

# Estimación del tiempo de evacuación en incendios

Ing. Jorge GARCIA



Cámara de Profesionales y Empresas de Seguridad contra Incendios

Año 2021

# Índice

## 1 Introducción

- Casos de siniestros con problemas de evacuaciones
- Problemas con movimientos de personas

## 2 Evacuación

- Tiempos de evacuación
  - Estimación del Tiempo Disponible para Evacuación Segura (ASET)
  - Estimación del Tiempo Requerido para una Evacuación Segura (RSET)

## 3 Simulación de evacuaciones

Referencias

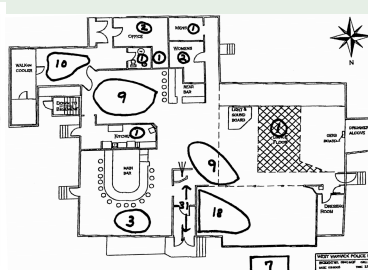
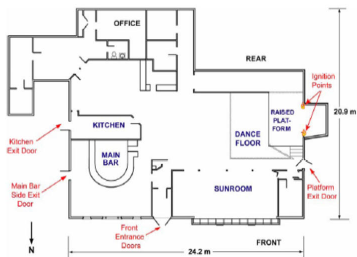
# Introducción

## Casos de siniestros con problemas de evacuaciones

-  **1666. El gran incendio de Londres**
-  **1911. Incendio teatro de Edinburgh**
- 1958. Incendio del Almacén Vida
-  **Edificio Joelma**
-  **1983. Incendio de la discoteca Alcalá 20**
-  **2001. Incendio de Mesa Redonda**
-  **2003. Station Night Club**
-  **2003. Station Night Club**
-  **2004. Tragedia del “Ycua Bolaños” del Paraguay**
-  **2004. Tragedia de Cromañón**
-  **2013. Incendio discoteca Kiss**
-  **2015. Incendio de la discoteca Colectiv**
-  **2017. Torre Grenfell**
-  **2017. Incendio Las Malvinas**

## Casos de siniestros con problemas de evacuaciones

### The Station Nightclub











Croquis planta

Croquis ubicación víctimas encontradas

Fuente: Wikipedia

# Problemas con movimientos de personas

-  1944. La tragedia de la puerta 11
-  1968. La tragedia de la puerta 12
-  2012. Accidente en el Madrid Arena
-  2015. La Meca  2015. La Meca
-  2017. Estampida de Turín  2017. Estampida de Turín
-  2018. Corinaldo

# Evacuación

¿A qué se denomina “*Evacuación*”

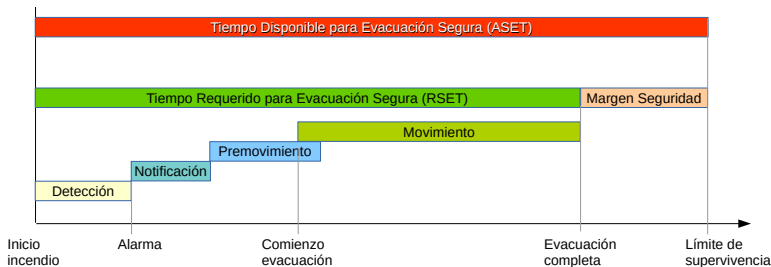
Para nuestro caso a la acción de desalojar a las personas de un lugar para evitarles algún daño.



# Tiempos de evacuación

En evacuación resulta importante conocer el definido como el Tiempo Necesario para Realizar una Evacuación Segura (RSET), a fin de estimar si este resulta menor que el Tiempo Disponible para Evacuación Segura (ASET), lo cual se expresa como:

$$\text{RSET} < \text{ASET}$$



**ASET** (en inglés, Available Safe Escape Time) es el tiempo hasta que las condiciones inducidas por el incendio dentro de un edificio se vuelven no aceptables para la vida humana.

**RSET** (en inglés, Required Safe Escape Time) el tiempo que, desde el comienzo del incendio, emplean los ocupantes del lugar afectado por el mismo para abandonarlo y llegar a un lugar seguro.



## Tiempos de evacuación

El ASET puede determinarse para diferentes escenarios de incendio, por ejemplo según alguno de los criterios indicados en la publicación de (Tosolini, Grimaz, Pecile, y Salzano, 2012) De los mismos puede seleccionarse, entre otros:

**Altura de Capa Superior de Temperatura** (Upper Layer Temperature , ULT) que consiste en determinar la altura a la cual se encuentra una temperatura máxima admisible para las personas.

**Altura de Capa Inferior** ( Lower Layer Height, LLH) altura mínima desde el suelo libre de humo.

**Densidad óptica de humo** (smoke Optical Density, OD) grado de visibilidad en un ambiente lleno de humo.

**Máxima concentración fraccional efectiva de gases irritantes** (Fractional Effective Concentration,  $FEC_{irritant}$ ) umbral límite para la concentración de gases irritantes.

**Dosis efectiva fraccional máxima de tóxicos** (maximum Fractional Effective Dose of toxic gases,  $FED_{toxic}$ ) umbral límite para la dosis de gases asfixiantes.

**Dosis efectiva fraccional máxima de calor** (maximum Fractional Effective Dose of heat,  $FED_{heat}$ ) umbral límite para la dosis de calor

# Tiempos de evacuación

## Composición usual del RSET

$$\text{RSET} = t_{det} + t_n + t_{pre} + t_{mov}$$

## Detalle de los componentes

- $t_{det}$  Tiempo transcurrido desde el comienzo del incendio hasta que se lo detecta por un sistema automático o por los ocupantes
- $t_n$  tiempo de notificación, empleado por el sistema desde la detección hasta la notificación a los ocupantes del edificio.
- $t_{pre}$  Corresponde al pre movimiento de los ocupantes.
- $t_{mov}$  Tiempo empleado por los ocupantes para desplazarse hasta un lugar seguro.

# Tiempos de evacuación

## Tiempos de detección y notificación

$t_{det}$  = tiempo que tarda el sistema de detección (o las personas) en activar e iniciar la secuencia de notificación de alarma.

$t_n$  = tiempo de notificación, empleado por el sistema desde la detección hasta la notificación a los ocupantes del edificio.

Estos dos primeros tiempos suelen obtenerse de tablas basadas en experiencias empíricas y dependen del sistema de detección y del sistema de alarma con que cuente el edificio.

Si el edificio no posee tanto sistema de detección como sistema de alarma, los valores de  $t_{det}$  como  $t_n$  dependen de la capacidad de los ocupantes para detectar y dar la alarma sobre el siniestro.

# Tiempos de evacuación

## Tiempo de pre-evacuación ( $t_{pre}$ )

Es el tiempo que tardan los ocupantes en empezar a moverse hacia las rutas de evacuación.

Según la bibliografía (CIBSE, 2010), dependiendo del uso del edificio será el valor del  $t_{pre}$ .

Pero, dicha referencia indica que el  $t_{pre}$  no se suma simplemente al  $t_{mov}$  junto con los otros tiempos porque se puede sobreestimar el tiempo total de evacuación, dado que, para espacios con una alta densidad de ocupación, el período inicial antes de que los primeros individuos comiencen a moverse es el factor importante del pre-movimiento, luego del cual el  $t_{mov}$  domina la escena. En lugares con baja densidad de ocupación, dichos tiempos se suman directamente.

Por este motivo se considera que existe un solapamiento entre el  $t_{pre}$  y  $t_{mov}$ , lo cual reduciría el primero.

# Tiempos de evacuación

## Tiempo de pre-evacuación ( $t_{pre}$ )

Tiempos de pre-evacuación adaptados de (CIBSE, 2010)

Tipo edificio	Tipo ocupación	Tiempo pre-evacuación [min]
Residencial	Casas, Departamentos	5
Salud	Centros de atención, clínica, cirugía	2
Educación	Escuelas, Institutos, Universidades	1
Oficinas	Oficinas	1
	Banco	1
Ventas	Negocios	3
	Shoppings, Hipermercados	3

# Tiempos de evacuación

## Tiempo de movimiento ( $t_{mov}$ )

Es el tiempo que tardan los ocupantes en desplazarse de la zona y llegar a un lugar seguro.

Depende, entre otros factores, de la cantidad de personas, cómo están distribuidos en el edificio, las rutas de salida, etc.

Para estimarlo se emplea algún método de simulación como el denominado método hidráulico, el cual se detalla en la publicación de (Gwynne y Rosenbaum, 2016), y consiste en un modelo simplificado donde el movimiento de las personas se considera como si fuese un fluido. Por lo que se asigna una velocidad, un flujo y una densidad a los individuos en función del lugar del edificio en el que se encuentren y las resistencias que se opongan a su movimiento.


Para cada caso de incendio considerado se obtiene el valor de  $t_{mov}$ .


# Métodos de simulación

## Simulaciones de evacuación y movimiento de personas

Una revisión de modelos de evacuación de edificios  preparado por Erica D. Kuligowski Richard D. Peacock Bryan L. Hoskins de la NIST en el año 2010

Modelo hidráulico para evacuación presentado en (Gwynne y Rosenbaum, 2016) permite realizar simulaciones simples de movimientos de personas al evacuar un edificio.

Simulex  Software que permite definir un edificio y a sus ocupantes, y simular como se mueven en el edificio en un día común o en una evacuación durante una emergencia.

Exodus  Permite simular tanto evacuaciones como tránsito peatonal. Basado en submodelos altamente sofisticados.

 Descripción del software Exodus

FDS+Evac  Módulo agregado al software FDS de la NIST

 Manual de usuario del FDS+Evac, año 2018

Pathfinder  Integra una interfase de usuario con animaciones 3D

 Comparación de Pathfinder con métodos alternativos

 Una comparación de simulaciones realizadas con Exodus y datos experimentales

 Validación de Exodus usando datos de una prueba de evacuación sin aviso.

## Bibliografía I

- CIBSE. (2010). *CIBSE Guide E. Fire Safety Engineering* (3rd Revised edition ed.). Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE).
- Gwynne, S. M., y Rosenbaum, E. R. (2016). SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. En Society of Fire Protection Engineers (Ed.), (cap. Employing the Hydraulic Model in Assessing Emergency Movement). Springer.
- Tosolini, E., Grimaz, S., Pecile, L. C., y Salzano, E. (2012). People Evacuation: Simplified Evaluation of Available Safe Egress Time (ASET) in Enclosures. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS*, 501-506.