la readecuación normativa en materia de prevención de incendios en base al ajuste de la estimación de la carga de fuego esperable en locales de usos habituales y cotidianos, con la intención de llegar a certificar su comportamiento en una normativa de cumplimiento que sirva de referencia, para establecer medidas que contribuyan a aumentar la seguridad edilicia y redunden en la protección de la vida de los usuarios.

Desde el punto de vista académico continúa y plantea el desarrollo de nuevas líneas de investigación con la intención de adaptar y contextualizar la normativa vigente a nivel internacional en países desarrollados, a las características y procesos constructivos propios de nuestro país. En este aspecto, afianza el compromiso de generar interés entre la comunidad universitaria de grado y postgrado, con mayor énfasis en el equipo de Docentes y Estudiantes de la carrera de Arquitectura, estudiantes de la asignatura optativa Introducción a la Salud y Seguridad en la construcción y en los graduados en la Especialidad en Salud y Seguridad en el Proyecto y la Construcción de Edificios (FAPyD / UNR) sobre la importancia de la temática de la protección contra incendio.

El objetivo principal de esta tarea es la PREVENCIÓN, anticiparse al evento, asumiendo el nivel de responsabilidad que tienen las decisiones de diseño asumidas en los diferentes proyectos que lleva adelante la Institución cuando no se contemplan las pautas de carga de fuego que contienen los materiales o mobiliarios seleccionados. En este aspecto, el objeto de estudio de la presente investigación constituye una herramienta relevante en el proceso de toma de decisiones del proyecto arquitectónico, mediante la aplicación y empleo de las tablas en función de los materiales resultantes.

BIBLIOGRAFÍA

Ayuntamiento de Zaragoza. (1980). *Ordenanza de prevención de incendios en el término municipal de Zaragoza*. Zaragoza.

Cepreven, Catálogo CEA. (1985). *Clasificación de materias y mercancías según su riesgo de incendio*. Madrid, Ed. Cepreven.

National Fire Protection Agency (2012) Norma NFPA 557. *Standard for Determination of Fire Loads for Use in Structural Fire Protection Design*.

Legislación

Dec. 351/97, reglamentario de la Ley 19587



IRAM 11910. *Materiales de construcción. Reacción al fuego. Clasificación de acuerdo con la combustibilidad y con el índice de propagación superficial de llama.*

IRAM 11911. *Materiales de construcción. Reacción al fuego. Su desarrollo y aplicación.*

Páginas de Internet

INSHT (2018). Web site. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/>

Normativa/ TextosLegales/RD/2004/2267_04/Ficheros/tabla1_4.pdf

RED PROTEGER (2010). RED PROTEGER web site. Disponible en http://www.redproteger.com.ar/poder_calorifico.htm