

BOLETÍN Nº 35 - Diciembre 2021







CALENDARIO MANTENIMIENTO

CURSO GESTION POR PROCESOS: ISO 9001

Instructora: Ing. Maritza Aguilar de Romay Modalidad: Virtual

Fechas del24 enero26 enero1 febreroevento:25 enero31 enero2 febrero

Hora: 4:00 p.m. a 8:00 p.m. Costa Rica GMT-6

MÁS INFORMACIÓN



PROGRAMA FORMACIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FORMACIÓN DE INSPECTORES DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Instructor: Ing. Gustavo Salloum Modalidad: Virtual

Fechas del 7, 8, 14, 15, 21, 22 de febrero **evento:** 7, 8, 14 y 15 de marzo

Hora: 5:00 p.m. a 8:00 p.m. Costa Rica GMT-6

MÁS INFORMACIÓN









AL DÍA CON ACIMA



ING. PABLO SALAS CERDAS PRESIDENTE ACIMA

Un saludo colegas!

Para estos días festivos de la época navideña les deseamos concientizarnos desde la gratitud de contar con salud, trabajo y la compañía de nuestros seres queridos. Tomarnos unos minutos de silencio y reflexión por las personas que ya no nos acompañan.

El pasado 30 de noviembre en Asamblea de Representantes del CFIA, la gerencia de Mutualidad inicio su presentación con un video muy emotivo para los presentes, el video fue un tributo a los casi 80 colegas de los 5 colegios que fallecieron este año, nos llamó la atención que gran parte eran con edades muy jóvenes. Gracias a Mutualidad CFIA sus familias contaron con la colaboración económica del beneficio por fallecimiento de ¢7 millones por enfermedad o por vejez y ¢10,5 millones en los casos de accidente. Mutualidad con sus servicios y programas siguen transformando vidas para los agremiados y sus familias.

Para esta edición quiero expresar mi agradecimiento a mis compañeros de Junta Directiva, Ing. Julio Carvajal Brenes, Ing. Bryan Mesén Campos, Ing. Geisel Madrigal Morales, Ing. Juan Carlos Coto Castillo, Ing. Héctor Solano Morales e Ing. Joshua Guzmán Conejo en reconocimiento al trabajo realizado en este año 2021, ya que tuvimos alrededor de 500 acuerdos que se cumplieron tanto individualmente como en forma grupal.

También una mención importante a nuestras comisiones y grupos de trabajo, al personal administrativo de CITEC, así como a los proveedores de servicios y cuerpo de instructores que nos colaboran con el soporte en nuestra gestión principal de mantener actualizado a nuestro gremio en cursos y actividades afines a nuestra carrera.





EDICIÓN Nº 35

A todos estos profesionales que aportan con su experiencia, su preparación, dinamismo, cualidades personales y humanas con un gran cariño su trabajo y horas a nuestra Asociación, les quiero incentivar a continuar, a no desfallecer y seguir creciendo con los actuales y los nuevos profesionales que estén en la línea de construir, de aportar, de resolver y regresar aportes de valor a nuestra sociedad.

Una mención a los asociados, a los colegas que tuvieron la confianza de matricular nuestros cursos y actividades por confiar en nuestro trabajo, esperamos que les hayan sido de mucha utilidad la transferencia de conocimiento que han tenido, estamos seguros que les dará mayores oportunidades y herramientas de mejora al poner en práctica lo aprendido.

En resumen, este año 2021, tuvimos las siguientes actividades:

- Actualización de la página web www.acimacr.com
- Celebración del 30 aniversario de ACIMA y actividades asociadas como la renovación del logo.
- 27 cursos, los cuales contaron con una participación de 382 profesionales matriculados.
- 27 webinars, han contado con 860 profesionales, actividad totalmente gratuita, los videos se encuentran en nuestro facebook: acimacr
- El XIV Congreso de Ingeniería en Mantenimiento, contó con la inscripción de más de 800 participantes en forma gratuita.
- 1 Premio ACIMA, para los tres mejores estudiantes de la práctica profesional de nuestra Escuela durante el primer semestre.
- 26 sesiones ordinarias y 6 sesiones extraordinarias de Junta Directiva. Las sesiones fueron 100% virtual, cada sesión es de 3 horas para un total aproximado de 100 horas. Adicionalmente las horas de complementarias para cumplir los acuerdos y trabajos en otras comisiones de las cuales algunos formamos parte.







EDICIÓN Nº 35

Como toda organización tenemos que plantearnos oportunidades de mejora y realizar un análisis del entorno para el próximo año. Es por ello, que el pasado 20 de noviembre iniciamos dicha labor con una reunión estratégica en forma presencial con la finalidad de seleccionar objetivos de varias actividades que tendrán un alto impacto para continuar asegurando el desarrollo profesional del gremio y colaboración a nuestra sociedad.

En la sección de semblanzas IMIs, contamos con la grata presencia de la colega Laura Barillas Mora, una joven profesional que ha obtenido un destacado recorrido en su parte laboral, docencia e investigación y quien tiene sus metas muy definidas. Le deseamos continuar con ese entusiasmo de perseverar sus trabajos y estudios doctorales en Alemania. También nos contó varias facetas importantes de su vida y su visión de las mujeres en carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas siendo un modelo a seguir por las nuevas generaciones.

Un brindis por la cosas buenas y no tan buenas que nos permitieron crecimiento y experiencias en este 2021. A celebrar con moderación y disfrute de los alimentos y bebidas de la época. A seguirnos cuidando con los protocolos y no descuidarnos en las diferentes actividades de este mes tan esperado. Les deseamos felices fiestas en unión de sus seres queridos.

Que sus actividades laborales sigan agregando mucho valor a la ingeniería, se sientan motivados y apreciados. Muchos éxitos en su ejercicio profesional, bendiciones y prosperidad para el 2022.

#somosIMIs, #pasionporelmantenimiento, #ACIMA. Un saludo a la distancia.













SEMBLANZA IMI's

Laura Barillas Mora, nació en San José en 1989. En el año 2007 ingresó al TEC y en el 2012 se graduó como Ingeniera en Mantenimiento Industrial.



Formación académica

Sus estudios primarios los realizó en la escuela Central de Tres Ríos, y su secundaria en el Centro Educativo Bandeco, en la zona de Siquirres (donde residió 3 años) y posteriormente en el Liceo Experimental Bilingüe José Figueres Ferrer en Cartago.







En el año 2007 ingresó al TEC a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, siendo una de las 4 mujeres de dicha generación compuesta por 66 personas que optaron por dicha carrera. En el 2015 ingresó a la maestría Académica en Ingeniería en Dispositivos Médicos también en el TEC, graduándose con honores y como parte de la segunda generación en el 2017.

En ese mismo año inició su doctorado en Ingeniería Mecánica en el Leibniz Institute for Plasma Science and Technology y la Universidad de Rostock, ambos en Alemania, enfocado en la ingeniería de superficies mediante plasma printing para aplicaciones en biosensores y microfluídica, y espera titularse en el 2022.

Experiencia Laboral

Inició su carrera profesional a finales del 2011 en la empresa de dispositivos médicos Boston Scientific Costa Rica, en Alajuela, al ingresar primero como pasante para una transferencia internacional de producto (Subject Matter Expert) y posteriormente ascendió como supervisora de producción encargada de liderar la apertura y administración del turno nocturno para el ensamble de dicho producto, teniendo a cargo hasta 40 colaboradores.

En el 2013 realizó un giro hacia la industria electrónica y más relacionado con su formación académica, al trabajar como ingeniera de equipos y procesos en Componentes Intel de Costa Rica. Aquí, aparte de sus tareas normales de procesos y mantenimiento de equipos específicos, lideró un esfuerzo internacional con un grupo de trabajo en 3 diferentes sedes de Intel (taskforce) para disminuir fallos específicos producidos por máquinas en su unidad.

Luego de la reestructuración de las operaciones de manufactura de Intel Costa Rica en 2014, decidió regresar al TEC para seguir una de sus pasiones: la investigación en física e ingeniería de plasmas. Trabajando hasta el 2017 en el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones, principalmente como investigadora en ingeniería de superficies por plasma spray para la deposición de recubrimientos bioactivos.

También lideró la división de investigación de plasmas para medicina y agricultura y fue la administradora de proyectos para la planificación de la primera descarga de plasmas de alta temperatura del Stellarator de Costa Rica 1, el primer dispositivo del tipo Stellarators de Latinoamérica y uno de los únicos 9 en el mundo.





EDICIÓN Nº 35

Desde octubre de 2017 y hasta la fecha, trabaja como investigadora doctoral en el Leibniz Institute for Plasma Science and Technology (INP Greifswald), en Alemania, en el grupo de plasmas para Superficies Biosensoras (BSO) y del cual será líder de investigación a partir del 2022. Aquí, se dedica al desarrollo de tecnologías de recubrimientos por plasma a presión atmosférica, principalmente microfabricación por plasma printing.

Además de estas experiencias laborales, Laura también ha participado como cofundadora de empresas de alta tecnología y riesgo (startups), de las cuales ya no forma parte (una no prosperó y de la otra se separó al mudarse a Alemania), pero que han marcado su camino profesional debido al aprendizaje que obtuvo. Dado que el emprendimiento también es una pasión que la mueve, espera fundar su próxima empresa en el año 2023, siendo un spin-off (compañía derivada) del INP Greifswald, producto de su investigación doctoral y relacionada a la microfabricación por plasma printing.



Participación Gremial

Fue presidenta por 3 periodos de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Industrial (ASIEM) y presidenta del Directorio del Plenario de Asociaciones del TEC. Ha colaborado con ACIMA y CITEC en diferentes actividades tanto como estudiante (edecán en congresos, recibimiento de primeros ingresos, etc.), como profesional (charlas y webinars). Fue miembro fundadora de la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio (ACAE) en el año 2010.





¿Qué recomendaría usted para lograr ser exitoso en la vida profesional?

Primero que nada creo que cada persona debe tener su propia definición de éxito. Para mí, ser una persona exitosa es una persona que disfruta de lo que hace, tanto a nivel profesional como personal, que tiene pasión y una motivación que le permite seguir adelante y recoger los frutos de su trabajo. Considero que quien realmente se siente satisfecha y feliz con lo que hace día a día, y que a su vez le permite ganarse un sustento y compartir sus frutos con sus personas más cercanas, ya es exitosa. Por ejemplo, muchos de los científicos y emprendedores más exitosos (viéndolos desde una definición más estándar de éxito, es decir, reconocidos y cuyo trabajo ha tenido un alto impacto en la sociedad), son aquellos realmente apasionados por su labor. Para mí, eso es realmente la clave del éxito, la pasión, y eso nos permite crecer y llegar al objetivo o definición de éxito que tengamos.

A esto por supuesto, es importante agregarle las cualidades de responsabilidad, honestidad y calidad, ¡siempre hacer las cosas con calidad! Por más pequeña que sea la tarea, hay que hacerla bien desde la primera vez, ya que da mucha gratificación ver el resultado final. Personalmente, esto es algo que me ha ayudado mucho, soy muy meticulosa con cada trabajo que hago y exigente conmigo misma y entregar un trabajo de buena calidad es la mejor carta de presentación, lo cual permite tener más oportunidades de ir creciendo.





Uno de mis pasatiempos es elaborar cerveza







¿Cuál considera usted que debe ser la cualidad más importante en la profesión de la ingeniería?

Creo que capacidad de adaptación y aprendizaje. La ingeniería es ciencia aplicada y la ciencia ha avanzado de manera exponencial en los últimos 20 años. Por tanto, la tecnología avanza a un ritmo al que la verdad ninguna persona (a nivel individual) puede seguir tan rápido, no sólo por su novedad, sino también por la multidisciplinariedad de dichas tecnologías. Sin embargo, si siempre estamos dispuestos a aprender y adaptarnos, podemos tener un buen paso para que al menos "no nos deje botados".

De todas formas, debemos de acordamos que cuando nos graduamos de ingeniería o cuando estábamos estudiando, no sabíamos todo, pero fueron la capacidad de aprendizaje y adaptación, las que nos permitieron cumplir con los trabajos que teníamos al frente. Por tanto, aún muchos años después de habernos graduado, no debería de ser diferente. Además, el conocimiento ya no está sólo en la universidad, está al alcance de nuestras manos y podemos seguir aprendiendo sin necesidad de cursar toda una carrera nueva, llevar un curso formal o inclusive pagar.

¿Cuán importante es estar involucrado en el ámbito gremial y social?

Para mí fue sumamente importante estar involucrada en diferentes grupos cuando estuve en la universidad y como profesional, primero porque aprendí que si yo quiero ver cambios, tengo que ayudar a generarlos.

Segundo, porque aunque no fue la intención ya que todo lo hice con voluntad sin esperar nada a cambio, creo que todo lo bueno se devuelve, y esto me ha abierto muchísimas oportunidades. Como parte de ASIEM, tuve una estrecha relación con ACIMA lo cual me permitió participar como edecán en diferentes Congresos de Ingeniería de Mantenimiento y esto a su vez me generó no sólo conocimiento fuera de las aulas si no también una red de contactos que aún mantengo.

A su vez, ese esfuerzo fue premiado con becas de ACIMA y CITEC cuando lo necesité (ayuda económica para asistir a la escuela de verano de Korea Aerospace University y asistencia a conferencias fuera del país por el Laboratorio de Plasma del TEC), lo cual me generó aún más oportunidades incluso a nivel personal (ej. al haber ido a Corea del Sur, años después formé parte de la Junta Directiva de Asociación de Exbecarios y Amigos de Corea en Costa Rica, lo cual también me permitió devolver la generosidad que recibí).



Otro ejemplo es el haber trabajado voluntariamente en el Laboratorio de Plasmas del TEC cuando fui estudiante (luego también como funcionaria), ya que pude aportar a un proyecto tan significativo para el país a nivel científico como el del Stellarator de Costa Rica 1 en el que duramos casi 8 años en proceso, y a su vez, me permitió construir parte de mi currículo, lo cual también contribuyó a que hoy pueda tener mi actual empleo como científica en uno de los mejores institutos de plasmas a nivel mundial. Es un sueño hecho realidad que me hace muy feliz. Si no hubiese estado involucrada en nada de lo anterior, no creo que este anhelo se hubiese convertido en realidad.

¿Cómo considera usted que ha avanzado la inclusión de mujeres y minorías en las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (CTIM, o STEM en inglés)?

Considero que para mí en estas épocas ya las cosas han avanzado muchísimo, no era como antes de la primera mitad del siglo XX cuando a las mujeres prácticamente no se les permitía estudiar ninguna carrera universitaria, o sólo aquellas que era "adecuadas para mujeres"; por lo que por un lado ha sido fácil, ya no se le cuestiona a una mujer el porqué estudia ingeniería.

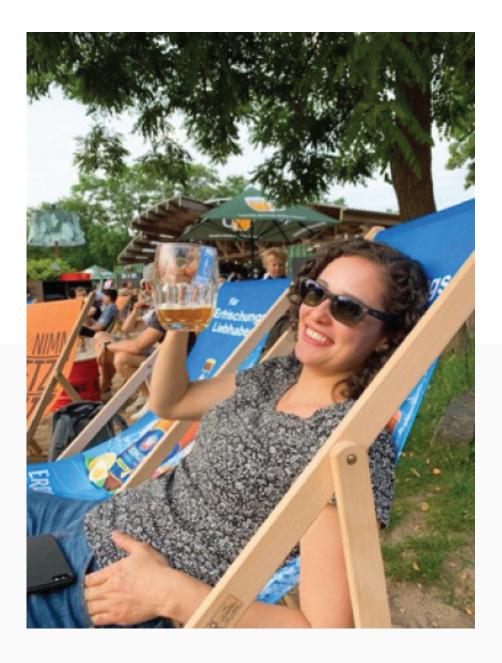
Sin embargo, en términos de proporción, aún estamos muy subrepresentadas, y por tanto muchos puestos de poder, que es donde se toman muchas de las decisiones que nos afectan (a la mujeres en general, no sólo quienes trabajan en STEM), todavía no ofrecen equidad. De igual manera, en algunos espacios de la ciencia e ingeniería, a veces no se toma la voz de una mujer con el mismo peso que la de un hombre. Por ejemplo, en algunas ocasiones me pasó que he aporté una idea y no genera reacción, pero unas semanas después algún colega hombre la repitió, y ahí sí se le prestó más atención. Una de las maneras de resolver esto es con aliados, es decir, personas que ya están en posiciones de poder que den espacio y visibilidad al trabajo de las mujeres o minorías en CTIM, y no den pie a comentarios que puedan ser sexistas o que menosprecian una minoría específica.

A nivel laboral (y más allá de CTIM), considero que se deben equiparar ciertas condiciones para que no haya ningún tipo de discriminación (intencional o no) por el género o por prejuicio, por ejemplo y específicamente en cuanto a licencias de maternidad, paternidad y cuido de infantes; tal como se hace en otros países, donde las personas o bien tutor legal tienen exactamente el mismo derecho de 3 meses hasta 1 año de licencia de maternidad y/o paternidad, en algunos casos de manera obligatoria (les exigen tomar esos meses), por tanto es indiferente a quién se contrate o se le asigne un proyecto sin el prejuicio de que podría ausentarse un tiempo en caso de tener hijos/as.





Otra manera es trabajar en la inclusión desde edades tempranas y no hasta que se llegue a la universidad o al espacio laboral. Si apoyamos a niñas y minorías desde su infancia, les mostramos roles a seguir en el área de CTIM con quienes se identifiquen y les ayudamos a crecer en un ambiente seguro y sin prejuicios como "eso no es para mujeres" o "para eso se ocupa fuerza", tendremos más diversidad e inclusión en CTIM.







ARTÍCULO

Protección Contra Incendios y Seguridad Humana en Edificaciones Existentes

Ing. Víctor Manuel Alvarado Briceño Máster en Administración de la Ingeniería Electromecánica Experto en Simulación Computacional de la Universidad de Cantabria, España



Ingeniero Consultor en Sistemas De Protección Contra Incendios Miembro de la SFPE. vmalvarado@cfia.or.cr

Resumen

El objetivo del presente trabajo es sensibilizar a profesionales en ingeniería, sobre la importancia de realizar análisis evaluativos de las condiciones de riesgo asociados a incendios en edificaciones existentes en Costa Rica.

En Costa Rica existen edificaciones constituidas con materiales que incrementan el riesgo de incendio, debido a la alta combustibilidad superficial, así como a la poca resistencia al fuego que presentan. Otro factor de riesgo es la poca fiabilidad de los medios de egreso en cuanto a cantidad, distribución, y protección.

Existen dos enfoques: el prescriptivo y prestacional, los cuales deben ser empleados de forma conjunta en conformidad con la autoridad competente en Costa Rica (Cuerpo de Bomberos).

Para evaluar los niveles de seguridad humana en edificaciones construidas fuera de las regulaciones de NFPA, o dicho de otro modo mediante un diseño basado en prestaciones, se puede hacer uso de herramientas computacionales, así como de metodologías diseñadas por la SFPE.





Introducción

La historia inicial de la ingeniería de protección contra incendios se tiene que remontar a la antigua Roma, y al histórico incendio del año 64 d. C. Según el historiador Tácito, cuatro de los catorce distritos de Roma fueron arrasados, y otros siete quedaron dañados debido a la importante destrucción que causaron las llamas. El emperador romano Nerón mandó escribir un Código Constructivo en el que se requería la utilización de materiales resistentes al fuego en las paredes exteriores a las viviendas.

Fuente: http://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/387-la-historia-de-laingenieria-de-proteccion-contra-incendios.



Figura 1. Noche de julio, del año 64 d. C., incendio en el área del Circo Máximo. Autor, Robert, Hubert.

Fue en el noroeste de EE. UU., a finales del Siglo XIX, luego de varios espectaculares incendios que nace la NFPA, los seguros contra incendios y la ingeniería moderna en protección contra incendios.

La NFPA se formó en 1896 por la iniciativa de un grupo de representantes de compañías de seguros, con el propósito de normalizar el nuevo y creciente mercado de sistemas de extinción de incendio basado en rociadores automáticos.





EDICIÓN Nº 35

En marzo del 2002 se promulgó la Ley 8228, Ley del Cuerpo de Bomberos del Instituto Nacional de Seguros, con el propósito de dotar al referido Cuerpo de un marco jurídico que lo respaldara como organización para la atención de situaciones específicas de emergencia y, a la vez, establecer un sistema de financiamiento.

En el artículo 66 del reglamento de dicha ley, El Cuerpo de Bomberos adopta la totalidad de las normas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA). Por lo tanto, estas se vuelven acatamiento obligatorio en el diseño de nuevas edificaciones, edificios existentes y remodelación de edificios. Así mismo se deben de cumplir con objetivos tales como: Protección de los ocupantes, integridad estructural, así como la efectividad de los sistemas.

La NFPA tiene más de 300 códigos y normas de protección contra incendios, seguridad humana, eléctrica y de construcción. No obstante, son de uso frecuente la NFPA 1 (Código del Fuego.), NFPA 101 (Código de Seguridad Humana.), NFPA 5000 (Código de Edificación y Seguridad), NFPA 20 (Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios.), NFPA 25 (Norma para Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios a base de Agua.), NFPA 70, (Código Eléctrico Nacional), NFPA 72 (Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.), NFPA 3 (Práctica Recomendada para Comisionamiento de Sistemas de Protección Contra Incendios y de Seguridad Humana), NFPA 4 (Norma para Pruebas Integradas de Sistemas de Protección Contra Incendios y Seguridad Humana.), NFPA 13, (Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores).

De acuerdo con el Reporte de incendios investigados por el Cuerpo de Bomberos, en el periodo comprendido entre el 01 de enero y el 31 de diciembre de 2020, en Costa Rica se atendieron 1153 incendios estructurales. Cuya causa principal fue un fallo en la instalación del sistema eléctrico, seguido por fallos de aparatos y equipos eléctricos.

Es de suma importancia que los profesionales involucrados en el diseño basado en prestaciones tengan preparación y conocimiento en ciencias básicas de la ingeniería, así como en conceptos asociados a la dinámica del fuego y comportamiento humano en incendios.





Debemos comprender que los materiales combustibles están a nuestro alrededor. estos pueden arder sometiéndolos a una fuente de ignición que sea capaz de iniciar una reacción autosostenida. En este proceso, el "combustible" reacciona con el oxígeno del aire para liberar energía (calor), mientras se convierte en productos de combustión, algunos de los cuales pueden ser dañinos.

La mayoría de los incendios cotidianos involucran materiales sólidos (por ejemplo, madera, productos de madera y polímeros sintéticos), todos ellos se encuentran tanto en acabados interiores como en el mobiliario de las actuales edificaciones.

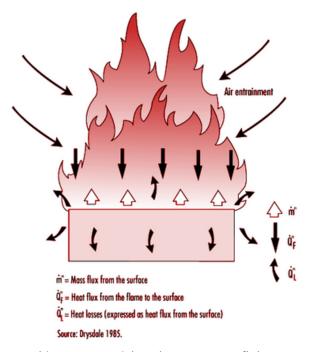


Figura 2. Representación esquemática de una superficie en combustión que muestra los procesos de transferencia de calor y masa (Fuente: Drysdale 1985).

En ocasiones se confunden términos tales como "calor de combustión" así como "tasa de liberación de calor", cuando el primero se refiere a cantidad total de energía que se puede liberar cuando se quema un combustible hasta su finalización, y el segundo se define como el producto de la tasa de combustión (es decir, la tasa de pérdida de masa m [kg/s]) y el calor neto de combustión del combustible (Δ Hc kJ/kg).

Donde:

$$\dot{Q}_{C} = \dot{m} \cdot \Delta H_{C}$$





La extinción de un incendio se puede lograr de varias maneras:

- 1. Detener el suministro de vapores de combustible.
- 2. Apagar la llama con extintores químicos (inhibir).
- 3. Eliminar el suministro de aire (oxígeno) al fuego (sofocación).
- 4. Por "Explosiones".

En el caso de un incendio que involucre un sólido, se requiere que la superficie del combustible posea una temperatura por debajo del punto de fuego. Lo que provoca que el flujo de los vapores se vuelva demasiado pequeño para soportar una llama. Esto se logra de manera más efectiva mediante la aplicación de agua, ya sea manualmente o mediante un sistema automático de rociadores.

Mantener controlado el suministro de vapores es de suma importancia, debido a que el fuego puede causar pérdidas humanas, materiales, así como detener la continuidad de un negocio (esto sin mencionar los daños ambientales asociados a algunos incendios).

Conceptos fundamentales para la evaluación de seguridad en edificaciones.

En el presente trabajo se mencionarán algunos aspectos que sensibilizarán sobre la importancia de la protección contra incendios, así como de la seguridad humana en edificaciones existentes.

El tema que nos compete está relacionado con la dinámica del fuego en recintos cerrados. Estos tienen la capacidad de almacenar y trasportar grandes cantidades de energía y subproductos de la combustión en espacios interiores, lo que constituye un gran riesgo para los ocupantes de las edificaciones.

Es de vital importancia comprender dos conceptos a saber:

- 1. ASET: Es el tiempo de escape seguro disponible.
- 2. RSET: Tiempo de Escape Seguro Requerido para evacuar la edificación.

El ASET, está relacionado a las condiciones de la edificación (materiales, condiciones de ventilación, así como de compartimentación) y su interacción con las condiciones y ubicación del incendio. Cabe destacar que el ASET finaliza cuando las condiciones de la edificación se consideran insostenibles para la vida.

El RSET, en cambio está relacionado a los tiempos de evacuación, los perfiles demográficos, el comportamiento humano, así como con las condiciones de los medios de egreso.



A continuación, se muestra la línea de tiempo de ingeniería en donde se observa la diferencia entre ASET y RSET, así como factores asociados a los sistemas de protección, factores demográficos y de comportamiento humano:

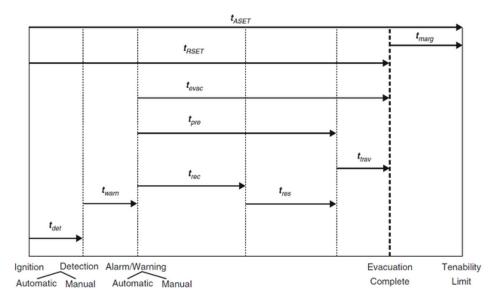


Fig. 64.2 Engineering timeline

Figura 3. Línea de Tiempo de Ingeniería, para la evaluación del desempeño. (Tomado del SFPE Handbook of Fire Protection Engineering)

Como se observa en la figura 3. El tiempo requerido para evacuar está compuesto primeramente por el tiempo detección del incendio. Este inicia desde la ignición, hasta el punto de tiempo donde este es detectado de forma automática a través de sensores de humo, calor, radiaciones electromagnéticas, subproductos, o de forma manual, a través de los sentidos como el olfato. la vista o el tacto.

Luego sigue el tiempo de alarma que es el tiempo trascurrido desde la detección hasta que se emite una alarma para informar a los ocupantes que se debe iniciar la evacuación. La alarma puede ser emitida por voz, sirenas, o y luces estroboscópicas, y en esta puede existir un retraso debido a una fase de investigación en conformidad con NFPA 72 (secuencia de alarma positiva). La alarma puede ser generalizada (modo público) o localizada (modo privado). Dependiendo de la naturaleza y la respuesta deseada en la edificación.

Luego se observan dos lapsos de tiempo, a saber, reacción y respuesta. Ambos están relacionados con el comportamiento humano e intervienen factores tales como la familiaridad con la edificación (cuando no se conoce la edificación, los ocupantes intentaran salir por donde entraron), acciones protectoras entre los ocupantes, filialidad (personas con estrechos vínculos psicológicos intentarán escapar con otros miembros del grupo), Clústeres de convergencia para el refugio, formación de liderazgos entre los ocupantes.



También hay que tomar en cuenta acciones preparativas tales como terminar de ingerir alimentos en un área de comidas, recoger pertenencias en un edifico habitacional, o efectos propios de sustancias inhibidoras tales como el alcohol o las drogas.

Luego el tiempo de evacuación se completa con el tiempo de recorrido, que abarca el lapso entre la respuesta e inicio de movimiento de los ocupantes y cuando el último ocupante de la edificación encuentra la salida.

Hay que tomar en cuenta que el tiempo de recorrido se ve influenciado por factores tales como la complejidad geométrica de la edificación, así como los perfiles demográficos de los ocupantes. Las velocidades de desplazamiento están relacionadas con el género, la edad, tipo de discapacidad, así como con factores propios del incendio tales como el grado de visibilidad, o reducción de capacidades debido a la inhalación de subproductos de la combustión.

Un buen diseño basado en prestaciones debe considerar un factor de seguridad entre el tiempo necesario para evacuar la edificación y el limite de tiempo en el que las condiciones se vuelven insostenibles.

A continuación, se mencionan algunas variables que pueden crear una condición de insostenibilidad para la vida en una edificación existente que no cumple con criterios de seguridad humana y protección contra incendios:

- 1. Exposición térmica.
- 2. Altas densidades por metro cuadrado y aplastamiento entre ocupantes.
- 3. Inhalación de subproductos de la combustión irritantes.
- 4. Inhalación de subproductos de la combustión asfixiantes.

Los dos principales gases asfixiantes en los incendios son (1) monóxido de carbono (CO) y (2) cianuro de hidrógeno (HCN). El monóxido de carbono siempre está presente hasta cierto punto en todos los incendios, independientemente de los materiales involucrados o la etapa (o tipo) de incendio, por lo que casi siempre existe algún grado de riesgo de asfixia por la exposición al CO. El cianuro de hidrógeno siempre está presente en cierta medida cuando los materiales que contienen nitrógeno están involucrados en los incendios.

Estos incluyen materiales como los acrílicos, las espumas de poliuretano, la melamina, la poliamida y la lana, que es probable que estén involucrados en cierta medida en la mayoría de los incendios en los edificios. Es probable que el cianuro de hidrógeno esté presente a altas concentraciones en incendios poco ventilados (viciados) y especialmente en grandes incendios postflashover. En la figura 4 se observan los límites incapacitantes y mortales de productos de la combustión asfixiantes e irritantes:









Table 63.28 Tenability limits for incapacitation or death from exposures to common asphyxiant products of

	5 min		30 min		
	Incapacitation	Death	Incapacitation	Death	
CO	6000-8000 ppm	12,000-16,000 ppm	1400-1700 ppm	2500-4000 ppm [65, 105]	
HCN	150-200 ppm	250-400 ppm	90-120 ppm	170-230 ppm [65, 80]	
Low O ₂	10-13 %	<5 %	<12 %	6–7 % [33, 37, 65]	
CO ₂	7-8 %	>10 %	6–7 %	>9 % [33, 37, 65]	

Table 63.29 Tenability limits for sensory irritation or death from irritant substances

	Sensory irritation		Death (minutes)		
	a	b	5	10	30
Acrolein (ppm)	1–5 [33, 159]	5–95 [159, 160]	500-1000 [160]	150–690 [39, 160]	50–135 [39, 160]
HCI (ppm)	75–300 [33]	300–11,000 [159, 161]	12,000–16,000 [159, 161]	10,000 [160]	2000–4000 [33]

Figura 4. Límites incapacitantes y mortales de productos de la combustión asfixiantes e irritantes (Fuente: SFPE Handbook)

Materiales que incrementan el riesgo en las edificaciones.

Existen materiales que incrementan el riego en las edificaciones. Factores tales como la poca o casi nula capacidad de compartimentar el incendio a su recinto de origen durante un lapso seguro, o la alta combustibilidad superficial, pueden constituirse en una amenaza para la vida.

Unos de los objetivos de NFPA 101, es evitar que los ocupantes que no están relacionados directamente con la fuente de ignición inicial no sean expuestos a los efectos del fuego, así como asegurar la capacidad de supervivencia de los ocupantes que sí están relacionados directamente con la fuente de ignición inicial. Para ello es fundamental lograr compartimentar las áreas que son propensas a propagar altas tasas de libración de calor a través de evolventes y miembros estructurales, mediante materiales con clasificación de resistencia al fuego en conformidad con NFPA 101 Y NFPA 5000. Dicha clasificación debe ser demostrada mediante el ensayo ASTM E119.

Otro factor por considerar es la combustibilidad superficial de acabados interiores y mobiliario. NFPA 101, define dos variables: El índice de propagación de llamas (FSI) y el índice de desarrollo de humo (SDI).

El FSI, es la medida de la velocidad a la que las llamas avanzan a través de la superficie interior de un edificio, mientras que SDI mide la cantidad de humo que emite una muestra al arder. Estos Índices deben determinarse mediante ensayos normalizados ASTM E 84 (UL 723).







NFPA 101, clasifica los materiales de acuerdo con el riesgo de combustibilidad superficial mediante los siguientes valores:

- Clase A Propagación de llama 0-25, humo desarrollado 0-450.
- Clase B: propagación de llama 26-75, humo desarrollado 0-450.
- Clase C Propagación de llama 76-200, humo desarrollado 0-450.

A continuación, se muestra un gráfico de barras con los valores pico de las tasas de liberación de calor en kW/m2 para distintos materiales sin retardo al fuego:

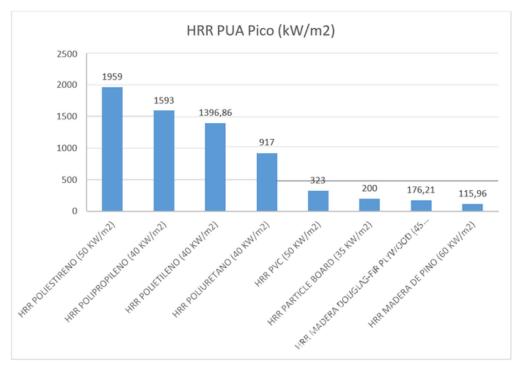


Figura 5. HRR Pico a distintas irradiancias para materiales constructivos y de mobiliario. (Fuente: Elaboración Propia)

En la figura 5, se observan las diferencias entre las potencias de incendio para materiales termoplásticos sólidos, PVC y diferentes tipos de maderas. Las maderas tienen un alto calor de combustión, no obstante, tienen tasas de liberación moderadas en comparación con los termoplásticos sólidos que aumentan la severidad e intensidad de un incendio.

A continuación, se muestran a manera de ejemplo dos gráficos (figuras 6 y 7) con las tasas de liberación de calor (kW/m2) en función del tiempo (s) para el Poliestireno, así como para el Plywood, tipo Douglas-FIR:





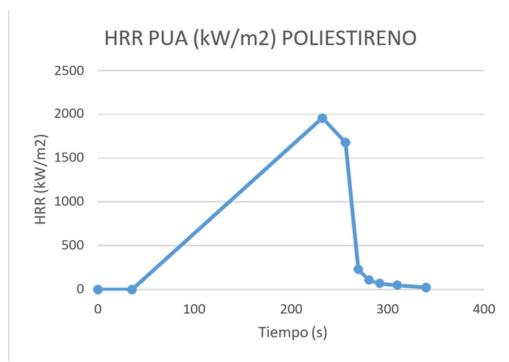


Figura 6. Curva de las tasas de liberación de calor en función del tiempo para el Poliestireno Expandido (EPS) a una irradiancia de 50 kW/m2. (Fuente: Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, MD 20899, USA.).

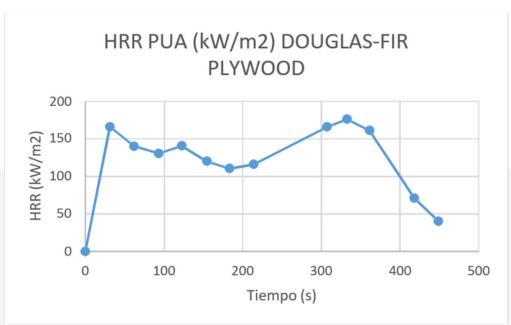


Figura 7. Curva de las tasas de liberación de calor en función del tiempo para el panel de Plywood a una irradiancia de 45 kW/m2

(Fuente: Research Forest Products Technologist , U.S. Departament of Agriculture. Forest Service, Forest Product Laboratory , One Gifford Pinchot, Drive Madison. W1 53705-2398)







Tal y como se muestra en las figuras 6 y 7, la curva de incendio del poliestireno es más de 10 veces mayor a la del "Plywood". Con la agravante de que algunos termoplásticos funden y gotean sobre otros materiales incrementando así la intensidad y la velocidad de propagación del incendio.

Es importante mencionar que los datos se pueden procesar, mediante programas computacionales especializados para el análisis y diagnóstico del comportamiento del fuego, así como para el proceso de evacuación. Existen gran cantidad de programas computacionales en el mercado.

Antes de implementar cualquier plan remedial, se recomienda implementar los pasos definidos por la sociedad de ingenieros en protección contra incendios a saber:

- 1. Definir el alcance del proyecto.
- 2. Identificas las metas.
- 3. Definir Objetivos.
- 4. Desarrollar criterios de desempeño.
- 5. Diseñar los escenarios de incendio.
- 6. Desarrollar diseños de prueba.
- 7. Evaluar los diseños de prueba.
- 8. Seleccionar los diseños que cumplan los criterios de desempeño aprobados.

Todo lo anterior debe ir acompañado de un reporte del diseño basado en desempeño, planos, especificaciones técnicas, así como de manuales de operación y mantenimiento específicos para cada edificación.

A continuación, se analizarán datos obtenidos mediante las herramientas "Pyrosim: Fire Dynamics Simulator (FDS)" y "Pathfinder: Agent Based Evacuation Simulation":

Caso de estudio mediante el uso de las herramientas computacionales "Pyrosim: Fire Dynamics Simulator (FDS)" y "Pathfinder: Agent Based **Evacuation Simulation**...

A manera de ejemplo se muestran algunos datos obtenidos mediante simulación computacional de incendios y evacuación en aulas y comedores de centros educativos.

De acuerdo con datos estadísticos reportados por el Benemérito Cuerpo de Bomberos, la primera causa en de incendios en centros educativos, está relacionada con daños en los sistemas eléctricos. En promedio se atienden 2.7 casos por año por esta causa. (Fuente: Estadística del Benemérito Cuerpo de Bomberos.







A continuación, se mencionan los aspectos que fueron tomados en consideración:

- a. Las actividades de los ocupantes: Estudiantes en sus respectivos asientos.
- b.La cantidad y la ubicación: 27 ubicados de forma uniforme de acuerdo con la distribución del mobiliario.
- c. El tamaño de la habitación: 6X9 metros.
- d.El mobiliario y el contenido: Asientos compuestos de Polipropileno y sobre de mesa de Plywood, Formica y Metal.
- e. Propiedades de los combustibles
- f.Las condiciones de ventilación: Ventilación cruzada teórica con un valor de flujo de 0.5 m3/s., (Dependiendo de la zona este valor puede disminuir drásticamente, por lo tanto, se considera el caso crítico de Flujo = 0 m3/s).
- g. La identificación de los primeros ítems incendiados y su ubicación:

El trabajo tuvo el objetivo primordial, de evaluar el desempeño (ante el fuego) de materiales plásticos, fabricados a base de polímeros tales como PVC, Poliestireno Expandido (EPS) y paneles compuestos de Poliuretano (PU)- Laminas de Acero. Para dicho análisis, se utilizó la metodología de la SFPE (Society of Fire Protection Engineers) y lo dispuesto en el capítulo 5 del Código de Seguridad Humana NFPA 101.

Dentro de los logros de dicho trabajo, se destaca la estimación de los tiempos de sostenibilidad para la vida, ante varios escenarios de incendio, mediante el modelado y simulación computacional, haciendo uso de los programas "Pyrosim: Fire Dynamics Simulator (FDS) "y "Pathfinder: Agent Based Evacuation Simulation".

Los datos de entrada utilizados en el modelado, provienen en su mayoría, de ensayos de laboratorio del NIST (National Institute Of Standards and Technology), y de investigaciones documentadas en la SFPE (Society of Fire Protection Engineers).

El Código de Seguridad Humana (NFPA 101) incorpora algunos requisitos "prescritos no retenidos", los cuales pueden ser modificados, siempre y cuando se cumplan los requerimientos del capítulo 5.

Se adoptó dicha opción, y se evaluó el desempeño ante el fuego de los acabados interiores, (más especificamente las características de combustibilidad superficial del PVC, EPS y PU), mismos que están regulados en los numerales del capítulo 10.

Hay que destacar que se tomaron en cuenta las metas, objetivos y criterios de las secciones 4.1 y 4.2 de la NFPA 101, en la determinación de la conformidad de los niveles de seguridad estimados para los ocupantes.









El trabajo tomó como criterio de sostenibilidad que cada habitación o área será totalmente evacuada antes de que la capa de humo y gas tóxico en esa habitación descienda a un nivel inferior a 1,525 m sobre el piso, de manera que ningún ocupante (que no esté directamente relacionado con la fuente de ignición) será expuesto a los efectos del fuego. Además, se evalúan las posibilidades de sobrevivencia de los ocupantes que están directamente relacionados con la fuente de ignición.

También se evaluaron (en los espacios ocupados) las dosis efectivas fraccionales (DEF), y sus efectos incapacitantes mediante los métodos descritos en la SFPE y en la NFPA 269. Se estima que el valor de la DEF que asegura la supervivencia es de 0,8. y el valor que asegura una exposición no incapacitante es de 0,3.

La evaluación del trabajo fue muy extensa, no obstante, a continuación, se muestran a manera de ejemplo algunos cálculos y resultados representativos que ilustran la importancia de la implementación de estas metodologías:

Muestra de Cálculos Obtenidos mediante el Modelado y Simulación Computacional de Incendios, para paredes y cielos compuestos de Poliuretano y Acero

Se considera un incendio que inicia en una refrigeradora ubicada en la bodega:

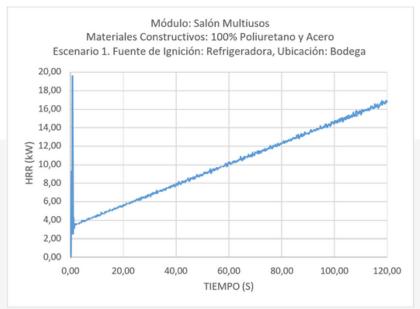


Figura 8. Tasa de liberación de calor en función del tiempo para la refrigeradora ubicada en el área de la bodega. (Fuente: Elaboración Propia)









Figura 9. Altura de la Capa de Humos en función del tiempo en el área de la bodega.

(Fuente: Elaboración Propia)

Por otra parte, de acuerdo con la figura 9, la capa de humo desciende a una altura aproximada de 1,4 metros.

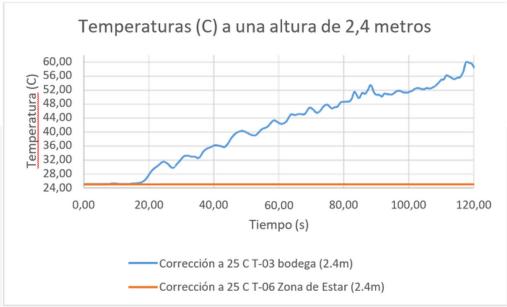


Figura 10. Gráfico de Temperaturas en función del tiempo a 2,4 metros de altura. (Fuente: Elaboración Propia)





En la figura 10 se puede apreciar que, durante los 150 segundos de simulación, que la temperatura no sobrepasa los 60 grados Celsius, por lo que podria considerarse que durante ese tiempo no debería haber daño estructural.

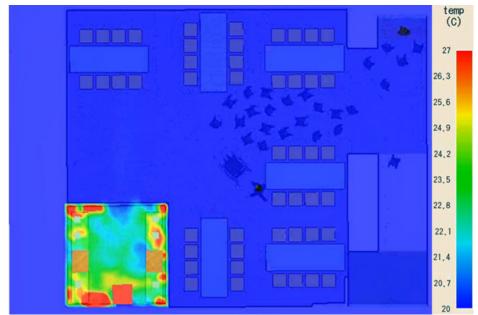


Figura 11. Plano Superior de Temperaturas a 1,8 metros de altura. Tiempo: 50 segundos, Egresos: 22/50 (Fuente: Elaboración Propia)

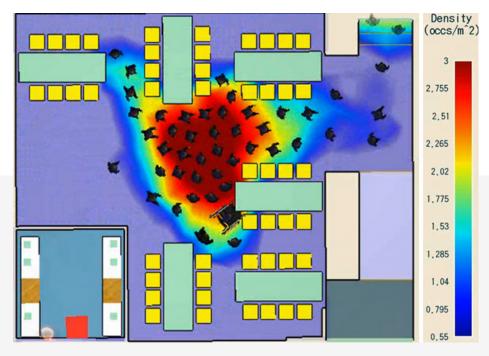


Figura 12. Plano Superior de densidades. Momento de Máxima Congestión, Tiempo: 30 segundos, Egresos: 3/50 (Fuente: Elaboración Propia.







Figura 13. Plano Frontal de la Altura de la Capa de Humos. Tiempo: 25 segundos, Egresos: 1/50 (Fuente: Elaboración Propia).



Figura 14. Plano Frontal de la Altura de la Capa de Humos. Tiempo: 50 segundos, Egresos: 23/50 (Fuente: Elaboración Propia)



Figura 15. Plano Frontal de la Altura de la Capa de Humos. Tiempo: 100 segundos, Egresos: 50/50 (Fuente: Elaboración Propia)

Como se muestra en la figuras 11 a 15, (visualizador de FDS Smokeview del comportamiento del humo para el escenario) no hay avance de la capa de humos frente al tiempo. Se destaca que no hay acumulación de humos en la zona de estar debido a que es una zona abierta. Por lo tanto, los ocupantes de la zona de estar, no se verán afectados a causa de condiciones instantáneas o acumulativas de insostenibilidad.

En la figura 11 se puede apreciar que, durante los 50 segundos de simulación, la temperatura no sobrepasa los 27 grados Celsius, por lo que podría considerarse que durante ese tiempo no debería haber daño estructural.





Muestra de Cálculos Obtenidos mediante el Modelado y Simulación Computacional de Evacuación para Salón Multiusos

Se considera que el recorrido se hará sin obstrucciones o bloqueos en las dos salidas dispuestas (Rampa y Gradas).

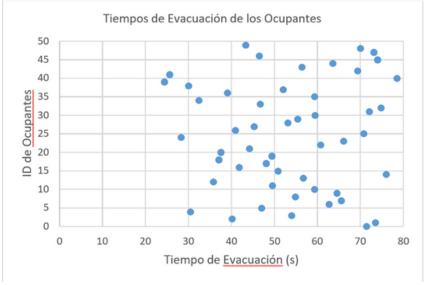


Figura 16. Tiempos de evacuación de los Alumnos presentes en el salón Multiusos (Fuente: elaboración Propia)

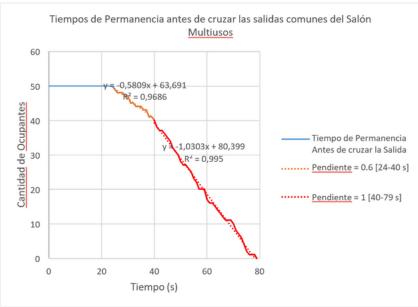


Figura 17. Tiempos de Permanencia de los Alumnos en el salón Multiusos (Fuente: elaboración Propia)







La curva de evacuación de los alumnos frente al tiempo muestra la probabilidad de una desocupación total en 80 segundos. (Figura 17) también se puede observar que todos los ocupantes permanecen en el salón hasta los 24 segundos, luego inicia una descarga uniforme hasta los 40 segundos con una la tasa de variación de 0.6. Luego, la tasa de variación aumenta a 1, completándose la desocupación total hasta los 79 segundos.

La variación en la pendiente de la curva de evacuación se debe a que inicialmente se genera un agrupamiento de los ocupantes que se encuentran próximos a la salida, lo que aumenta los tiempos de congestión.

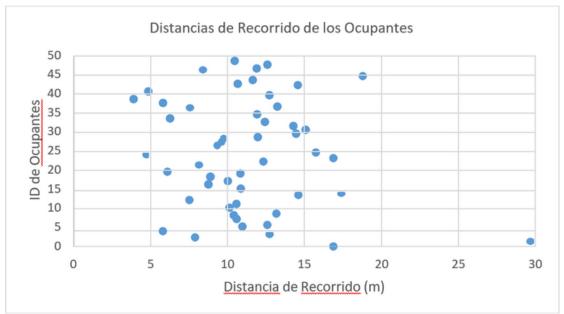


Figura 18. Distancia de Recorrido de los Alumnos en el Salón Multiusos (Fuente: elaboración Propia).

Como se observa en la figura 18, las distancias de recorrido (hasta la salida) de los alumnos oscilan entre los 4 y los 19 metros, lo cual está por debajo del requerimiento prescriptivo retenido en el capítulo 14 (Ocupaciones Educativas Nuevas), numeral 14.2.6.2 del código de seguridad humana NFPA 101. Donde se menciona que dicha distancia no debe de superar 46 metros desde cualquier punto de la edificación.





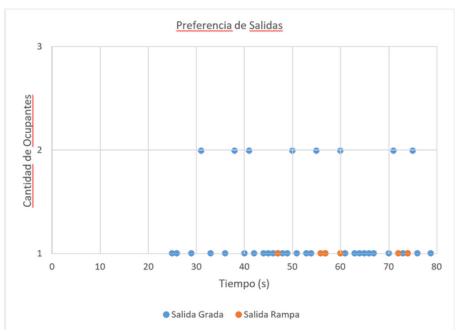


Figura 19. Preferencia de Salidas de los Alumnos en el Salón Multiusos (Fuente: elaboración Propia).

Como se observa en la figura 19, a los alumnos se les hace fácil salir por las gradas, (debido a que el recorrido es menor) la cuales tienen la capacidad de evacuar hasta 2 estudiantes en el mismo instante de tiempo. Esta conducta eventualmente favorece la evacuación del alumno discapacitado (en silla de ruedas), debido a una reducción en el congestionamiento de la rampa.



Figura 20. Tiempos de Evacuación de los Alumnos presentes en el Salón Multiusos. (Fuente: elaboración Propia).





Se realizaron 30 iteraciones, donde se incluye un factor de aleatoriedad. Se realizan variaciones tanto en la ubicación inicial, cómo en las velocidades de desplazamiento de los alumnos En la Figura 20 se muestran los tiempos de evacuación ante estas variaciones, los cuales oscilan entre los 65 y los 79 segundos.

Los valores estadísticos para las 30 iteraciones dan como resultado una media de 69,36 segundos, desviación estándar de 2,86 segundos, varianza de 7,89. Además, se puede concluir, con un porcentaje de confianza de 95%, que el tiempo de evacuación total sería de 73,44 segundos.

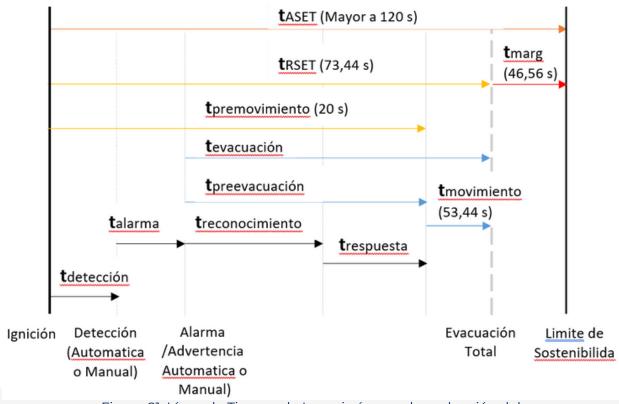


Figura 21. Línea de Tiempo de Ingeniería, para la evaluación del desempeño. (Tomado del SFPE Handbook of Fire Protection Engineering)

En resumen, los resultados reportados por el trabajo indicaron que, para las condiciones de ventilación, altura de techo, materiales, tipo de actividad y comportamiento de los ocupantes. Se cuenta con un margen de seguridad de aproximadamente a 46.56 segundos.





Conclusiones

• Existen dos tipos de enfoques: el prescriptivo y prestacional, los cuales deben ser empleados de forma conjunta en conformidad con la autoridad competente en Costa Rica (Cuerpo de Bomberos).

- Toda edificación construida en Costa Rica antes de la entrada en vigor de las normativas de NFPA, debe contar con análisis de riesgos de incendios.
- Los objetivos, alcances y metas del diseño basado en prestaciones, deben ser definidos por los diseñadores, propietarios, así como por el Cuerpo de Bomberos.
- Existen materiales que incrementan el riesgo en las edificaciones, debido a la alta combustibilidad superficial, así como a la poca resistencia al fuego que presentan.
- Para evaluar los niveles de seguridad humana en edificaciones construidas fuera de las regulaciones de NFPA, se puede hacer uso de herramientas computacionales, así como de metodologías diseñadas por la SFPE.
- Los tiempos de evacuación están determinados por variables tales tiempos de detección, alarma, reacción, respuesta, así como por el tiempo de movimiento de los ocupantes.

Referencias bibliográficas

- National Fire Protection Association (2.008). Fire Protection Handbook (20ª Ed). Massachusetts. ISBN 978-0877657583
- National Fire Protection Association (2.008). SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. (4° Ed). Massachusetts. ISBN 978-0877658214
- Society of Fire Protection Engineering. (2016). SFPE Handbook of fire Protection. Engineering. En M. Hurley. Greenbelt, USA.









Director:

Julio Carvajal Brenes

Consejo Editorial:

Luis Gómez Gutiérrez José Guillermo Marín Rosales Gabriela Mora Delgado

Toda reproducción debe citar la fuente. Los autores de los artículos, los entrevistados y los anunciantes son los responsables de sus opiniones.

San José, Costa Rica















BOLETÍN N° 35 DICIEMBRE 2021





