



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

**FACULTAD DE QUÍMICA.**

**“APLICACIÓN DE LA NFPA 101 CÓDIGO DE  
SEGURIDAD HUMANA Y EL REGLAMENTO DE  
CONSTRUCCIÓN DEL D.F., EN LOS EDIFICIOS A Y C  
DE LA FACULTAD DE QUÍMICA”.**

***TESIS***

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA QUÍMICA.**

**PRESENTA**

**LYDIA ELENA LÓPEZ MAYA.**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX**

**2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE PROF:** BRAVO MEDINA ENRIQUE.

**VOCAL PROF:** GAVILÁN GARCÍA IRMA CRUZ.

**SECRETARIO PROF:** GARCÍA REYNOSO JOSÉ AGUSTÍN

**SUPLENTE 1 PROF:** ANDRACA AYALA GEMA LUZ

**SUPLENTE 2 PROF:** MENDOZA CAMPOS ALEJANDRA

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

FACULTAD DE QUÍMICA C.U.

**ASESOR DEL TEMA**

---

**Dra. IRMA CRUZ GAVILÁN GARCÍA.**

*"La mayor gloria no es nunca caer, sino levantarse siempre"*

**Nelson Mandela.**

## **ACTO QUE DEDICO A**

### **MIS PADRES.**

COMO RECOMPENSA DE SUS ESFUERZOS, SACRIFICIOS, DE LAS PALABRAS DE ALIENTO, POR DEPOSITAR SU CONFIANZA EN MÍ, PARA SER LA PERSONA QUE SOY AHORA.

### **MI FAMILIA**

QUIENES FORMAN PARTE DE ESTE ÉXITO Y POR ESTAR CONMIGO SIEMPRE EN CADA MOMENTO DE MI VIDA. POR SER PARTE FUNDAMENTAL PARA LLEGAR A ESTA META.

### **PROFESOR GUILLERMO RAMÓN MARAMBIO DENNETT.**

POR SU APOYO, SUS ENSEÑANZAS, SUS CONSEJOS, POR SER MI GUÍA Y SIEMPRE MOSTRARME EL MEJOR CAMINO A SEGUIR.

### **JULIO CESAR VILLANUEVA DÍAZ**

QUIEN ES MI ETERNO APOYO, EN LAS BUENAS Y MALAS, PORQUE SIN EL JAMÁS HUBIERA LOGRADO ESTE SUEÑO.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mis padres por ser el motor que me impulsara en este camino, por creer en mí, por nunca dejar que me diera por vencida.

A la Doctora Irma Cruz Gavilán García por la confianza, la asesoría, el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

Al Prof. Guillermo Ramón Marambio Denette por el apoyo brindado supervisando la realización de este trabajo y ser por ser la fuente de inspiración.

A mi casa de estudios, la Facultad de Química (UNAM) por instruirme y contribuir a mi desarrollo profesional.

A Omar Cástulo Fortis, por ser una de las personas fundamentales para el logro de este trabajo.

A los miembros del Jurado por su colaboración en la revisión y evaluación de este trabajo.

## **ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS**

AC	Autoridad Competente.
ASE	Acceso a Salida Existente.
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
DRO	Director Responsable de Obra.
DSE	Descarga de Salida Existente.
NFPA	Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.
NFPA 101	Código de Seguridad Humana.
NTCPA	Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico.
PQS	Polvo Químico Seco.
RCPPA	Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.
SICA	Sala de Informática y Cómputo para Alumnos.
SE	Salida Existente.
S.N.D.P.T.	Sobre el Nivel de Piso Terminado.

## ÍNDICE.

1.	INTRODUCCIÓN <sup>[2]</sup> .....	8
2.	LA SEGURIDAD HUMANA, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y ASPECTOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS DE EVACUACIÓN <sup>[2, 5,10]</sup> .....	10
3.	EL NFPA 101 Y REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO FEDERAL <sup>[2, 3, 9,10]</sup> .....	14
3.1.	El reglamento de construcción del Distrito Federal.....	15
3.2.	El NFPA 101.....	18
4.	FACULTAD DE QUÍMICA Y OTRAS ÁREAS DE ANÁLISIS <sup>[1, 7,8]</sup> .....	23
4.1.	Edificio A.....	24
4.2.	Edificio C.....	28
4.3.	Auditorios A Y B.....	30
5.	ANÁLISIS DE LOS EDIFICIOS A, C Y AUDITORIOS A Y B <sup>[2, 3, 4,6]</sup> .....	31
5.1.	Clasificación de ocupación y carga de ocupantes.....	31
5.1.1.	Edificio A.....	32
5.1.2.	Edificio C.....	39
5.1.3.	Auditorios A y B.....	41
5.2.	Determinación del grado de riesgo y resistencia al fuego.....	42
5.2.1.	Edificio A.....	44
5.2.1.	Edificio C.....	46
5.2.2.	Auditorios A y B.....	48
5.3.	Sistemas de Protección Contra Incendio.....	51
5.3.1.	Edificio A.....	51
5.3.2.	Edificio C.....	56
5.3.3.	Auditorios A y B.....	60



5.4.	Medios de egreso, recorridos a la salida y áreas de resguardo.....	62
5.4.1.	Edificio A. ....	62
5.4.2.	Edificio C. ....	74
5.4.3.	Auditorios A y B.....	83
5.5.	Elevadores.....	87
5.5.1.	Edificio A. ....	87
5.5.2.	Edificio C. ....	89
5.5.3.	Auditorios A y B.....	89
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES <sup>[2, 3, 4,6]</sup> .....	90
6.1.	Conclusiones. ....	90
6.2.	Recomendaciones. ....	91
7.	REFERENCIAS. ....	92
8.	ANEXOS.....	93
8.1.	ANEXO A Cálculo de cargas de ocupantes.....	93
8.2.	ANEXO B Cálculo de medios de egreso.....	98
8.3.	ANEXO C Definiciones. ....	103

# 1.INTRODUCCIÓN [2].

Este trabajo monográfico de actualización tiene como objetivo, analizar y evaluar las condiciones de seguridad establecidas en la reglamentación aplicable para el caso de los edificios A y C y los auditorios A y B de la Facultad de Química, que permita conocer si existen condiciones adecuadas de seguridad en caso de incendio y/o alguna emergencia, por los siguientes medios:

- 1- Protección de la comunidad universitaria que no esté relacionada directamente con el desarrollo inicial del fuego y/o emergencia.
- 2- Aumentar la capacidad de supervivencia de la comunidad universitaria que esté íntimamente relacionada con el desarrollo inicial del fuego y/o la emergencia.

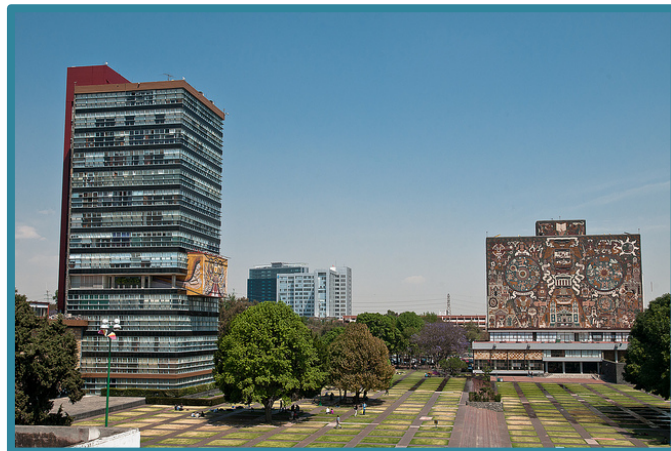


Fig. 1 Ciudad Universitaria "Las Islas"

Un objetivo adicional de este trabajo es la evaluación de los medios de evacuación en cuando se requiera proveer también un tránsito seguro en condiciones y situaciones que no son de emergencia.

Estos objetivos son alcanzados por medio de un análisis estructural y dimensional, de los medios de egreso, áreas de resguardo, rutas de evacuación, recorridos a la salida, recorridos comunes, número y capacidad de las escaleras, señalización, integridad estructural de los edificios, entre otros aspectos de los edificios antes mencionados en cuanto a los sistemas de protección contra incendios en caso de que existan se analizará la efectividad y funcionalidad de dichos sistemas.

Como resultado de este análisis se propondrán recomendaciones y medidas de mejora de los aspectos de seguridad y sistemas de protección contra incendios, tendientes a realizar el cumplimiento normativo con el NFPA 101 y las normas de construcción del Distrito Federal correspondientes, para proporcionar condiciones seguras de alojamiento y estadía a la comunidad de los edificios, ya sea en caso de emergencia o en condiciones normales de ocupación.

Estas soluciones se proponen al final del análisis de todos los edificios en el Capítulo 8 “Conclusiones y recomendaciones”. Las conclusiones y recomendaciones deben entenderse solamente como la descripción y conceptualización de las características a lograr o de las tareas a realizar para obtener un mayor nivel de seguridad humana en los inmuebles de estudio.

Las normas y códigos aplicables, sugieren diferentes medidas dependiendo, si el edificio es nuevo o existente, pero por lo regular las exigencias para los edificios existentes comúnmente son menores que para los edificios nuevos, ya que con el paso de los años se desarrollan nuevas estrategias y requerimientos de la seguridad humana y protección contra incendios que se incluyen en las nuevas ediciones.

Debido a que, los edificios en estudio existen desde mucho antes de la que normatividad aplicable en su última edición, para este análisis se consideraron como existentes, y por ende se aplicaron los requisitos correspondientes a este tipo de edificaciones. Así mismo, debe tomarse en consideración que tanto el Código de Seguridad Humana (NFPA 101) como la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico (NTCPA) y el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (RCDF) tienen como objetivo principal el de la salvaguarda de la vida de los ocupantes de los inmuebles, dejando en segundo término el contenido de los mismos y la continuidad de las operaciones o las actividades.

## **2. LA SEGURIDAD HUMANA, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y ASPECTOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS DE EVACUACIÓN [2, 5,10].**

De acuerdo a la NFPA la seguridad humana se define como el conjunto de medidas necesarias para la protección de todas las vidas humanas de modo que se garantice su supervivencia, antes, durante y después de una emergencia.

La seguridad humana es fundamental a la hora de responder ante una amenaza, ya sean conocidas o nuevas, que van desde un incendio hasta un temblor, riesgos provocados por algún fenómeno natural o por el ser humano, además de que es completamente necesaria para asegurar la estancia y la supervivencia de los ocupantes de cualquier inmueble por medio de técnicas basadas en disposiciones y requerimientos establecidos por diferentes códigos y normas. Estos requerimientos son los mínimos con los que deben cumplir todas las edificaciones, de modo tal que proporcionen a los ocupantes un adecuado y razonable nivel de protección en casos de emergencia, dichos requerimientos deben estar basados en los siguientes aspectos:

- 1) La protección de los ocupantes que no estén directamente relacionados con el desarrollo inicial del fuego.
- 2) Mejoramiento de la capacidad de supervivencia de los ocupantes que estén directamente relacionados con el desarrollo inicial del fuego.
- 3) La secuencia de movimiento seguro para las personas en condiciones normales y de emergencia.
- 4) Reducción de los impactos y pérdidas en los servicios y la continuidad de las actividades de la facultad.

Como ya se mencionó, todos estos requerimientos deben estar basados en normas y códigos aplicables vigentes, de modo tal que se requiere profundizar en ellas dependiendo de la particularidad y características del inmueble.

Estos requerimientos son de aplicación obligatoria en el diseño, remodelación y construcción de edificaciones ya sean nuevas o existentes, además de que considera el diseño e instalación de sistemas contra incendio tanto de protecciones pasivas como activas, actividades que se desarrollan en el inmueble, número de ocupantes, área de construcción neta y bruta, medios de egreso y otros parámetros definidos por la normatividad.

En resumen cualquier estructura que tenga alguna carga de ocupación mayor de cero, debe ser diseñada, construida y mantenida para proteger a los ocupantes que están y no están íntimamente relacionados con los sitios de desarrollo inicial del fuego, durante el tiempo necesario para ser evacuados y puedan trasladarse a un lugar seguro, al mismo tiempo que debe mantenerse la integridad estructural durante el tiempo necesario para que en caso de que los ocupantes no puedan ser evacuados, estos estén protegidos en el lugar y se mantengan seguros hasta la llegada de los servicios de emergencia. Los sistemas utilizados para la protección humana y protección contra incendios deben ser efectivos para mitigar el riesgo, deben ser confiables, mantenerse en el nivel óptimo de funcionamiento para la operación y permanecer activos durante la situación de emergencia.

En el caso de las edificaciones nuevas se requiere de una evaluación previa del riesgo que recomiende la aplicación y diseño del mismo con el propósito de salvaguardar la vida humana de conformidad a las normas aplicables vigentes al momento del desarrollo del proyecto.

En caso de inmuebles la protección contra incendios se refiere a los sistemas y elementos con los que deben de contar los edificios para poder detectar, controlar, mitigar y por supuesto estar protegidos en caso de incendio.

Tomando en cuenta lo anterior podemos decir que los tres principales objetivo de estos sistemas son los siguientes:

- Salvar las vidas humanas en caso de emergencia.
- Reducir las pérdidas económicas ocasionadas por algún siniestro.
- Reanudar las actividades del inmueble en el menor tiempo posible.

Por lo regular dichos sistemas para la protección contra incendio se clasifican en tres tipos, los cuales se muestran a continuación:

- **Protecciones preventivas:** Este tipo de protección corresponde al resultado del estudio de riesgos de las distintas actividades humanas y características particulares de los ambientes donde dichas actividades se realizan.
- **Protecciones pasivas:** Se conforman por características estructurales y de construcción del inmueble o edificio, que faciliten la evacuación de los ocupantes en caso de incendio por medio de corredores, pasillos y escaleras entre otros elementos estructurales de dimensiones adecuadas para tales fines. Dentro de esta clasificación también entran los elementos retardantes al fuego, es decir elementos que impiden que el fuego se extienda muy de prisa o invada otras áreas de la edificación.
- **Protecciones activas:** Estas protecciones están básicamente conformadas por los sistemas de protección contra incendios que incluyen la detección y alarma, señalización y sistemas de extinción por mencionar algunos.

Los conceptos que son fundamentales para realizar y evaluar la seguridad humana en un edificio son los siguientes, los cuales se definen así, para efectos de las normas aplicables, y aplican única y exclusivamente para el NFPA 101 y la NTCPA.

**Medios de Egreso:** Se denomina medio de egreso al recorrido continuo y sin obstrucciones desde cualquier punto en un edificio o estructura hasta una vía pública, comprendiendo tanto el recorrido vertical como el recorrido horizontal y que incluye los espacios intermedios como salas, puertas, vestíbulos, corredores, pasadizos, balcones, rampas, escaleras, ascensores, salidas verticales y patios. Los medios de egreso se componen de tres partes separadas y distintas las cuales son:

- 1) Acceso a la salida:
- 2) Salida:
- 3) Descarga a la salida:

**Clasificación de ocupación:** Determinación del tipo de uso del piso, es decir cuál es el propósito para el que se utiliza o intenta utilizar en un edificio, estructura u otra parte de ella.

**Área bruta y área neta:** El área bruta de piso se refiere al área dentro del perímetro interior de las paredes exteriores del edificio en consideración, sin deducción por antesalas, escaleras, armarios, espesores de paredes interiores, columnas u otras características. En cuanto al área neta de piso se refiere al área dentro del perímetro interior de las paredes exteriores y de muros cortafuego del edificio en consideración, con deducciones por antesalas, escaleras, armarios, espesores de paredes interiores, columnas u otros elementos estructurales.

**Construcciones nuevas y existentes:** Se clasifica como ocupaciones nuevas a las construcciones posteriores a la publicación de la última edición de la norma o código que se aplicará, y como construcciones existentes a aquellas que han sido construidas anteriores a la última edición del código o norma en cuestión.

**Riesgos de los contenidos:** El riesgo de los contenidos deberá ser el peligro relativo al inicio y la propagación del incendio, el peligro del humo o los gases generados y el peligro de explosión u otro suceso potencialmente peligroso para la vida y la seguridad de los ocupantes del edificio o de la estructura.

### **3.EL NFPA 101 Y REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO FEDERAL** **[2, 3, 9,10]**

En muchos países de América Latina existen normas y códigos que regulan las disposiciones de protección tanto activas como pasivas. En algunos casos los gobiernos de un gran número de países crean normas suplementarias, las cuales adaptan la normativa local, con la normatividad de otros países, como es el caso de México.

En materia de seguridad humana las diversas normas mexicanas e internacionales proponen anchos mínimos de medios de egreso, como pasillos, escaleras y puertas de evacuación además de establecer las distancias máximas a recorrer hasta llegar a un lugar seguro así como disposiciones de las estructuras en cuanto a materiales de los elementos constructivos y ornamentales.

En México las normas y reglamentos que establecen los requerimientos mínimos con los que deben contar los inmuebles y construcciones a fin de asegurar la vida de los ocupantes en caso de una emergencia son las siguientes:

- Reglamento de Construcción del Distrito Federal.
- Norma Técnica Complementaria Para el Proyecto Arquitectónico.

En cuanto al aspecto internacional, la norma que establece estos requerimientos es un código americano, emitido por la NFPA, el cual se actualiza cada 3 años, dicho código es:

- NFPA 101 Código de Seguridad Humana.

Para finalizar podemos decir que la normatividad nacional antes mencionada (RCDF y NTCPPA), debe de aplicarse tanto a construcciones nuevas como a existentes según sea el caso y es de carácter obligatorio en todo el territorio nacional, sin embargo la autoridad competente es la que debe de determinar la aplicación y cumplimiento de las normas extranjeras ya que estas no son de carácter obligatorio.



### **3.1. El reglamento de construcción del Distrito Federal.**

A principios de 1900 la normatividad aplicable en materia de construcción no existía en México y no fue sino hasta los años 20's cuando se publicó el primer reglamento en materia de construcción en la historia de nuestro país, siendo el 20 de Enero de 1920 la fecha de su publicación, Sin embargo las disposiciones que contenía este reglamento eran realmente inadecuadas, para las necesidades de aquellos tiempos, en el que el crecimiento de la ciudad estaba aumentando tanto en superficie como en población, por ende se fueron considerando varias modificaciones al reglamento de construcción hasta que el 23 de julio de 1942, la "Dirección General de Obras Públicas" presentó el nuevo reglamento de construcciones y de los servicios públicos en el Distrito Federal, sin embargo a pesar de las múltiples actualizaciones al reglamento de construcción del D.F, seguía sin cumplir con los objetivos que eran, entre otros, que la vía pública fuera usada en las mejores condiciones y que las construcciones se ejecutaran conforme a normas vigentes de aquella época, además de que dejaba de lado la adecuada capacitación a las autoridades competentes encargadas de vigilar y dar seguimiento a estos requerimientos.

A partir del terremoto de 1985, algunas de las estructuras de la Ciudad de México fueron reforzadas, lo que dio inicio a una serie de cambios y actualizaciones a la normatividad en materia de estructuras y construcciones en el distrito federal, enfocadas principalmente a la resistencia estructural de los inmuebles y el reforzamiento de los mismos, sin embargo con el paso de los años, en estas actualizaciones también incluyeron aspectos de seguridad humana y protección contra incendios, también conocido como seguridad contra incendios.

Debido a las consecuencias producidas por ese fenómeno natural las autoridades encargadas de Protección Civil se dieron cuenta que un suceso de tales magnitudes había dejado graves repercusiones tanto para la economía del país como para la seguridad nacional, y que nunca se habían previsto medidas preventivas ni mucho menos se habían tomado con la importancia necesaria para hacer frente a un suceso así, además de darse cuenta de que no existía alguna documentación capaz de regular

las construcciones y obras civiles con los requerimientos que una ciudad de esas dimensiones requería.

En ese año justamente fue cuando se volvieron a realizar modificaciones al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, relegando completamente la responsabilidad a los dueños de los inmuebles o de las construcciones, DRO's y corresponsables técnicos de obra. Dichas medidas ponían en un muy mal concepto al sector de la construcción ya que, por mal juicio, falta de criterio y otros factores, tomaban decisiones sin ningún fundamento normativo o técnico que las sustentaran, resultando en construcciones endebles, con materiales de baja calidad, con uniones entre miembros estructurales sin refuerzos, o cálculos estructurales y mecánicos incorrectos. En ese mismo año fue cuando se frenó la contrición de grandes desarrollos inmobiliarios, vivienda y oficinas por razones de normatividad, sin embargo, en 1993 se realizaron nuevamente más modificaciones al Reglamento de Construcciones, atendiendo a un punto clave del desastre. En respuesta al fenómeno burocrático de nuestro país en el ámbito de la construcción, hasta ese mismo año seguían remanentes algunos artículos como el 57 de la Ley de obras públicas, en el que se permitía la ejecución de ciertas obras sin licencias de construcción bajo condiciones especiales, lo que con el paso de los años, generó una imagen en la ciudad que se convirtió en una mancha de construcciones sin terminar, con un panorama lleno de incertidumbres e inseguro.

Por su parte y después de cada 10 años como se establece en dicha ley, el 29 de enero del 2004 se emitió el nuevo Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, mismo que entró en vigencia a partir del 16 de febrero de ese mismo año. Si bien el documento se presentó con muchas mejoras y sobre todo buena fe, este aún carecía de valor real y resolutorio a los problemas e interrogantes que presentaba un México en desarrollo ante las condiciones de competitividad y desarrollo.

A continuación, se muestra una lista de todos los reglamentos de construcción que se han emitido en la ciudad de México, en orden cronológico correspondiente desde 1920, hasta el 2008.

- 20 enero de 1920.- Primer reglamento de construcciones de la ciudad de México.
- Julio de 1942.- Reglamento de construcciones y de los servicios públicos en el Distrito Federal.
- Febrero de 1952.- Modificación al reglamento de Julio de 1942, el cual queda con el mismo nombre.
- Enero de 1996.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.
- 14 diciembre de 1976.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.
- 17 junio de 1987.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.
- 2 de agosto de 1993.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.
- 29 de enero del 2004.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.
- Marzo del 2008.- Actualización del reglamento publicado el 29 de enero de 2004.

Sin embargo la brecha más grande en el desarrollo de la construcción en México fue cuando el artículo 62 de la Ley de obras públicas sustituyó al 57, exentando de la necesidad de manifiestos de construcción o licencia alguna a toda obra de interés social y con crédito del gobierno aprobado, o bien cuando sea obra pública y sea realizada por el gobierno de la ciudad o por terceros contratados por el gobierno, incluidos claro los distribuidores viales, líneas nuevas del metro, ciclo pistas deficientes y que no cumplieran siquiera con el reglamento anterior, entre tantos otros factores irremediables.

Medidas que lo único que hicieron fue provocar un retroceso en el aspecto de construcción en el país, ya que, al no tener regulación, quien normaliza, asegura y califica que la calidad, funcionamiento y vigencia de las obras realizadas por el gobierno este a la altura de los estándares de calidad y seguridad que México requiere. Es necesaria una revisión y un reglamento a nivel federal que integre los sistemas y las normas de construcción en México, en pro de asegurar la calidad de un país como el nuestro.

Actualmente a nivel internacional y extranjero, existen diferentes normas a las que se integran los países que requieren competitividad en los mercados y México es uno de ellos. Es por eso que los reglamentos de construcción, así como las compañías deben realizar sus procedimientos basados en las normas ISO, NFPA, OSHA entre otras,

asegurando con ello un nivel en la calidad aceptable, desde la planeación, el diseño, el dibujo, la construcción, los materiales y hasta el servicio.

Es necesario dar garantías de seguridad y calidad a los profesionistas que como peritos se encargan de las construcciones, así como a los propietarios que las ocupan, además de que también es conveniente abreviar los trámites que se tienen que llevar a cabo para obtener las licencias de construcción.

Hoy por hoy en México la normativa aplicable que rige en el distrito federal y estados que no cuenten con su propio reglamento de construcción es la siguiente:

- Reglamento de Construcción para el Distrito Federal ed. 2011, que a su vez nos refiere a los capítulos de la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico.

### **3.2. EI NFPA 101.**

El comité de Seguridad Humana de la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (National Fire Protection Association) en los Estados Unidos, es la encargada de emitir el código de seguridad humana. El NFPA 101 es el código para la protección de la vida humana, este código incluye aquellas características para minimizar el peligro de la vida humana, causada por los efectos del fuego, incluyendo el humo, el calor y los gases tóxicos generados durante el incendio. El propósito de este código es el de proveer los requisitos mínimos, para el diseño, operación y mantenimiento de los edificios y estructuras con el fin de salvaguardar la vida humana de los residentes u ocupantes contra de los efectos del fuego.

Cabe mencionar que el NFPA 101 se centra única y exclusivamente en la protección de las personas y no incluye criterios de protección de la propiedad.

En 1912 se publicó un folleto titulado “Ejercicios de escape en fábricas, escuelas, grandes almacenes y teatros”, un año más tarde se creó el comité sobre seguridad humana de la NFPA, y se adoptó el folleto publicado en 1912. Tiempo después se

publicarían más folletos como por ejemplo “Escaleras externas para salidas de incendio” publicado en 1916, y "Protección contra incendios de los trabajos fabriles” publicado en 1918.

Ya para 1917 el comité sobre seguridad fue ampliado para incluir representantes de ciertos grupos interesados, además se integraron publicaciones anteriores al Comité. Para finales de 1927 se publicó el “Código de salidas de edificios” después de haber recorrido por varios años borradores de este mismo, luego se fueron implementando más desde la edición de 1929 hasta la de 1946.

En 1942 se suscitaron una serie de incendios en Estados Unidos por ejemplo el incendio en Coconut Grove Night Club en Boston, donde murieron 492 personas; otros más fueron los incendios en los hoteles La Salle en Chicago, Canfield en Dubuque, Winecoff en Atlanta que entre ambos sumaban un total de casi 200 personas fallecidas.

Después de esta serie de eventos, tanto la población como los establecimientos tomaron mucha importancia en los aspectos relacionados con la seguridad humana en caso de incendios que antes no habían sido tomados en cuenta, desde esos sucesos, el “Código de salidas de Edificios” fue consultado con más fuerza, aunque no dentro de un marco legal, y el código fue reeditado completamente. Dentro de esta nueva reestructuración se incluyeron a aquellos organismos que tenían un amplio conocimiento sobre cuestiones de incendio, este proceso consistió en 7 subcomités seccionales que eran supervisados por el Comité de Seguridad Humana de la NFPA. Esto generó una nueva edición del



Fig. 2 Coconut Grove Bar, después de un incendiarse en 1942.

código existente en 1966, que paso de llamarse “Código de Salidas de Edificios” a “Código para Seguridad Humana en Incendios de Edificios y Estructuras”.

En 1977 el comité fue reestructurado, pasando de un comité técnico, a un comité ejecutivo y permanente, el cual fue el responsable de los capítulos específicos y secciones del nuevo código.

Ya en 1981 la edición del código contenía una reorganización de los capítulos anteriores y los nuevos en los que se incluían instalaciones penitenciarias y correccionales, así como también para centros sanitarios para pacientes ambulatorios. Finalmente, la edición 2000 del Código de Seguridad Humana fue adoptada por la NFPA el 17 de noviembre de 1999 y fue vigente a partir del 11 de febrero del 2000, en este año también fue aprobado como norma ANSI.

Actualmente se encuentra disponible la edición 2015 de este código, el cual es revisado y actualizado cada 3 años.

La ventaja de este código es la de reflejar el conocimiento y experiencia de los numerosos comités responsables de esas normas y códigos de los cuales ha sido extraído.

El Código comprende, esencialmente, cuatro partes principales. La primera parte consta de los capítulos 1 a 4, capítulos 6 a 11, y capítulo 43; a estos a menudo se los conoce como capítulos de base o capítulos fundamentales. La segunda parte consta del Capítulo 5, que detalla la opción basada en el desempeño. La tercera parte consta de los Capítulos 12 a 42, que son los capítulos sobre ocupaciones y finalmente la cuarta y última parte abarca los Anexos A y B, que contienen información adicional útil como material explicatorio sobre los criterios de la norma, definiciones, diagramas y tablas entre otros.

El NFPA 101 no es de carácter obligatorio en el Distrito Federal, pero tanto el Reglamento de Construcción como la Norma Técnica Complementaria (ambas basadas en el NFPA 101), las cuales si son de carácter obligatorio aplican en todos los trabajos de diseño, ejecución de obras o de instalaciones que realicen o procedan a

realizar el gobierno y los particulares, por lo que al cumplir con el NFPA 101 se está cumpliendo también con las normas mexicanas y aún más.

Para fines prácticos y de mejor entendimiento del código en este trabajo, lo dividiremos en 3 secciones, las cuales son las siguientes:

- **Capítulos Fundamentales:** Estos capítulos son del 1 al 4 y del 6 al 11, también conocidos como capítulos base ya que estos poseen los conceptos básicos sobre los cuales han basado sus requisitos los capítulos “sobre ocupaciones”.
- **Desempeño:** Para cumplir con los requisitos de seguridad humana, el diseño de la misma debe estar basado en algunas secciones del capítulo 4 como 4.1 y 4.4 y con el capítulo 5.
- **Sobre Ocupaciones:** Se refiere a los capítulos de 12 al 42 en donde se proveen indicaciones para ocupaciones específicas, la mayoría de ellas referenciándose a los capítulos fundamentales.

Debido a que este código es sumamente extenso y además, los requerimientos aplicables a los inmuebles están referidos a otras normas y códigos, a continuación se propone una metodología para realizar la determinación de los requisitos aplicables, al edificio o estructura en cuestión.

- 1- Determinar la clasificación de la ocupación, refiriéndose a las definiciones de las ocupaciones en el capítulo 6 y capítulo 12 al 42. Se debe tener especial cuidado en el análisis de edificaciones múltiples para tener certeza de si se pueden manejar como mixtas o separadas dependiendo de los diversos tipos de ocupaciones existentes.
- 2- Determinar si el edificio es nuevo o existente. Considerando como existentes las estructuras construidas o autorizadas antes de la vigencia del código.
- 3- Determinar la carga de ocupantes, teniendo en cuenta la tabla de factores de carga de ocupantes para poder calcular la cantidad de personas máxima permitida por norma aplicando el factor de carga al área neta de la edificación.
- 4- Determinar el riesgo de los contenidos. Aplicando los parámetros de clasificación dados en el capítulo 6.

- 5- Analizar las necesidades específicas, dependiendo del tipo de ocupación aplicando el capítulo del código que corresponda (de los capítulos 12 al 42).
- 6- Proceder a detallar las exigencias con el capítulo aplicable a la ocupación para verificar que se cumplan todas las secciones aplicables.
- 7- Cuando se apliquen dos o más requisitos, generalmente el capítulo aplicable a la ocupación prevalece sobre las generalidades de los Capítulos del 1 al 4 y las protecciones generales de los Capítulos 6 a 11.



## 4. FACULTAD DE QUÍMICA Y OTRAS ÁREAS DE ANÁLISIS [1, 7,8].

La primera iniciativa para crear una escuela de química fue presentada por Don Juan Salvador Agraz en enero de 1913 al presidente de la república, Francisco I Madero, sin embargo la fecha clave llegó el 23 de septiembre de 1916 cuando por decreto Presidencial del entonces Presidente de la República, General Venustiano Carranza, se funda la Escuela Nacional de Química Industrial en el Pueblo de Tacuba.

En febrero de 1917 la escuela se incorporó a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (hoy Facultad de Química). Después del año crítico de 1918, en que se pensó seriamente en cerrarla, pero a pesar de eso tiempo después se crearon los laboratorios de análisis y el de preparación de productos químicos orgánicos e inorgánicos entre otros.



Fig. 3 Ciudad Universitaria, campus central en 1916.

Desde sus comienzos hace 95 años, primero como Escuela de Química Industrial y luego como Escuela Nacional de Ciencias Químicas en Tacuba y a partir de 1965 como la Facultad de Química de la UNAM, ha estado a la cabeza de las instituciones académicas afines del país y ha formado a varias generaciones de profesionales de la química, coadyuvando de manera muy significativa en la preparación en sus egresados líderes, que han influido en la transformación industrial y social de México. La labor académica que a lo largo de este tiempo ha llevado a cabo la Facultad de Química, le ha servido para obtener el prestigio y reconocimiento internacional del que ahora goza.

La Facultad de Química es la única que tiene un Patronato específico. Este surgió a finales de la década de los ochenta siendo director de la facultad el Dr. Javier Padilla Olivares, cuando ex alumnos con la idea de formar un Patronato que pudiera apoyar a fortalecer el gran liderazgo académico de esta institución con recursos económicos esenciales para sus proyectos. Este Patronato quedó formalmente constituido el 10 de octubre de 1990, al inicio de la gestión del Dr. Francisco Barnés de Castro como Director de la Facultad.

Actualmente La Facultad Química UNAM realiza actividades de investigación en bioquímica, química analítica, química orgánica, fisicoquímica, química de alimentos, biotecnología, metalurgia, ingeniería química, química farmacéutica, química inorgánica, química nuclear, química teórica y física teórica, adicionalmente ofrece a su vez programas de estudios de posgrado, para la obtención de grados a nivel Maestría y Doctorado. La Facultad se encuentra organizada en 12 departamentos científicos y 4 unidades de investigación.

La mayor parte de los edificios de la Facultad se encuentran localizados en el campus principal de la UNAM, Ciudad Universitaria (C.U.), al sur de la Ciudad de México. Los edificios (conjuntos) a analizar son los A Y C ubicados dentro de las instalaciones centrales de C.U.

#### **4.1. Edificio A.**

El edificio A de la Facultad de Química es el edificio principal.

Este edificio está conformado por planta baja, y 5 niveles, tiene una altura de 27 m aproximadamente. En la planta baja y en cada nivel se realizan diferentes tipos de actividades destinadas a la enseñanza las cuales se describen a continuación:

En la planta baja se encuentra el vestíbulo, hacia el lado derecho del acceso principal están las ventanillas de trámites y orientación para alumnos, hacia el lado derecho se encuentran los servicios administrativos para profesores y el elevador, el cual da servicio desde la planta baja hasta el 4to nivel. La planta baja tiene un área total de 3,326 m<sup>2</sup>, consideran las áreas de circulaciones y el vestíbulo.

Al final del lobby hacia la derecha, se encuentra un pasillo que conduce a la sala de profesores, biblioteca y sanitarios, justo antes de llegar a la biblioteca se ubica el salón de directores que es en donde se realizan los exámenes profesionales, el cual tienen un área aproximada de 312 m<sup>2</sup> con un total de 70 butacas y 7 sillas que no están fijadas.

Los sanitarios se encuentran frente al salón de profesores.

La biblioteca cuenta con planta baja, mezzanine y un primer piso. A la entrada de la planta baja están las áreas de consulta, área de préstamos a domicilio, áreas administrativas, área de colecciones especiales y de acervo, además de una pequeña área de lectura, en la parte media de este nivel y junto al área de colecciones especiales, se encuentran las escaleras de acceso al mezzanine.

En la parte trasera se ubican las áreas de servicios a trabajadores de la biblioteca, en total este piso tiene un área de construcción de 1,417 m<sup>2</sup> y una carga de ocupantes total de 220. Esta planta cuenta con 1 acceso principal y 2 salidas de emergencia, ubicadas en las laterales de la planta.

En el mezzanine hay áreas de estantería para libros y mesas para lectura, este nivel tiene un área construida de 831 m<sup>2</sup> y una carga de ocupantes de 224 personas. Este



Fig. 4 Edificio A de la Facultad de Química.



Fig. 5 Vestíbulo del edificio A de la Facultad de Química.

nivel tiene 2 accesos, ambos vienen de la planta baja, pero solo uno de ellos sube al primer nivel, también cuenta con 1 salida de emergencia ubicada en la parte trasera del mezzanine.

Después del vestíbulo se encuentran las escaleras a los niveles superiores del edificio, las cuales tienen un ancho de 3.10 m, estas escaleras solo tienen pasamanos en la parte central de la escalera, ya que en la parte de la pared no cuentan con él. Junto a las escaleras está el acceso hacia la parte posterior del edificio A, y en donde se encuentran algunas tiendas que venden alimentos, a un lado de este acceso se ubican los laboratorios de física. Los laboratorios de física con tres el Lab. A-001, Lab. -002 y el Lab.-003, los cuales tienen un área total de 385 m<sup>2</sup>, aunque los tres laboratorios cuentan con puertas traseras por las que se puede acceder de un laboratorio a otro, cada laboratorio tiene su propio acceso, los accesos de los laboratorios tienen un ancho de 2.00 mts.

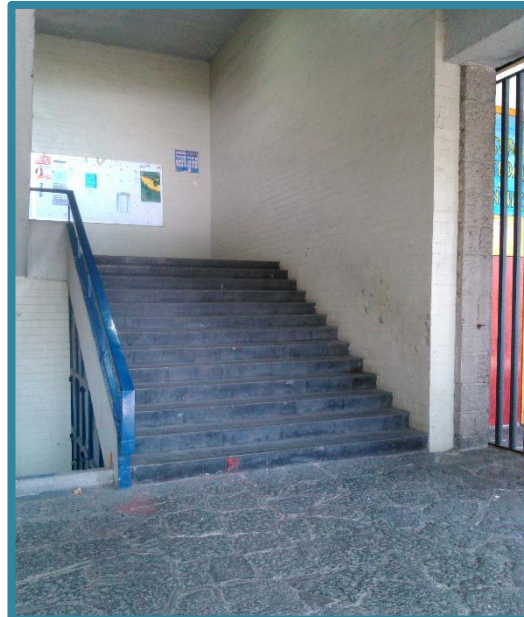


Fig. 6 Escaleras principales del edificio A de la Facultad de Química.

Junto a los laboratorios de física se encuentra el laboratorio de Metrología área de fotocopiado, junto a estas áreas, hay dos aulas con un área total de 133 m<sup>2</sup> y una carga de ocupantes de 35 personas.

Finalmente, esta la Coordinación de Asuntos Escolares, también conocido como CAE, que tienen un área de construcción de 285 m<sup>2</sup>, y una carga de ocupantes de 20 personas. Cabe aclarar que junto al CAE, existen unas segundas escaleras de acceso a los niveles del edificio, con un ancho de 2.00 m. las cuales tienen barandal de un solo lado de estas.

En el primer, segundo, tercer y cuarto nivel se encuentran las aulas y los laboratorios de licenciatura, a continuación, en la Tabla 1 se incluyen las distribuciones de salones y laboratorios por nivel.

Piso.	Salones.	Laboratorios.
1	1 A/B, 1 C/D, 1 E/F	1/A, 1/B, 1/C, 1/D, 1/E y 1/F
2	2 A/B, 2 C/D, 2 E/F	2/A, 2/B, 2/C, 2/D, 2/E y 2/F
3	3 A/B, 3 C/D, 3 E/F	3/A, 3/B, 3/C, 3/D, 3/E y 3/F
4	4 A/B, 4 C/D, 4 E/F	4/A, 4/B, 4/C, 4/D, 4/E y 4/F

Los laboratorios del primer nivel son para prácticas de química orgánica, los del segundo nivel son para prácticas de relacionadas con las materias de química fármaco bióloga, los del tercer nivel son los de química analítica y los del cuarto nivel son relacionados con la carrera de químicos en alimentos y laboratorio unificado de fisicoquímica.

Cabe mencionar que todos los niveles del edificio principal son única y exclusivamente para la docencia, sin embargo, en el quinto nivel se encuentra el bioterio que es el lugar destinado a la cría y control de los animales de laboratorio que son utilizados en las prácticas, principalmente en las carreras de los QA's y QFB's, y que también se considera un área de uso educativo.

Todas las aulas de este edificio son tipo auditorio, con sillas que se pueden mover y acomodar dependiendo de las actividades que se realicen, dichas aulas están conformadas por 6 hileras de sillas, y tienen una capacidad aproximada de 60 alumnos por aula. El acceso a las aulas es por medio de 2 escaleras, ubicadas una en cada extremo del salón, que tienen un ancho de 1.35 m cada una. Las puertas de todas las aulas y los laboratorios abren en dirección opuesta al flujo de personas.



Los pasillos a los que descargan los salones y laboratorios, que conducen a las escaleras principales y laterales, las cuales son los dos únicos medios de egreso del edificio A, tienen un ancho libre de 2.70 mts. El área por aula es de 150 m<sup>2</sup>, con un total de 12 aulas en el edificio A.

Los laboratorios tienen solo un acceso el cual se encuentra a un costado de los salones, estos laboratorios a su vez se dividen en dos áreas, la primera es el laboratorio de prácticas con un área total de 173 m<sup>2</sup>, donde los estudiantes llevan a cabo diversos experimentos. La segunda corresponde a los cubículos anexos con un área total de 103 m<sup>2</sup>, dando un área total de 276 m<sup>2</sup> por laboratorio. El edificio principal cuenta con 24 laboratorios con un cubículo anexo en cada uno.

En total el edificio A tienen un área construida de 16,292 m<sup>2</sup> (considerando desde la planta baja hasta el quinto nivel).

## 4.2. Edificio C.

Este edificio se encuentra ubicado en frente del edificio A o principal y a un costado del Laboratorio de ingeniería Química. El edificio C está conformado solo por planta baja y primer nivel, tiene una altura de 7 mts.

El acceso al edificio C está compuesto por dos puertas tipo reja, una de ellas está en frente de las escaleras y la otra se encuentra a un costado de ellas, la puerta que esta frente a las escaleras tiene una rampa de acceso, y ambas escaleras miden 3.30 m. A la derecha de las escaleras de este edificio se encuentra el acceso a la planta baja, el cual consta de una puerta de cristal con dos hojas que abren en ambos sentidos del flujo de personas. La puerta de la planta baja tiene un ancho de 2.30 m.



Fig. 7 Fachada del edificio C

Al lado izquierdo del acceso principal de la planta baja se encuentran los salones y del lado derecho está el departamento de matemáticas, un pasillo que descarga a un costado del laboratorio de Ingeniería Química y al fondo de la planta está el SICA 2 junto con una tercera puerta que da a la parte trasera del edificio.

Los salones del edificio C son 9, todos ellos son tipo auditorio sin asientos fijos y con solo 1 salida, cada salón tiene una capacidad de ocupación aproximada de 60 alumnos. Los salones tienen a cada costado, pasillos con escaleras que sirven como acceso a la salida.

El departamento de matemáticas tiene un área aproximada de 482 m<sup>2</sup> y 1 salida con un ancho de 1.80 m, el pasillo que se encuentra entre al SICA 2 y el departamento de matemáticas cuenta con un ancho libre de 2.00 m, y las puertas del pasillo tienen un ancho de 2.30 m. La puerta trasera tiene con un ancho libre de 2.00 m.

En el primer piso se encuentran los laboratorios destinados para las prácticas de química general I, II, de química inorgánica y termodinámica. Los laboratorios tienen un área total construida de 1,935 m<sup>2</sup>, con una carga de ocupantes aproximada de 45 personas por laboratorio.

Cada laboratorio cuenta con una puerta la cual sirve de entrada y salida, adicionalmente en la parte trasera de cada laboratorio existe una puerta la cual se abre en caso de emergencia y comunica a cada laboratorio para el desalojo de los ocupantes. El pasillo al que descargan los laboratorios y el cual condice a la escalera tiene un ancho de 3.00 m.

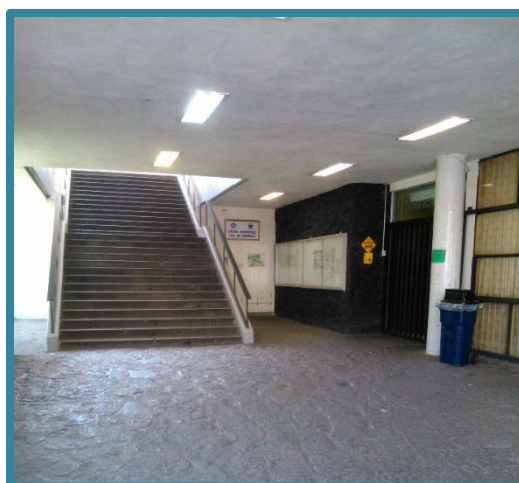


Fig. 8 Vestíbulo del edificio C de la Facultad de Química.

En este nivel solo existe un medio de egreso, que son las escaleras principales con un ancho de 3.2 m, las que se ubican en frente de los baños de la planta alta y a un costado del laboratorio C-1.

### 4.3. Auditorios A Y B.

La facultad cuenta con 2 auditorios, los cuales se encuentran entre el edificio A (principal) y el edificio C, cada auditorio tiene una superficie construida de 400 m<sup>2</sup>. Ambos auditorios son parecidos en la distribución de sus asientos, sin embargo, las dimensiones y cantidad de los medios de egreso son distintas. En ellos es donde se llevan a cabo, conferencias, seminarios, exámenes entre otras actividades, las sillas de este auditorio son fijas tipo butacas, cada auditorio con dos secciones y cada sección tiene 3 columnas de asientos con 13 filas por cada columna y cada fila cuenta con un total de 8 butacas, con una separación de 0.80 m entre cada fila.

Los auditorios tienen dos pasillos laterales al lado de cada columna con un ancho de 1.50 m. Las escaleras de los pasillos de los extremos no tienen pasamanos del lado de la pared. Estos pasillos conducen a 2 salidas que están en la parte frontal de los auditorios, que a su vez descargan al acceso principal. Cabe aclarar que ambos auditorios tienen un descaso a la mitad de él para dividir cada sección de butacas.

En el caso del auditorio A las puertas interiores tienen un ancho de 1.50 m, y la puerta exterior un ancho de 2.10 m que está compuesta por dos hojas las cuales abren en dirección al flujo de personas hacia el exterior. En el auditorio B las puertas interiores miden 2.00 m y las salidas exteriores son dos, una rampa y una puerta de cristal, la rampa tiene un ancho de 1.10 m y la puerta un ancho de 2.10 m, tanto la rampa como la puerta abren en sentido del flujo de personas hacia el exterior.

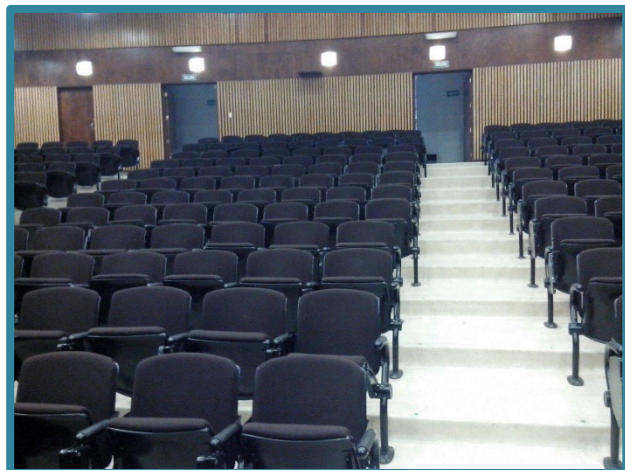


Fig. 9 Interior del auditorio A.



## 5. ANÁLISIS DE LOS EDIFICIOS A, C Y AUDITORIOS A Y B [2, 3, 4,6].

Como ya se mencionó, en la facultad de Química se realizan actividades de investigación y enseñanza. En este capítulo se realiza el análisis de los aspectos de seguridad humana y protecciones contra incendio de los edificios A, C y auditorios A y B con respecto a la normativa antes citada. Los aspectos que se evalúan y se incluyen en este capítulo son los siguientes:

- **Clasificación de ocupación y carga de ocupantes.**
- **Determinación del grado de riesgo de incendio y resistencia al fuego.**
- **Medios de egreso y recorridos a la salida.**
- **Áreas de refugio o resguardo.**
- **Elevadores.**
- **Señalización.**
- **Aspectos adicionales (detectores de humo, dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles y otros sistemas contra incendios).**

### 5.1. Clasificación de ocupación y carga de ocupantes.



Fig. 10 Vestíbulo de edificio A.

La clasificación de ocupación y cargas de ocupantes para ambos edificios y los auditorios se determinan en base a los factores de carga de ocupantes, los cuales están en función de las actividades que se realizan en cada área, es decir de la clasificación de ocupación como se indica en el NFPA 101 artículo 12.1.7.1 y en la NTCPA apéndice normativo A.

### **5.1.1. Edificio A.**

De acuerdo a la descripción del capítulo 4, en la planta baja existen diversas áreas, para diferentes propósitos, donde se realizan desde actividades de enseñanza hasta administrativas, así que tomando en cuenta esto, y de acuerdo al artículo 6.1.14.2.2 del NFPA 101 estas áreas se clasifican como ocupaciones mixtas, es decir ocupaciones múltiples donde las ocupaciones están entremezcladas, así que para el caso de la planta baja cada área deberá tener su propia clasificación de ocupación y factor de carga.

Estas determinaciones de ocupación se realizaron de acuerdo a los siguientes artículos del NFPA 101.

Artículo 3.3.168.2\* Ocupación para reuniones públicas: Ocupación utilizada para reunir a 50 o más personas para deliberación, culto, entretenimiento, comida, bebida, diversión, espera de transporte o usos similares, o utilizada como edificio de divertimento especial, independientemente de su carga de ocupantes.

Artículo 3.3.168.3\* Ocupación de negocios: Ocupación utilizada para la transacción de negocios diferentes a las mercantiles dentro de las cuales se incluyen áreas de oficinas generales.

Artículo 3.3.168.6\* Ocupación para uso educativo: Ocupación utilizada para propósitos educacionales, hasta duodécimo grado, por seis o más personas, durante 4 o más horas diarias, o más de 12 horas semanales.

Artículo 3.3.168.8\* Ocupación industrial para propósitos especiales: Ocupación industrial donde se desarrollan operaciones industriales de riesgo leve u ordinario en edificios diseñados y adecuados únicamente para un tipo particular de operaciones, caracterizadas por una cantidad de empleados relativamente baja, en la cual la mayor parte del área se encuentra ocupada por maquinaria o equipamiento.

Después de asignar las ocupaciones por área se determinan los factores de carga correspondientes, con base a la tabla 7.3.1.2 “Factores de carga” del NFPA 101, y a la

tabla A-1 de la NTCPA. Los factores de carga son valores determinados por el comité técnico de medios de egreso que son característicos para cada tipo de ocupación y los cuales sirven para determinar la máxima población probable en un espacio o área considerable, así que de acuerdo a esto, los factores de carga para cada área de la planta baja son los siguientes: a las ocupaciones de reuniones públicas les corresponde un factor de 1.4 m<sup>2</sup> por persona, a las ocupaciones de negocios les corresponde un factor de carga de 9.3 m<sup>2</sup> por persona, a las ocupaciones para uso educativo les corresponde un factor de carga de 4.6 m<sup>2</sup> por persona y finalmente para las ocupaciones industriales de propósitos especiales el factor de carga es igual a la cantidad máxima probable de ocupante presentes en cualquier momento.

Una vez asignado el factor de carga, se calcula la carga máxima de personas por área. La carga máxima de ocupantes en cualquier edificio o parte del mismo será la resultante de dividir el área de piso asignada para cada uso, es decir el área neta, entre el factor de carga correspondiente, de acuerdo al NFPA 101 artículo 7.3.1.2\* y al apéndice normativo A de la NTCPA. De acuerdo a lo anterior la fórmula para el cálculo de la carga máxima de ocupantes es la siguiente:

$$\text{Carga máxima calculada} = \frac{\text{área neta}}{\text{factor de carga}}$$

Las áreas en m<sup>2</sup> para determinar la carga de ocupantes, se obtuvieron de los planos digitalizados de la facultad con fecha del 23 de julio de 1997, proporcionados por el asesor de tesis. El área bruta corresponde al área total construida y el área neta corresponde al área únicamente de ocupación, es decir el área bruta menos áreas de circulación, columnas, indivisos entre otros elementos estructurales.

Para explicar el cálculo de la carga máxima de ocupantes se considerarán algunas áreas de la planta baja como se muestra a continuación:

Cálculo:

$$\text{Carga máxima calculada} = \frac{\text{área neta}}{\text{factor de carga}}$$

Aplicando la formula a las áreas de vestíbulo, asuntos escolares y laboratorios de física con sus respectivos factores de carga y áreas netas correspondientes las cargas máximas de ocupantes quedan de la siguiente manera:

$$\text{Carga máxima calculada para área de vestíbulo} = \frac{300 \text{ m}^2}{1.4 \text{ m}^2/\text{personas}} = 214 \text{ personas}$$

$$\text{Carga máxima calculada para asuntos escolares} = \frac{200 \text{ m}^2}{9.3 \text{ m}^2/\text{personas}} = 22 \text{ personas}$$

$$\text{Carga máxima calculada para laboratorios} = \frac{220 \text{ m}^2}{4.6 \text{ m}^2/\text{personas}} = 48 \text{ personas}$$

La carga máxima real de ocupantes corresponde a la cantidad máxima de personas presentes en cada área en cualquier momento, esta se obtuvo haciendo un censo las personas por área.

En la Tabla 1.1 se muestra la clasificación de ocupación, las áreas neta y bruta, el factor de carga y las cargas de ocupantes, tanto la real como la calculada por norma, solo para la planta baja del edificio A. Esta tabla se incluye en el **ANEXO A “Cálculo de carga de ocupantes planta baja edificio A”**

Nivel	Área.	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]
PLANTA BAJA	VESTÍBULO	DE REUNIONES PUBLICAS.	360	300	1.4	214	30
	ADMINISTRATIVA	DE NEGOCIOS.	65	60	9.3	6	6
	VENTANILLAS	DE NEGOCIOS.	133	110	9.3	12	11
	LABORATORIOS	USO EDUCATIVO.	385	220	4.6	48	45
	SERVICIOS AUXILIARES	INDUSTRIAL DE PROPOSITOS ESPECIALES.	236	200	NA	15	10
	AULAS	USO EDUCATIVO.	133	100	1.9	53	35
	ASUNTOS ESCOLARES.	DE NEGOCIOS.	285	200	9.3	22	20
		TOTAL:	1,597	1,190		370	157

**Tabla 1.1 - “Cálculo de carga de ocupantes para la planta baja del edificio A”**

De acuerdo a la tabla anterior, se observa que la carga máxima real para la planta baja, no sobrepasa en ningún caso la carga máxima calculada por norma, por lo que los parámetros de cargas de ocupación están dentro de lo permitido por norma.

En cuanto a todos los niveles del edificio A, desde el primer nivel hasta el quinto les corresponde una clasificación de ocupación de uso educativo, con un factor de carga de 1.9 m<sup>2</sup> por persona para las aulas, y un factor de 4.6 m<sup>2</sup> para, laboratorios y salas vocacionales de conformidad con la tabla A-1 del Apéndice A de la NTCPA y con la tabla 7.3.1.2 del NFPA 101. Esto se determinó de la misma manera que se hizo área la planta baja de este edificio.

Las áreas existentes en cada nivel solo son de dos tipos, aulas y laboratorios, y aunque tanto en el NFPA 101 como en el NTCPA especifica que cuando dos o más áreas que tienen diferente uso son incidentales y alguno de sus medios de egreso cruce por un área de diferente ocupación, el área que tenga mayor número de m<sup>2</sup> absorberá a la más pequeña, sin embargo esto no aplica aquí, ya que la clasificación de uso tanto para salones como para laboratorios es el mismo, lo único que cambia para cada área son sus factores de carga.

Para determinar las cargas máximas de las aulas y laboratorios se utilizó la siguiente fórmula:

$$Carga\ máxima\ calculada = \frac{\text{área neta}}{\text{factor de carga}}$$

Las áreas en m<sup>2</sup> para determinar la carga de ocupantes, se obtuvieron de los planos digitalizados de la facultad con fecha del 23 de julio de 1997, proporcionados por el asesor de tesis.

Del 1ro al 4to nivel existe el mismo número de salones y laboratorios, 3 salones y 6 laboratorios, distribuidos de la siguiente manera; 1 salón entre dos laboratorios. Por ejemplo hacia el lado derecho de las escaleras principales existen 2 salones, 4 laboratorios y las escaleras secundarias, y hacia el lado izquierdo hay 1 salón y dos laboratorios.

En la Figura 11 se muestra la distribución típica de aulas y laboratorios hacia el lado izquierdo de las escaleras principales del edificio A.

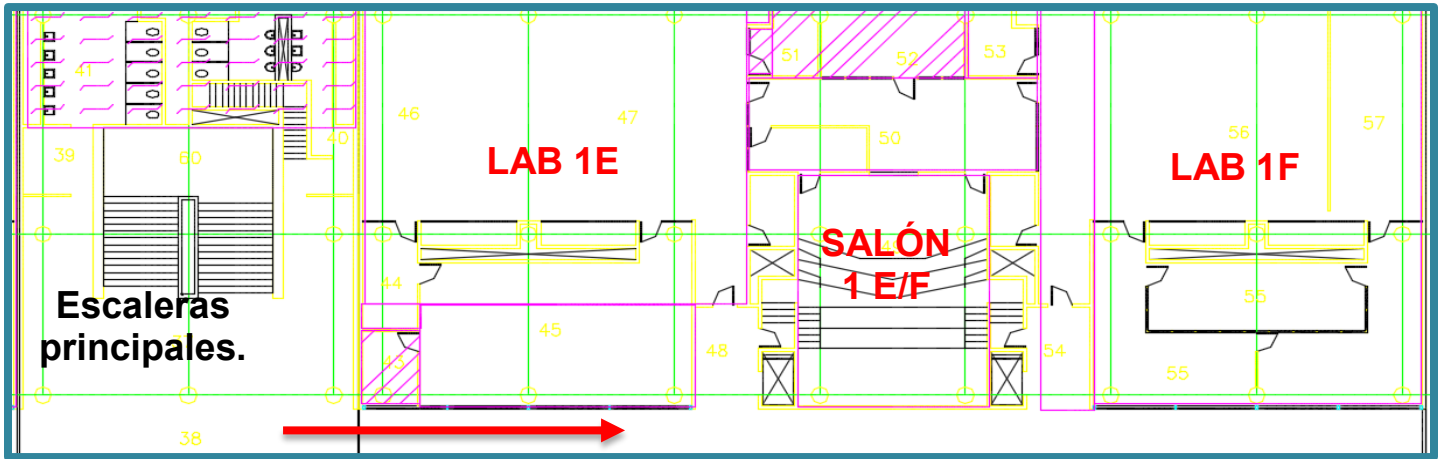


Fig. 11 Distribución de típica de aulas y laboratorios hacia el lado izquierdo de las escaleras principales del edificio A.

En la Figura 12 se muestra la distribución típica de aulas y laboratorios hacia el lado derecho de las escaleras principales del edificio A

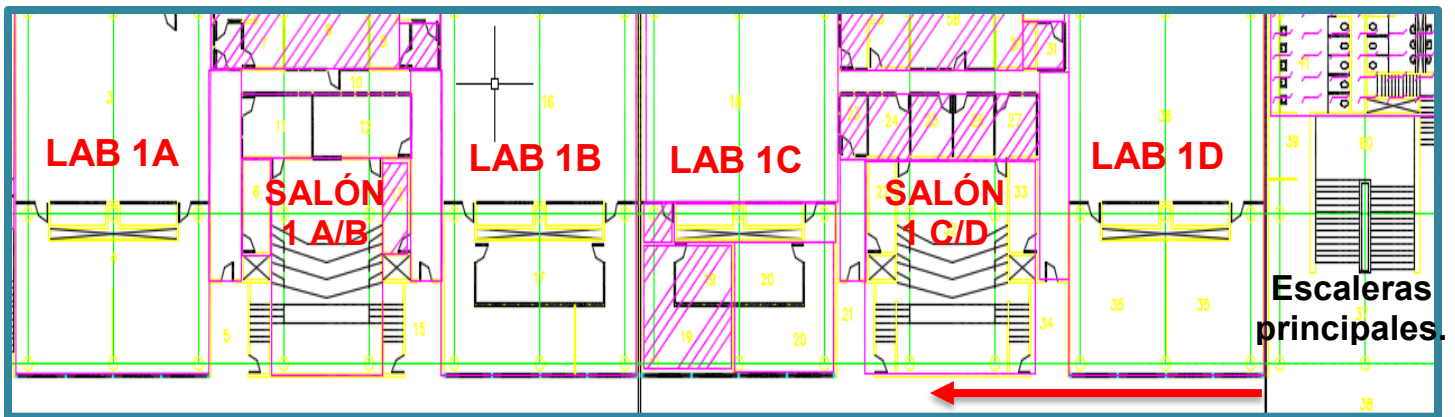


Fig. 12 Distribución de típica de aulas y laboratorios hacia el lado derecho de las escaleras principales del edificio A.

El cálculo de la carga máxima de ocupantes para los laboratorios y aulas del edificio A se muestra a continuación:

Cálculo:

$$Carga\ máxima\ calculada = \frac{\text{área\ neta}}{\text{factor\ de\ carga}}$$

Aplicando la fórmula a las áreas de los salones y laboratorios con sus respectivos factores de carga y áreas netas correspondientes las cargas máximas de ocupantes quedan de la siguiente manera:

$$\text{Carga máxima calculada para aulas} = \frac{100 \text{ m}^2}{1.9 \text{ m}^2/\text{personas}} = 53 \text{ personas}$$

$$\text{Carga máxima calculada para laboratorios} = \frac{185 \text{ m}^2}{4.6 \text{ m}^2/\text{personas}} = 40 \text{ personas}$$

La carga de ocupantes real corresponde a la cantidad máxima de personas presentes en cualquier momento, esta se obtuvo haciendo un censo del número máximo de alumnos por grupo, tanto para las materias de teoría que se imparten en las aulas, como para los grupos de laboratorio.

En la Tabla 1.2 se muestra la clasificación de ocupación, las áreas, neta y bruta, el factor de carga y las cargas de ocupantes, real y calculada por norma, para el primer nivel del edificio A.

Nivel	Área.	Salón	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima calculada [personas]	Carga Máxima real [personas]
1	AULAS	1 A / B	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		1 C / D	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		1 E / F	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
	LABORATORIOS	1/A	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/B	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/C	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/D	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/E	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/F	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		TOTAL			2,670	1,410		399

**Tabla 1.2 - “Cálculo de carga de ocupantes para el primer nivel del edificio A”**

Cabe aclarar que la carga de ocupantes total, es la suma de todas las cargas por área de cada nivel.

En las tablas para los niveles del 1ro al 4to, las cargas reales son mayores que las calculadas permitidas por unas cuantas personas, sin embargo, existen ocasiones en las que la carga de alumnos por clase apenas llega a 15 ocupantes, o en muchos casos

no están ocupados todos los salones al mismo tiempo, por lo que esta pequeña carga excedente no representa ningún problema.

Nota: Todas las tablas del “**Calculo de ocupantes**” para cada nivel, se incluyen en el **ANEXO A**.

Para el 5to piso se llevó a cabo el mismo procedimiento de determinación de uso y asignación de cada factor de carga que en todos los niveles del edificio, lo único diferente en este nivel en comparación con los demás es que además de existir aquí una ocupación de uso educativo que corresponde al bioterio también hay áreas a las que les corresponde una clasificación de uso industrial. Al bioterio le corresponde un factor de carga de 4.6 m<sup>2</sup> por persona por ser un laboratorio de investigación y para las ocupaciones industriales el factor de ocupación no aplica, por lo que su carga de ocupantes debe ser la cantidad máxima probable de ocupantes presentes en cualquier momento, de acuerdo a la tabla 7.3.1.2 “Factores de carga de ocupantes” del NFPA 101.

En la Tabla 1.6 se muestra la clasificación de ocupación, las áreas, neta y bruta, el factor de carga y las cargas de ocupantes, real y calculada por norma para el quinto nivel.

Nivel	Área.	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima calculada [personas]	Carga Real Máxima. [personas]
5	BIOTERIO.	USO EDUCATIVO	207	183	4.6	40	15
	SERVICIOS AUXILIARES.	INDUSTRIAL	425	425	NA	NA	12
TOTAL:			632	608		40	27

**Tabla 1.6 - “Cálculo de carga de ocupantes para el quinto nivel del edificio A”**

En la tabla anterior para el quinto nivel, se observa que la carga máxima real, no sobrepasa en ningún caso la carga máxima calculada por norma, por lo que los parámetros de cargas de ocupación, están dentro de lo permitido por norma.

Nota: La tabla del “**Calculo de ocupantes**” para el quinto nivel, se incluye en el **ANEXO A**.



### 5.1.2. Edificio C.

Este edificio cuenta sólo con dos niveles, la planta baja y el primer nivel. En la planta baja existen 3 áreas con usos diferentes, las aulas, el departamento de matemáticas y SICA 2.

A las aulas les corresponde un factor de carga de 1.9 m<sup>2</sup> por persona y al departamento de matemáticas y SICA 2 un factor de carga de 4.6 m<sup>2</sup> por persona, ya que entran en la clasificación de laboratorios y salas vocacionales de acuerdo con la tabla A-1 del Apéndice A de la NTCPA y con la tabla 7.3.1.2 del NFPA 101.

Para determinar las cargas máximas de las áreas del edificio C se utilizó la siguiente fórmula:

$$Carga\ máxima\ calculada = \frac{\text{área neta}}{\text{factor de carga}}$$

Las áreas en m<sup>2</sup> para determinar la carga de ocupantes, se obtuvieron de los planos digitalizados de la facultad con fecha del 23 de julio de 1997, proporcionados por el asesor de tesis.

En la Tabla 1.7 se observan las clasificaciones de ocupación, los factores de carga y las cargas máximas calculadas para las áreas de la planta baja antes mencionadas, pertenecientes al de edificio C.

Piso	Área	Sálon	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]
PLANTA BAJA	AULAS	1	USO EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		2	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		3	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		4	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		5	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		6	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		7	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		8	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		9	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
	ASCESORÍA	DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS	EDUCATIVO	450	321	4.6	70	40
	SICA	2	EDUCATIVO	482	321	4.6	70	50
TOTAL:				2,012	1,587		637	630

**Tabla 1.7 - “Cálculo de carga de ocupantes para la planta baja del edificio C”**

Como se observa en la tabla la carga de ocupantes real es mayor que la carga máxima calculada, sin embargo, en algunas ocasiones los salones, el departamento de matemáticas y SICA, se encuentra a menos del 50 % de su carga máxima, por lo que este pequeño exceso en la carga de ocupantes no representa ningún problema. En el primer nivel se encuentran únicamente los laboratorios de química general para los alumnos de primer ingreso y primeros semestres de la carrera, a los cuales les corresponde un factor de carga de 4.6 m<sup>2</sup> por persona.

La distribución de los laboratorios se muestra a continuación:

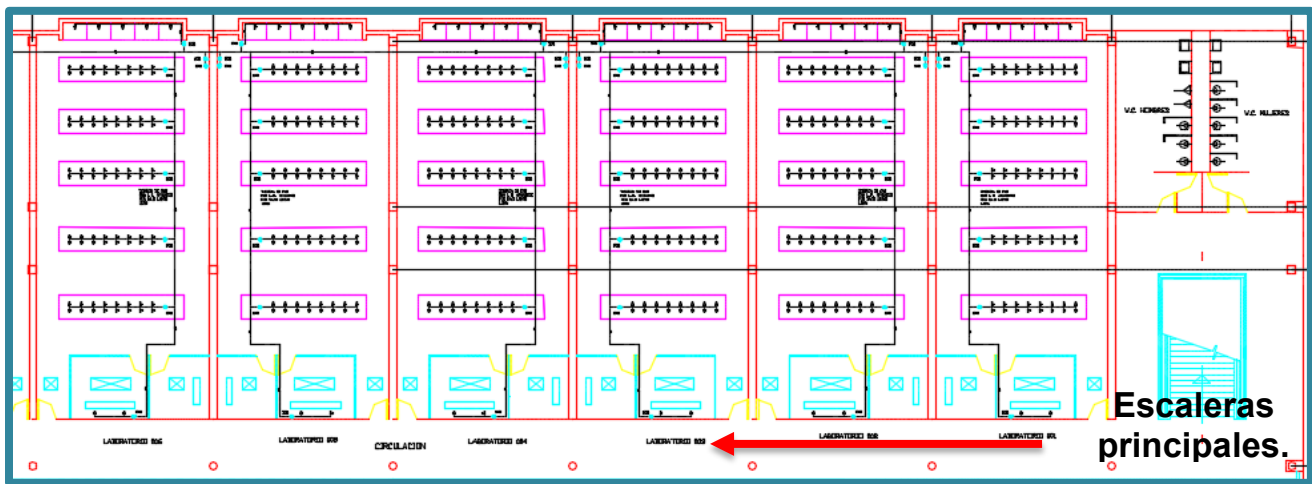


Fig. 13 Distribución de los laboratorios en la primera planta del edificio C.

En la Tabla 1.8 se muestra la ocupación, el factor de carga y las cargas máximas y reales para los laboratorios, del primer nivel del edificio C.

Piso	Área.	Laboratorio #	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]
PRIMER NIVEL	LABORATORIOS	C-1	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-2	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-3	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-4	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-5	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-6	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-7	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-8	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-9	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		TOTAL:		1,935	1,800		391	405

Tabla 1.8 - “Cálculo de carga de ocupantes para el primer nivel del edificio C”

La carga real de ocupantes para los laboratorios está un poco por arriba de la carga máxima calculada, sin embargo, a pesar de esto no se representa un incumplimiento a la normatividad aplicable ya que las cargas reales algunas veces son menores, pero nunca son mayores. Nota: Las tablas del “**Calculo de ocupantes**” para la planta baja y el primer nivel del edificio C, se incluye en el **ANEXO A**.

### 5.1.3. Auditorios A y B.

Por su ocupación, a los auditorios les corresponde una clasificación de ocupación de reuniones públicas, con asientos fijos de acuerdo a la tabla A-1 del apéndice normativo A de la Norma Técnica Complementaria y a la tabla 7.3.1.2 “Factores de Carga” del NFPA 101.

Para este tipo de ocupación con asientos fijos, no está definido el factor de carga, por lo que para la determinación de la carga de ocupantes máxima corresponderá al número de asientos fijos (butacas) existentes, así que de acuerdo a esto la carga de ocupantes es de 325 personas por auditorio. Para obtener el número de asientos totales de cada auditorio, simplemente se contó el número de butacas existentes.



Fig. 14 Interior del auditorio A.

En la siguiente tabla se muestra la ocupación, el factor de carga y las cargas máximas y reales para cada auditorio.

Área	Auditorio	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]
AUDITORIOS	AUDITORIO A	REUNIONES PUBLICAS	400	340	NA	300	300
	AUDITORIO B	REUNIONES PUBLICAS	400	340	NA	300	300
TOTAL:			800	680		600	600

**Tabla 1.8 - “Cálculo de carga de ocupantes para el primer nivel del edificio C”**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla la carga máxima calculada, siempre será la misma que la real, para este tipo de ocupaciones, como se establece en el NFPA 101.

Nota: Las tablas del “**Calculo de ocupantes**” para ambos auditorios, se incluye en el **ANEXO A**.

## 5.2. Determinación del grado de riesgo y resistencia al fuego.

La determinación del grado de riesgo para ambos edificios se realizó con base en el artículo 90 del Reglamento de Construcción del Distrito Federal, y de acuerdo a la “Tabla 4.5-A” de la NTCPA, en dicha tabla se establecen 3 grados diferentes de riesgo de incendio para las edificaciones, ya sea riesgo bajo, medio o alto, con base a sus dimensiones uso y ocupación. Esta tabla se muestra a continuación:

TABLA 4.5-A			
CONCEPTO	GRADO DE RIESGO PARA EDIFICACIONES NO HABITACIONALES.		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Altura de la edificación (en metros).	Hasta 25	No aplica	Mayor a 25.
Numero total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitntes.	Menor de 15	Entre 15 y 250	Mayor de 250
Superficie Construida (en metros cuadrados).	Menor de 300	Entre 300 y 3000	Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables (en litros).	Menor de 500	Entre 500 y 3000	Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables (en litros).	Menor de 250	Ente 250 y 1000	Mayor de 1000
Inventario de líquidos combustibles (en litros).	Menor de 500	Enttee 500 y 2000	Mayor de 2000
Inventario de sólidos combustibles (en kilogramos).	Menor de 1000	Entre 1,000 y 5000	Mayor de 5000
Inventario de materiales piroforicos y explosivos.	No existen	No existen	Cualquier cantidad.

La determinación del grado de riesgo en los edificios A, C y auditorios (que están consideradas como edificaciones no habitacionales) se realiza para conocer los requerimientos mínimos de resistencia al fuego entre áreas de diversos tipos de riesgo en caso de que existan y sistemas contra incendio con los que tienen que contar cada área, con la finalidad de proteger y salvaguardar la vida de los ocupantes en caso de un incendio.

<b>TABLA 4.6</b>			
<b>Grupo de elementos.</b>	<b>RESISTENCIA MINIMA AL FUEGO EN EDIFICACIONES (en minutos)</b>		
	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
<b>Elementos estructurales (Muros de carga, exteriores o de fachadas; columnas, vigas traves, arcos, entrepisos, cubiertas)</b>	60	120	180
<b>Escaleras y rampas.</b>	60	120	180
<b>Puertas cortafuegos de comunicación a escaleras, rampas y elevadores.</b>	60	120	180
<b>Puertas de intercomunicación, muros divisorios y cancelles de piso a techo o plafond fijados a la estructura.</b>	60	60	120
<b>Plafones y sistemas de sustentación.</b>	-	30	30
<b>Recubrimientos a lo largo de rutas de evacuación o en locales donde se concentren más de 50 personas.</b>	60	120	120
<b>Campanas de y hogares de fogones y chimeneas.</b>	180	180	180
<b>Ductos de instalaciones de aire acondicionado y los elementos que los sustentan.</b>	120	120	120
<b>Divisiones interiores y cancelles que no llegan al techo.</b>	30	30	30
<b>Pisos falsos, para alojar ductos y cableados.</b>	60	60	60

### **5.2.1. Edificio A.**

La identificación del grado de riesgo de incendio para el edificio A, se basa en los factores de la tabla 4.6 antes mostrada.

La altura del edificio A es de 28 m desde el nivel de piso terminado hasta el quinto nivel, el número total de ocupantes es de 1,967 personas y una superficie total construida de 19,725 m<sup>2</sup>.

A pesar de que se sabe que en todos los laboratorios se utilizan cantidades considerables de líquidos gases y sustancias combustibles e inflamables, la cantidad total de estas sustancias, no se conoce con precisión debido a que no fue posible obtener los inventarios de sustancias inflamables y combustibles utilizadas en los laboratorios del edificio A.

Sin embargo, no saber con exactitud la cantidad exacta de estas sustancias, no representa un problema para la determinación del grado de riesgo de incendio, ya que en el numeral 4.4.1.1 del NTCPA incisos I y II se establece que la clasificación para una edificación se determina por el grado de riesgo de incendio más alto que se tenga en cualquier rubro de la tabla, sin embargo, los dispositivos o medidas de prevención y control deben aplicarse en cada zona por separado de acuerdo al riesgo, sus características constructivas y elementos que generan el riesgo siempre y cuando las áreas de mayor riesgo se encuentren separadas de las de menor riesgo por medio de elementos resistentes al fuego para que puedan considerarse áreas separadas pero cuando estas zonas no presenten aislamiento o separación, y en el edificio existan zonas con diversos grados de riesgo se aplicaran los dispositivos y medidas de previsión del riesgo mayor presente en el edificio.

Cabe aclarar que para efectos de la determinación de estos riesgos se tomará en cuenta la población máxima fija probable más la flotante en cada edificio, y de igual manera en el caso de los m<sup>2</sup> y alturas. En el caso de los inventarios aunque estos no se conocen con exactitud, estas medidas se estimaron de acuerdo al número de grupos y prácticas que se realizan.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características del edificio A, y la determinación del grado de riesgo con base en estas, a pesar de no conocer con exactitud el inventario de sustancias combustibles e inflamables, se supusieron las cantidades de acuerdo al número de laboratorios, prácticas y grupos por laboratorio.

EDIFICIO A		
CONCEPTO	CANTIDAD EXISTENTE.	GRADO DE RIEGO
Altura de la edificación (en metros).	28	ALTO
Numero total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitntes.	1,967	ALTO
Superficie Construida (en metros cuadrados).	19,725	ALTO
Inventario de gases inflamables (en litros).	Menor de 500	BAJO
Inventario de líquidos inflamables (en litros).	Entre 500 y 3,000	MEDIO
Inventario de líquidos cobustibles (en litros).	Menor de 500	BAJO
Inventario de sólidos combustibles(en kilogramos).	Menor de 1000	BAJO
Inventario de materiales piroforicos y explosivos.	Cualquier cantidad	ALTO

En el edificio A se desconoce si los elementos estructurales o de construcción tienen algún tipo de características resistentes al fuego que pueda aislar o delimitar a unas zonas con diferentes clasificaciones de riesgo, debido a esto aunque en el edificio existen zonas con los tres distintas clases de riesgo (alto, medio y bajo), como no existe aislamiento entre estas áreas, de acuerdo a lo que se especifica en el numeral 4.4.1.1 de la NTCPA y en el capítulo 6 del NFPA 101, ARTICULO 6.1.14.4.4, como por ejemplo muros y puertas cortafuego

o algún tipo de pintura intumescente, todo el edificio A se clasifica como un edificio de riesgo alto.

La resistencia al fuego que deben tener los elementos constructivos del edificio A por tener una clasificación de riesgo alto deben de estar en conformidad con el numeral 4.4.2 de la NTCPA y al Capítulo 6 del NFPA 101, donde está claramente indicado que los elementos constructivos, acabados y accesorios deben resistir al fuego sin llegar al colapso y sin producir flama, gases tóxicos o explosivos a una temperatura mínima de 1200 °K (927°C) durante tiempos establecidos en la siguiente tabla de acuerdo al riesgo de incendio correspondiente.

Así que de acuerdo a lo anterior a los elementos estructurales del edificio A, les corresponde una resistencia al fuego de entre 180 y 30 min, dependiendo de las funciones de cada uno de estos elementos, es decir a los elementos estructurales (muros, fachadas, etc.), escaleras, puertas cortafuego, les corresponde una resistencia al fuego de 180 min, a las puertas de intercomunicación, recubrimientos a lo largo de las rutas de evacuación y ductos e instalaciones de aire acondicionado deben tener una resistencia al fuego de 120 min y finalmente 60 min para pisos falsos y 30 min para divisiones interiores, cancelas y plafones. En ninguna de las áreas del edificio A existen, plafones ni pisos falsos, así que fuera de estos dos elementos, los existentes deben de cumplir con la resistencia al fuego establecidos en la NTCPA y el NFPA 101, antes mencionados.

Los productos incombustibles para retardar la propagación de la llama deben garantizar los tiempos de resistencia al fuego de entre 180 a 30 min según sea el caso de la tabla anterior. Para los elementos de ornato fijos a base de textiles plásticos y madera existentes en el edificio A como es el caso de los escritorios, gavetas y repisas su resistencia al fuego debe de estar justificadas por medio de una memoria técnica emitida por el DRO o en su caso por la AC, de conformidad a las condiciones complementarias de la tabla 4.6 de la NTCPA subsecciones III y IV.

### **5.2.1. Edificio C.**

El edificio C sólo cuenta con 2 niveles, planta baja y primer nivel, como ya se mencionó en el capítulo 4, en la planta baja se ubican las aulas, el departamento de matemáticas y el SICA 2, y en el primer nivel se encuentran únicamente laboratorios.

El edificio tiene una altura total de 7 m de altura, un área de construcción total de 3,947 m<sup>2</sup>, y una carga de ocupantes total de 1,028 personas.



EDIFICIO C		
CONCEPTO	CANTIDAD EXISTENTE.	GRADO DE RIEGO
Altura de la edificación (en metros).	7	BAJO
Numero total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitates.	1,028	ALTO
Superficie Construida (en metros cuadrados).	3,947	ALTO
Inventario de gases inflamables (en litros).	Menor de 500	BAJO
Inventario de líquidos inflamables (en litros).	Entre 500 y 3,000	MEDIO
Inventario de líquidos combustibles (en litros).	Menor de 500	BAJO
Inventario de sólidos combustibles(en kilogramos).	Menor de 1000	BAJO
Inventario de materiales pirofóricos y explosivos.	Cualquier cantidad	ALTO

Al igual que en los laboratorios del edificio A, en los laboratorios del edificio B, se desconoce la cantidad exacta de sustancias químicas que se manejan y almacenan, las cuales de acuerdo a sus características se establece el grado de riesgo de incendio, por lo que de acuerdo al número de laboratorios, cantidad de alumnos y número de prácticas se estimaron las cantidades de las sustancias

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de riesgo del edificio C, de acuerdo a sus

características:

Ahora bien, con que una sola área sea clasificada como de riesgo alto, las demás de menor riesgo obtienen la clasificación de mayor riesgo, siempre y cuando estas no cuenten con algún tipo de material resistente al fuego o accesorios que proporcionen un determinado tiempo de resistencia al fuego, y en caso de que, si lo tengan, se consideran áreas separadas y los dispositivos para prevenir y combatir incendios estarán de acuerdo al riesgo de cada área por separado. Sin embargo, se desconoce si los elementos estructurales cumplen con el tiempo de resistencia al fuego correspondiente por lo que al edificio le corresponde una clasificación de riesgo de incendio ALTO.

Por ser un edificio de riesgo alto este debe tener ciertas características de resistencia al fuego, como se indica en el numeral 4.4.2 de la NTCPA y al Capítulo 6 del NFPA 101, donde está claramente indicado que los elementos constructivos, acabados y accesorios deben resistir al fuego sin llegar al colapso y sin producir flama, gases

tóxicos o explosivos a una temperatura mínima de 1200 °K (927°C) durante los tiempos establecidos.

La resistencia al fuego se debe determinar con base a la tabla 4.6 del numeral 4.4.2 de la NTCPA, que se incluye en el análisis del edificio A.

Así que de acuerdo a la tabla a los elementos estructurales del edificio C, deben tener una resistencia al fuego de entre 180 y 30 min, dependiendo de las funciones de cada uno de estos elementos.

Es decir, los elementos estructurales (muros, fachadas, etc.), escaleras, puertas cortafuego campanas, les corresponde una resistencia al fuego de 180 min, a las puertas de intercomunicación, recubrimientos a lo largo de las rutas de evacuación y ductos e instalaciones de aire acondicionado deben tener una resistencia al fuego de 120 min, finalmente 60 min para pisos falsos y 30 min para divisiones interiores, cancelas y plafones. En ninguna de las áreas del edificio C existen, plafones ni pisos falsos, así que fuera de estos dos elementos, los existentes deben de cumplir con la resistencia al fuego.

Los productos para retardar la propagación de llama deben garantizar los tiempos de resistencia al fuego de entre 180 a 30 min según sea el caso de la tabla anterior. Para los elementos de ornato fijos a base de textiles plásticos y madera existentes en el edificio A como es el caso de los escritorios, gavetas y repisas su resistencia al fuego debe de estar justificadas por medio de una memoria técnica emitida por el DRO o en su caso por la AC, de conformidad a las condiciones complementarias de la tabla 4.6 de la NTCPA subsecciones III y IV.

### **5.2.2. Auditorios A y B.**

Al igual que los otros edificios la determinación del riesgo para los auditorios también se basa en factores como, altura del edificio, número total de ocupantes, área total construida en m<sup>2</sup> e inventarios de sustancias químicas existentes. La siguiente tabla muestra el grado de riesgo correspondiente a cada factor del edificio.

AUDITORIOS A Y B		
CONCEPTO	CANTIDAD EXISTENTE.	GRADO DE RIEGO
Altura de la edificación (en metros).	5	BAJO
Número total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitantes.	300	MEDIO
Superficie Construida (en metros cuadrados).	400	MEDIO
Inventario de gases inflamables (en litros).	No existen	BAJO
Inventario de líquidos inflamables (en litros).	No existen	BAJO
Inventario de líquidos combustibles (en litros).	No existen	BAJO
Inventario de sólidos combustibles (en kilogramos).	No existen	BAJO
Inventario de materiales piroforicos y explosivos.	No existen	BAJO

La altura del edificio desde el nivel de piso terminado hasta el techo es de 5 m por lo que le corresponde una clasificación de riesgo bajo, la carga máxima de personas que pueden estar presentes es de 300 que para este valor corresponde una clasificación de riesgo medio, se cuenta con un área total construida de 400 m<sup>2</sup>, con un grado de riesgo medio.

Debido a la ocupación y uso de este inmueble que es de

reuniones públicas no existen alguna cantidad de sustancias químicas en él, por lo que la clasificación de riesgo tomando en cuenta estos aspectos es bajo. Así que con base al numeral 4.4.1.1 de la NTCPA subsección I la clasificación de grado de riesgo para los auditorios lo determina el grado de riesgo de incendio más alto, que para este caso corresponde a un riesgo MEDIO.

En los auditorios no existen áreas que se requieran aislar unas con otras ya que es una sola área, sin embargo, sus elementos constructivos, acabados y accesorios en las edificaciones deben resistir al fuego directo sin llegar al colapso. En estos auditorios se desconoce si los elementos estructurales o de construcción tienen algún tipo de características resistentes al fuego que pueda aislar o resistir al fuego, de acuerdo a lo que se especifica en el numeral 4.4.1.1 de la NTCPA y en el capítulo 6 del NFPA 101, ARTICULO 6.1.14.4.4, como por ejemplo muros y puertas cortafuego o algún tipo de pintura intumescente, por lo que de acuerdo a esto a ambos auditorios les corresponde una clasificación de riesgo medio.

Así que, de acuerdo a lo anterior a los elementos estructurales de los auditorios, les corresponde una resistencia al fuego de entre 120 y 30 min, dependiendo de las funciones de cada uno de estos elementos. Es decir, a los elementos estructurales (muros, fachadas, etc.), escaleras, puertas cortafuego campanas, les corresponde una resistencia al fuego de 120 min, los recubrimientos a lo largo



Fig. 15 Interior del auditorio B.

de las rutas de evacuación y ductos e instalaciones de aire acondicionado deben tener una resistencia al fuego de 60 min según lo establecido en el capítulo 4 de la NTCPA y capítulo 6 del NFPA 101.

Para los elementos de a base de textiles plásticos y madera existentes en los auditorios como es el caso de las paredes, pasillos y asientos su resistencia al fuego debe de estar justificadas por medio de una memoria técnica emitida por el DRO o en su caso por la AC, de conformidad a las condiciones complementarias de la tabla 4.6 de la NTCPA subsecciones III y IV.

### 5.3. Sistemas de Protección Contra Incendio.

Los inmuebles en estudio, además de tener cierta resistencia al fuego para grado de riesgo alto, también deben de contar con un mínimo de sistemas o dispositivos para prevenir y combatir incendios de acuerdo a lo indicado al capítulo 9 del NFPA 101, y a la tabla 4.7 de la NTCPA la cual se muestra a continuación:

TABLA 4.7			
Dispositivos	GRADO DE RIESGO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
EXTINTORES*	Un exterior en cada nivel.	Un exterior por cada 300.00 m <sup>2</sup> en cada nivel o zona de riesgo.	Un extintor por cada 200 m <sup>2</sup> en cada nivel o zona de riesgo.
DETECTORES	Un detector de incendio en cada nivel (tipo detector de humo).	Un detector de humo por cada 80.00 m <sup>2</sup> ó fracción.	Un sistema de detección de incendios en la zona de riesgo (un detector de humo por cada 80.00 m <sup>2</sup> ó fracción con control central) y detectores de fuego en caso de que se manejen gases combustibles.
ALARMAS	Alarma sonora asociada o integrada al detector.	Sistema de alarma sonora con activación automática	Dos sistemas independientes de alarma, uno sonoro y uno visual, activación automática y manual (un dispositivo por cada 200.00 m <sup>2</sup> ) y recepción en control central.
EQUIPOS FIJOS			Red de hidrantes, tomas siamesas y depósito de agua.
SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS.		El equipo y la red contra incendio se identificaran con color rojo.	Señalizar áreas peligrosas, el equipo y la red contra incendio se identificaran con color rojo; código de color en todas las redes de instalaciones.

\*De acuerdo al tipo de agente extintor aplicable según la clase de fuego.

#### 5.3.1. Edificio A.

En las áreas del edificio A se deben prever los espacios para la ubicación de extintores para un grado de riesgo alto, que debe ser de 200 m<sup>2</sup> en cada zona de riesgo, además de acuerdo al tipo de fuego que se pueda producir en las áreas del edificio A, en función del material sujeto a combustión que corresponde a los siguientes tipos de fuego:

- Clase A: Fuegos de materiales solidos de naturaleza orgánica.

- Clase B: Fuegos que se producen de la mezcla de un gas o vapores.
- Clase C: Fuegos que se generan en sistemas y equipos eléctricos o energizados.

Con base a estos tipos de fuego que se puedan dar, el tipo de agente extinguidor aplicable es el PQS, tipo ABC ya que este tipo de agente extintor combate a todas las clases de fuego que se puedan presentar, de acuerdo al artículo 9.7.4.1 del NFPA 101 y numeral 4.4.5.1 de la NTCPA tabla 4.9, la cual se muestra a continuación:

TABLA 4.9				
Tipo de agente extinguidor aplicable según la clase de fuego.				
Agente extinguidor	Fuego Clase A	Fuego Clase B	Fuego Clase C	Fuego Clase D
Agua.	SI	NO	NO	NO
Polvo químico seco, tipo ABC.	SI	SI	SI	NO
Polvo químico seco, tipo BC.	NO	SI	SI	NO
Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	NO	SI	SI	NO
Halón.	SI	SI	SI	NO
Espuma.	SI	SI	NO	NO
Agentes especiales.	NO	NO	NO	SI

En ninguna de las áreas de la planta baja del edificio A se observaron extintores de ningún tipo, ni fuera ni dentro de las áreas.

Sin embargo, en los cinco niveles de este edificio, solo se encuentran extintores ubicados en los laboratorios y cubículos anexos, ya que en los salones y pasillos no se observaron. Los extintores de los laboratorios se encuentran en lugares visibles, son de fácil acceso para su utilización, están libres de obstáculos, y su señalización es la adecuada, además no están ubicados a una altura mayor de 1.50 m, desde el piso hasta la parte más alta del extintor y las áreas donde estos se encuentran no exceden los 50 °C ni son menores a los -5 °C, de conformidad con las subsecciones I, II, III, V y

VI “condiciones complementarias a la tabla 4.9” del numeral 4.4.5.1 y al artículo 9.7.4.1\* del NFPA 101 capítulo 6.

El tipo de extintor seleccionado para los laboratorios no es el adecuado para el tipo de fuego que se pueda presentar en ellos, ya que los extintores ideales para combatir estos tipos de fuego antes mencionados, son extintores con un agente extinguidor de PQS, tipo ABC, y los que están instalados en los laboratorios son de CO<sub>2</sub>. A pesar de esto hay algunos extintores que en su etiqueta especifican que su agente extintor es PQS para clases de fuego A, B y C, sin embargo, los componentes físicos del extintor dicen lo contrario, ya que no tienen manómetro y la descarga del extintor es de tipo tobera típicos de un extintor de CO<sub>2</sub>, en cambio si fuera un extintor de PQS tendría manómetro y boquilla de descarga.



Fig. 16 Extintor típico de CO<sub>2</sub> en los laboratorios.

Los extintores se deben ubicar de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano no exceda de 15.00 m desde cualquier área, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos, sin embargo, no se consiguieron los planos de ubicación de extintores por lo que no fue posible determinar si los extintores cumplían con estas distancias.

Los detectores de humo en este inmueble deben activarse ante la presencia de humo producidos durante un incendio, actuando sobre el sistema y permitiendo que el personal de seguridad pueda conocer la localización del incendio y actuar inmediatamente y se comiencen con las rutinas de alarma y combate contra incendio adecuadas.



Para esta edificación que es de riesgo alto, se debe contar detector de humo por cada zona de riesgo en las cuales se colocara como mínimo un detector de humo por cada 80 m<sup>2</sup> de techo, sin obstrucciones entre en contenido del área y el detector y una separación máxima de 9 m entre los centros de los detectores , requiriéndose 2 detectores para cada laboratorio y 2 detectores para cada salón, además los detectores deben contar con un sistema de supervisión automático que permita verificar su funcionamiento sin necesidad de desmontarlos, se deben activar uno o dos dispositivos de notificación visibles y audibles, también se debe permitir la localización de la señal de alarma por medio de un tablero o monitor en algún módulo de vigilancia y el detector debe de funcionar por medio de suministro de energía eléctrica de corriente alterna además de contar con un respaldo de baterías.

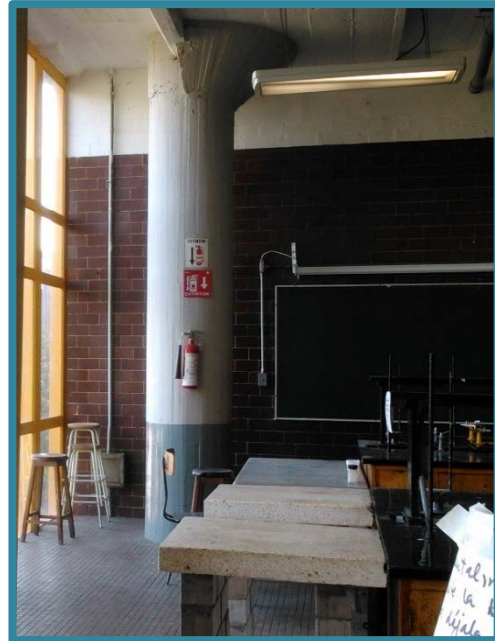


Fig. 17 Ubicación típica de extintores en los laboratorios.

Cabe señalar que la canalización eléctrica para el cableado de control debe ser a prueba de explosiones, como se establece en el numeral 4.4.5.2.1 de la NTCPA y el capítulo 8 y 9 del NFPA 101.

Los sistemas de alarma con los que se deberá de contar en este edificio son dos, uno sonoro y otro visual, que permitan a los ocupantes conocer dicho estado de alerta; estos deben ser activados simultáneamente y estar colocados en puntos estratégicos que aseguren que todos los ocupantes en el área de riesgo y zonas aledañas puedan percatarse de la existencia del incendio, incluyendo todo el recorrido de las rutas de evacuación, de conformidad con el numeral 4.4.5.3 de la NTCPA y el capítulo 8 y 9 del NFPA 101.



En el edificio también se deben de instalar redes de hidrantes de manera obligatoria, y los sistemas de rociadores se permitirán con el objetivo de incrementar la seguridad, que ofrecen las redes de hidrantes sin que los rociadores puedan sustituir a estos. La red debe alimentar en cada piso gabinetes o hidrantes con salidas o dotadas con conexiones para mangueras contra incendios, que deben ser tal que el numero tal que cada manguera cubra un área de 30 m de radio y su separación cercano posible a los cubos de las escaleras, además la red de distribución debe ser calculada para permitir la operación simultanea de al menos dos hidrantes por cada 3,000 m<sup>2</sup> en cada nivel y garantizar una presión que no debe ser menor a 2.5 kg/cm<sup>2</sup> en el punto más desfavorable. En dicho cálculo se debe incluir además la presión requerida en el sistema de bombeo, la de los esfuerzos mecánicos que resista la tubería tales como golpe de ariete y carga estática. El troncal principal no debe ser menor de 3" y los ramales secundarios tendrán un diámetro mínimo de 2", excepto las derivaciones para las salidas de hidrantes que deben ser de 1 ½ "de diámetro y rematar con una llave de globo en L, a 1.85 m S.N.D.P.T, Cople para manquera de 1 ½" de diámetro y reductores de presión en su caso. Es necesario que el edificio

cuenta con un tanque o cisterna cuya capacidad mínima de 20,000 L, para que estos medios de almacenamiento de agua puedan contener agua suficiente en proporción a 5 lt/m<sup>2</sup> construido, reservada y exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios, de conformidad con el numeral 4.4.5.4.1 de la NTCPA y al capítulo 9 del NFPA 101 articulo 9.7.

Para la señalización de equipo contra incendio del edificio A, se debe aplicar el color rojo para identificar los siguientes elementos: dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles, cajas de mangueras contra incendio, extintores contra incendio (identificación



Fig. 16 Extintor típico de CO<sub>2</sub> en los laboratorios.

del sitio, la pared y el soporte) carteles, soportes o casetas de mangueras contra incendio, bombas y redes de tubería de conformidad con el numeral 4.4.5.5 de la NTCPA y el capítulo 9 del NFPA 101, de acuerdo a una inspección visual a los sistemas contra incendio del edificio A se observó que la señalización de los extintores está de acuerdo a la NTCPA y al NFPA 101.

Cabe mencionar que de todos los sistemas contra incendios con los que debe tener el edificio A, solo cuenta con extintores y no se observó la presencia de detectores, dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles e hidrantes o sistema de rociadores.

### **5.3.2. Edificio C.**

Considerando que la que el grado de riesgo para el edificio C es alto, se deben prever los espacios para la ubicación de extintores para este grado de riesgo, que debe ser de 200 m<sup>2</sup> en cada zona o área de riesgo, de acuerdo a los contenidos del edificio C el tipo de fuego que se puede producir en las áreas que lo conforman corresponde a los siguientes tipos de fuego:

- Clase A: Fuegos de materiales solidos de naturaleza orgánica.
- Clase B: Fuegos que se producen de la mezcla de un gas, vapores y los líquidos inflamables.
- Clase C: Fuegos que se generan en sistemas y equipos eléctricos o energizados.

En la planta baja si hay extintores, los cuales se encuentran ubicados en los pasillos en gabinetes de color rojo con una protección de cristal, estos extintores son de PQS y se encuentran a 1.40 cm desde el nivel del piso hasta la parte más alta del gabinete, esto es correcto ya que el extintor corresponde a las clases de fuego que se puedan presentar y además no excede la altura de 1.5 m desde el nivel del piso hasta la parte más alta del extintor. También existen extintores en el primer nivel, dentro de los laboratorios, estos se encuentran en lugares visibles, son de fácil acceso para su utilización, están libres de obstáculos, y su señalización es la adecuada, además no están ubicados a una altura mayor de 1.50 m, desde el piso hasta la parte más alta del

extintor y las áreas donde estos se encuentran no exceden los 50 °C ni son menores a los -5 °C, de conformidad con las subsecciones I, II, III, V y VI “condiciones complementarias a la tabla 4.9” del numeral 4.4.5.1 y al artículo 9.7.4.1\* del NFPA 101 capítulo 6.

El tipo de extintor seleccionado para los laboratorios no es el adecuado para el tipo de fuego que se pueda presentar en ellos, ya que los extintores ideales para combatir estos tipos de fuego antes mencionados, son extintores con un agente extinguidor de PQS, tipo ABC, y los que están instalados en los laboratorios son de CO<sub>2</sub>. Los extintores se deben ubicar de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano no exceda de 15.00 m desde cualquier área, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos, sin embargo, no fue posible tener acceso a los planos de ubicación de extintores por lo que no fue posible determinar si los extintores cumplían con estas distancias de conformidad con las condiciones suplementarias de numeral 4.4.5.1 de la NTCPA. Los detectores de humo en este inmueble deben activarse ante la presencia de humo producidos durante un incendio, actuando sobre el sistema y permitiendo que el personal de seguridad de la facultad pueda conocer la localización del incendio y actuar inmediatamente y se comiencen con las rutinas de alarma y combate contra incendio adecuadas.

Para el edificio C se debe contar con un detector de humo por cada zona de riesgo en las cuales se colocara como mínimo un detector de humo por cada 80 m<sup>2</sup> de techo, sin obstrucciones entre en contenido del área y el detector y una separación máxima de 9 m entre los centros de los detectores, requiriéndose 2 detectores para cada laboratorio y 1 detector para cada salón, además los detectores deben contar con un sistema de supervisión automático que permita verificar su funcionamiento sin



Fig. 17 Extintor típico de CO<sub>2</sub> en los laboratorios.

necesidad de desmontarlos, se deben activar uno o dos dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles, también se debe permitir la localización de la señal de alarma por medio de un tablero o monitor en algún módulo de vigilancia y el detector debe de funcionar por medio de suministro de energía eléctrica de corriente alterna y contar con un respaldo de baterías. La canalización eléctrica para el cableado de control debe ser a prueba de explosiones, como se establece en el numeral 4.4.5.2.1 de la NTCPA y el capítulo 8 y 9 del NFPA 101.

Los sistemas de alarma con los que se deberá de contar en ambos niveles son dos, uno sonoro y otro luminoso, que permitan a la comunidad universitaria conocer dicho estado de alerta; estos deben ser activados simultáneamente y estar colocados en puntos estratégicos que aseguren que todos en el área de riesgo y zonas aledañas puedan percatarse de la existencia del incendio, incluyendo todo el recorrido de las rutas de evacuación, de conformidad con el numeral 4.4.5.3 de la NTCPA y el capítulo 8 y 9 del NFPA 101.

Adicionalmente tomando en cuenta el riesgo alto para este edificio, se deben de instalar redes de hidrantes de manera obligatoria, y los sistemas de rociadores se permitirán solo con el objetivo de incrementar la seguridad, que ofrecen las redes de hidrantes sin que los rociadores los puedan sustituir.

La red debe alimentar en cada piso gabinetes o hidrantes con salidas o conexiones para mangueras contra incendios, que deben ser tal que el número tal que cada manguera cubra un área de 30 m de radio y su separación cercano posible a los cubos de las escaleras, además la red de distribución debe ser calculada para permitir la operación simultánea de al menos dos hidrantes por cada 3,000 m<sup>2</sup> en cada nivel y garantizar una presión que no debe ser menor a 2.5 kg/cm<sup>2</sup> en el punto más desfavorable.

En dicho cálculo se debe incluir además la presión requerida en el sistema de bombeo, la de los esfuerzos mecánicos que resista la tubería tales como golpe de ariete y carga estática.

El troncal principal no debe ser menor de 3" y los ramales secundarios tendrán un diámetro mínimo de 2", excepto las derivaciones para las salidas de hidrantes que deben ser de 1 ½" de diámetro y rematar con una llave de globo en L, a 1.85 m S.N.D.P.T, Cople para manquera de 1 ½" de diámetro y reductores de presión en su caso. Es necesario que el edificio cuente con un tanque o cisterna cuya capacidad mínima de 20,000 l, para que estos medios de almacenamiento de agua puedan contener agua suficiente en proporción a 5 l/m<sup>2</sup> construido, reservada y exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios, de conformidad con el numeral 4.4.5.4.1 de la NTCPA y al capítulo 9 del NFPA 101 artículo 9.7

Para la señalización de equipo contra incendio se debe aplicar el color rojo para identificar los siguientes elementos: cajas de los dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles, cajas de mangueras contra incendio, extintores contra incendio (identificación del sitio, la pared y el soporte) carteles, soportes o casetas de mangueras contra incendio, bombas y redes de tubería de conformidad con el numeral 4.4.5.5 de la NTCPA y el capítulo 9 del NFPA 101, de acuerdo a una inspección visual a los sistemas contra incendio se observó que la señalización de los extintores está de acuerdo a la NTCPA y al NFPA 101.

Durante la inspección visual a las áreas de edificio C, se constató que no existen los sistemas contra incendios adecuados para el tipo de riesgo alto como detectores de humo, dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles y sistemas fijos contra incendio como hidrantes o gabinetes. En ambos niveles del edificio C se cuenta con extintores, los de la planta baja corresponden al tipo de fuego que se pueda presentar, pero los de los laboratorios no. Es importante recalcar que no solo es suficiente con instalar los sistemas que requiere el edificio C, sino hacerlo correctamente por medio desde el diseño hasta la instalación, los cuales deben de ajustarse a las características de cada una de las áreas del inmueble. Las memorias de diseño y funcionamiento de los sistemas contra incendio deben de estar revisadas y aprobadas por el DRO o en su caso la autoridad competente.

### **5.3.3. Auditorios A y B.**

En los auditorios los extintores deben de estar colocados en función al tipo de fuego que se pueda producir de acuerdo a las características y contenidos en ellos del material sujeto a combustión que corresponde a los siguientes tipos de fuego:

- Clase A: Fuegos de materiales solidos de naturaleza orgánica.
- Clase B: Fuegos que se producen de la mezcla de un gas o vapores.
- Clase C: Fuegos que se generan en sistemas y equipos eléctricos o energizados.

En los auditorios se deben prever los espacios para la ubicación de extintores para un grado de riesgo medio, que debe ser de 300 m<sup>2</sup> en cada zona de riesgo, además de acuerdo al tipo de fuego que se pueda producir en el área.

En los auditorios hay 2 extintores en cada uno, ubicados uno a cada costado del estrado, están ubicados en lugares visibles de fácil acceso y libres de obstáculos

Los extintores que se encuentran en los auditorios son de tipo PQS los cuales son los adecuados para el tipo de fuego que se pueda presentar en cada uno, de acuerdo a la tabla anterior.

El recorrido desde cualquier punto de los auditorios hasta el extintor más cercano no excede los 15.00 m tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos, estas medidas se obtuvieron midiendo en los auditorios las distancias máximas, de conformidad con las condiciones suplementarias de numeral 4.4.5.1 de la NTCPA.

Los detectores de humo en los auditorios deben activarse ante la presencia de humo producidos durante un incendio, actuando sobre el sistema y permitiendo que el personal de seguridad pueda conocer la localización del incendio y actuar inmediatamente y se comiencen con las rutinas de alarma y combate contra incendio adecuadas.

Por tratarse de áreas de riesgo medio, se debe contar con un detector de humo por cada 80 m<sup>2</sup> de techo, sin obstrucciones entre en contenido del área y el detector y una

separación máxima de 9 m entre los centros de los detectores, requiriéndose 4 detectores por cada auditorio, además los detectores deben contar con un sistema de supervisión automático que permita verificar su funcionamiento sin necesidad de desmontarlos, se deben activar uno o dos dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles, también se debe permitir la localización de la señal de alarma por medio de un tablero o monitor en algún módulo de vigilancia y el detector debe de funcionar por medio de suministro de energía eléctrica de corriente alterna y contar con un respaldo de baterías. Cabe señalar que canalización eléctrica para el cableado de control debe ser a prueba de explosiones, como se establece en el numeral 4.4.5.2.1 de la NTCPA y el capítulo 8 y 9 del NFPA 101.

Los sistemas de alarma con los que se debe de contar cada auditorio son dos, uno sonoro y otro visible, que permitan a los ocupantes conocer dicho estado de alerta; estos deben ser activados simultáneamente y estar colocados en puntos estratégicos que aseguren que todos los ocupantes en el área de riesgo y zonas aledañas puedan percatarse de la existencia del incendio, incluyendo todo el recorrido de las rutas de evacuación, de conformidad con el numeral 4.4.5.3 de la NTCPA y el capítulo 8 y 9 del NFPA 101.

Los equipos fijos contra incendio que comprenden redes de hidrantes, toma siamesa y depósitos de agua no son requeridos en los auditorios, por tratarse de áreas de grado de riesgo medio, de acuerdo a la tabla 4.7 del numeral 4.4.5 de la NTCPA.

Para la señalización de equipo contra incendio del edificio A, se debe aplicar el color rojo para identificar la ubicación de los extintores, de conformidad con el numeral 4.4.5.5 de la NTCPA y el capítulo 9 del NFPA 101, de acuerdo a una inspección visual a los sistemas contra incendio de los auditorios se observó que la señalización de los extintores está de acuerdo a la NTCPA y al NFPA 101.

Cabe mencionar que de todos los sistemas contra incendios con los que debe tener cada auditorio, solo se cuenta con extintores y no se observó la presencia de detectores y dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles.

## 5.4. Medios de egreso, recorridos a la salida y áreas de resguardo.

Los medios de egreso para los edificios A, C y los auditorios A y B, deberán estar en concordancia y cumplir con el capítulo 4 de la NTCPA, y con el capítulo 7 del NFPA 101. En este caso, de acuerdo a las normas antes citadas se establece que todos los achos de los elementos de circulación y egreso y circulaciones deben estar en función de sus cargas de ocupantes respectivamente, de acuerdo al apéndice A de la NTCPA y al capítulo 7 del NFPA 101.

### 5.4.1. Edificio A.

En este edificio se determinó el número de salidas por cada nivel, para la planta baja se tienen salidas a nivel o salidas horizontales, y para los niveles del 1ro al 5to, las salidas son verticales, así que para el cálculo de cada una de ellas se tomaron en cuenta dichas consideraciones.

Para el análisis de los medios de egreso, lo primero que se analizó fue, si el edificio era nuevo o existente, ya que para cada uno de estos casos el cálculo de los medios de egreso es distinto, en cuanto a circulaciones, puertas y escaleras. En el caso de que el edificio sea nuevo se utilizan los factores de carga para las salidas y se multiplican por la carga de ocupantes calculada. Pero en el caso de que los edificios sean existentes que es el caso del edificio A, los medios de egreso ya están construidos así que se utiliza una tabla para determinar la cantidad de escaleras necesarias de acuerdo a su carga de ocupantes y al ancho de las escaleras existentes, con base en esto, las puertas de acceso principal, de intercomunicación y salidas del edificio A, deben tener

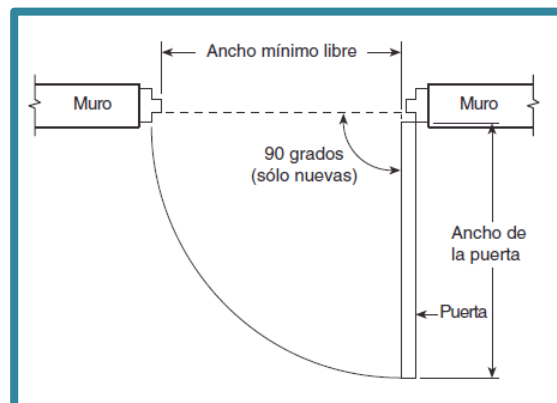


Fig. 18 Componentes típicos de un medio de egreso.



una anchura libre de 0.60 m por cada 100 personas o las medidas especificadas en la tabla en la tabla 4.1 del numeral 4.1.1 de la NTCPA.

Para aplicación de este análisis las medidas de las áreas existentes se deben determinar de acuerdo a las siguientes medidas, las cuales fueron extraídas de la tabla 4.1 de la NTCPA numeral 4.1.1. Todas las áreas de la planta baja cumplen con el ancho mínimo de puertas de conformidad con la tabla anterior y con el artículo

TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE PUERTA	ANCHO MÍNIMO (m).
Oficinas privadas y publicas.	Acceso principal	0.90
Educación e instituciones científicas de todo tipo.	Acceso principal	1.20
	Aulas	0.90
Industria.	Acceso principal peatonal	1.20

7.2.1.2.1, incisos 1). 2), 3), 4) y 5) del NFPA 101. Para calcular el ancho libre de las puertas principales se utiliza el criterio de 0.60 m por cada 100 personas, considerando el mayor número de personas del nivel que corresponde a la carga máxima calculada para la planta baja que es de 370 personas, por lo que el ancho libre de la puerta principal del edificio A debe ser de 2.20 m, de acuerdo con el numeral 4.1.1 inciso VI. Comparando el valor obtenido con el valor medido, que corresponde al ancho libre real de la entrada principal, el ancho de la puerta principal del edificio A es el adecuado para la carga de ocupantes de la planta baja.

Nivel	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido a la descarga de salida (m)		# de Salidas		Capacidades de Salidas a Nivel		
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidad mínimas de salidas requeridas por norma	Cantidad de salidas Existentes	Calculo de personas por salida.	Ancho mínimo de la puerta por norma (m).	Ancho de la puerta real (m).
PLANTA BAJA	VESTÍBULO	214	6.1	25	6.1	0	61	25	2	2	107	2.2	2.2
	ADMINISTRATIVA	6	23	10	15	0	61	10	1	1	6	0.90	1.5
	VENTANILLAS	12	23	20	15	0	61	43	1	1	12	0.90	2.0
	LABORATORIOS	48	23	5	6.1	0	45	20	1	3	16	0.90	2.0
	SERVICIOS AUXILIARES	15	15	8	15	0	61	8	1	1	15	1.20	1.8
	AULAS	53	23	23	6.1	0	45	23	1	2	26	0.90	0.9
	ASUNTOS ESCOLARES.	22	23	13	15	0	61	25	2	3	7	0.90	2

**Tabla 2.1 - "Cálculo de medios de egreso para la planta baja del edificio A"**

**Nota:** Las tablas del cálculo de los medios de egreso para cada nivel del edificio A se incluye el **ANEXO B**.

Para los niveles de este edificio, se analizó el ancho de las salidas de los salones, laboratorios, bioterio y de las áreas donde se encuentran los servicios auxiliares, sin embargo, debido a que estas salidas no están a nivel de piso terminado, también se analizó el ancho de las escaleras.

Como ya se dijo, la carga de ocupantes para este cálculo se toma por nivel y de acuerdo con la NTCPA y el NFPA 101 las cargas de ocupantes de un nivel con otro no son acumulativas.

Las puertas de los laboratorios y aulas de todos los niveles del edificio A, tienen un ancho de 0.90 m lo que está en concordancia con la tabla 4.1 antes



Fig. 19 Acceso principal del edificio A

mencionada las puertas de las aulas y laboratorios de las instituciones para uso educativo deben de tener un ancho mínimo de 0.90 m.

En cuanto a las escaleras, debido a que estas son existentes, se toma el ancho de las escaleras real de cada una de ellas, el ancho de las escaleras principales es de 3.10 m y las escaleras laterales tienen 2.00 m de ancho.

En el numeral 4.3 de la NTCPA, menciona que en todas las edificaciones clasificadas como de riesgo alto, que es el caso del edificio A, se debe de garantizar el desalojo en caso de una emergencia ya sea un incendio, sismo u alguna otra situación que ponga en peligro la vida de los ocupantes del edificio, de una manera segura hasta que el ultimo ocupante ubicado en la situación más desfavorable, abandone el inmueble o tengan acceso a un área de resguardo, con un número mínimo de rutas de evacuación de 2, así que, haciendo el análisis de las salidas existentes con el punto normativo antes mencionado, se determinó que el número mínimo de rutas de evacuación está de

acuerdo a la normativa, pero ¿Son las suficientes para la carga máxima de ocupantes de cada nivel, que es de 399 personas por piso?

Para responder este cuestionamiento, primero se determina el número de salidas necesarias de acuerdo a la carga de ocupantes existente, y esto se calcula con la tabla A.7.3.3.2 del NFPA 101, en la cual se establece una relación entre la carga de ocupantes (capacidad permitida) y el ancho nominal, ancho libre entre barandales y ancho efectivo de las escaleras.

NFPA 101						
Tabla A.7.3.3.2 Capacidad de escaleras.						
Capacidad permitida	Ancho Nominal.		Ancho libre entre		Ancho efectivo.	
	in.	mm.	in.	mm	in.	mm
120	36	915	28	710	124	610
147	44	1120	36	915	32	810
202	56	1420	48	1220	44	1120
257	68	1725	60	1525	56	1420

Por ejemplo, de acuerdo a esta tabla y tomando en cuenta que en las escaleras no tienen barandales intermedios, se toma el ancho nominal, el cual se selecciona de acuerdo a la capacidad permitida de personas por escalera. Para el edificio A la carga calculada máxima por nivel es de 399, y la capacidad máxima permitida de la tabla es de 257 con un ancho nominal, de 1,725 mm, así que, para determinar la cantidad de escaleras, se divide la carga calculada máxima de piso entre la capacidad permitida, correspondiente por escalera, lo que nos da un resultado de 2 escaleras para los niveles del 1ro al 4to y de una escalera para el 5to nivel, como se resume en la Tabla 2:

Escaleras por nivel		
Nivel	Carga Máxima calculada (personas).	No. de Escaleras.
1ro -4to	399	2
5to	96	1

Tabla 2 – Resumen de las cargas máximas calculadas de personas para el edificio A.

Como se observa en la tabla anterior, las escaleras necesarias para cada nivel, corresponden con las existentes por lo que el edificio A cumple con el número adecuado de escaleras por norma de acuerdo al numeral 4.3.1 de la NTCPA y a capítulo 4 del NFPA 101 artículo 4.5.3. Ahora, el siguiente aspecto a analizar es el ancho de las escaleras, si se tratara de un edificio nuevo, sin embargo, aquí las escaleras ya están construidas por tratarse de un edificio existente. En edificios nuevos el ancho de las escaleras se determina en base a la carga de ocupantes y a factores de carga ya asignados, sin embargo, en este caso el edificio es existente y las escaleras ya están construidas, por lo que sólo se analiza la cantidad de personas que pueden salir por cada una de las escaleras dependiendo de su ancho.

Para la carga de ocupantes existente se requieren dos medios de egreso verticales (escaleras) por norma, pero ¿Cuántas personas pueden salir por cada escalera?, tomando en cuenta que cada una de ellas tiene anchos diferentes. La escalera principal tiene un ancho de 3.00 m y la escalera lateral tiene 2.00 m de ancho.

El cálculo de carga de ocupantes por escalera se determina de acuerdo a diversos factores, por ejemplo, la carga de ocupantes máxima por piso o nivel, el número de escaleras existentes y el ancho de las escaleras. De acuerdo al análisis anterior se determinó que el número de escaleras necesarias es de dos, la carga de ocupantes es de 399 (por piso) y el factor de capacidad para las escaleras es de 7.6 mm (0.0076 m) de acuerdo a la tabla 7.3.3.1 del NFPA 101, la cual se muestra a continuación.

NFPA 101				
Tabla 7.3.3.1 Factores de capacidad.				
Area	Escaleras (ancho/ persona).		Rampas y componentes a nivel (ancho/ persona).	
	in.	mm	in.	mm
Asilos y centros de acogida	0.4	10	0.2	5
Sanitaria con rociadores	0.3	7.6	0.2	5
Sanitaria sin rociadores	0.6	15	0.5	13
Contenido de alto riesgo.	0.7	18	0.4	10
Todos las demás.	0.3	7.6	0.2	5

El ancho de las escaleras se obtiene al multiplicar el factor de capacidad correspondiente, por el número de personas del nivel, pero en este caso lo que se quiere conocer es la cantidad de ocupantes por escalera, así que para conocerlo se divide el ancho de las escaleras en metros entre el factor de capacidad también en metros que es de 0.0076 m (ancho por persona), como se explica a continuación:

Cálculo:

$$\text{Ancho de escaleras} = \text{factor de capacidad} * \# \text{personas}$$

$$\frac{\text{Ancho de las escaleras}}{\text{Factor de capacidad}} = \# \text{ personas}$$

Para las escaleras principales con un ancho libre de 3.00 m:

$$\frac{3.00 \text{ m}}{0.0076 \text{ m}} = 395 \text{ personas calculada.}$$

Escaleras laterales con un ancho libre de 2.00 m:

$$\frac{2.00 \text{ m}}{0.0076 \text{ m}} = 263 \text{ personas calculada.}$$

Como se observa en los resultados, el número total de personas por ambas escaleras es de 658, poco menos del doble de la existente que es de 399.

Por lo que la carga de ocupantes para las escaleras principales se determinó dividiendo la carga obtenida en el cálculo anterior para las escaleras principales entre dos, después se resta la cantidad obtenida a la carga total del piso, y finalmente se resta la carga obtenida para las escaleras principales a la carga total de piso para las escaleras laterales y así nivelar cada una de las cargas, el cálculo se muestra a continuación:

Cálculo:

Ya que por ambas escaleras tenemos casi el doble de la carga existente, la carga máxima de personas de las escaleras principales se divide entre dos:

$$\frac{\text{Carga máxima de personas por escaleras principales}}{2} = \text{Carga máxima real.}$$

$$\frac{395 \text{ personas}}{2} = 198 \text{ personas.}$$

198 serían las personas que saldrían por las escaleras principales si tuviéramos una carga total de 330 personas por nivel, pero la carga calculada por nivel es de 399 y no de 330, por lo que para conocer el número de personas que tienen que salir por las escaleras principales se restan las 198 personas calculadas a la carga total de 399 personas:

$$399 \text{ personas por nivel} - 198 \text{ personas} = 201 \text{ personas por escaleras principales.}$$

201 personas son las que evacuarían por las escaleras principales considerando una carga total de 399 por nivel, y ahora para conocer el número de personas que saldrán por las escaleras laterales de 2.00 m, se restan 201 personas a la carga total por nivel:

$$399 \text{ personas por nivel} - 201 \text{ personas por escaleras principales} = \\ = 198 \text{ personas por escaleras laterales}$$

El resumen del número de personas por escaleras en cada nivel se muestra en la Tabla 3.

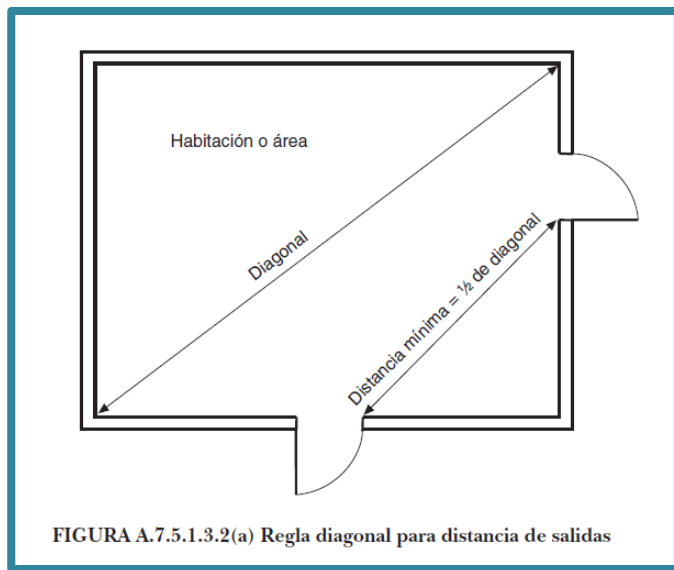
Capacidad de escaleras del edificio A.				
Nivel / piso	Escaleras Principales		Escaleras laterales.	
	m	personas	m	personas
1	3.00	201	2.00	198
2	3.00	201	2.00	198
3	3.00	201	2.00	198
4	3.00	201	2.00	198
5	1 escaleras de 1 m -131 personas.			

Tabla 3 – Resumen de las cargas máximas calculadas de personas para el edificio A.

Así que del 1er al 4to nivel, 201 personas de cada nivel deben evacuar por la escalera principal, y las 198 personas restantes en cada piso deberán evacuar por las escaleras laterales, es decir que los salones 1 A/B, los laboratorios 1/A, 1/B y 1/C son las áreas que evacuaran por las escaleras laterales y el resto de los salones 1 C/D, 1 E/F y laboratorios 1/D 1/E Y 1/F por las escaleras principales.

En este nivel las escaleras forman parte de la ruta de evacuación, estas dos escaleras deben disponerse de tal manera que entre ellas exista una separación mínima de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.3.1 de la NTCPA y el artículo 7.5.1.3.2 del NFPA 101, que especifica que en edificios que no estén protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos, estas salidas deben ubicarse entre sí a una distancia no inferior a la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del área de la planta del edificio que debe ser servida, medida en línea recta entre el borde más cercano de las escaleras, como se observa en la siguiente imagen:

La distancia diagonal de cualquiera de las plantas del edificio A, es de 153 mts por lo que la mitad de la diagonal es de 76.5 m, así que la distancia entre ambas escaleras no debe ser menor que este valor de acuerdo a la norma, y midiendo la distancia entre escaleras se obtuvo un resultado de 91.6 m, por lo que la distancia entre ellas cumple con los valores establecidos por norma.



Los cálculos se muestran a continuación:

$$\frac{\textit{diagonal de la planta}}{2} = \textit{distancia mínima entre escaleras.}$$

$$\frac{153 \textit{ metros}}{2} = 76.5 \textit{ metros}$$

$$\textit{distancia medida entre estaleras} \geq \textit{distancia mínima entre escaleras}$$

$$91.66 \textit{ metros} > 76.5 \textit{ metros}$$

Las escaleras deben de cumplir también con otros aspectos estructurales de conformidad con el inciso VIII del numeral 4.1.3 de la NTCPA y artículo 7.2.2.3 del NFPA 101, como por ejemplo descansos y pasamanos.

Los descansos de ambas escaleras son continuos sin reducciones en su ancho o a lo largo de todo su recorrido y sólo existen en donde existe un cambio de dirección en la escalera y no donde estas son rectas. Las superficies tanto de la escalera como de los descansos son sólidas sin perforaciones y están libres de proyecciones y bordes que puedan hacer tropezar a las personas.

Las escaleras principales y laterales las cuales forman parte de la ruta de evacuación son mayores a 2.00 m de ancho, y no tienen pasamanos del lado de la pared. Sin embargo, estas escaleras deben de contar con pasamanos a lo largo de todo el recorrido natural, en ambos lados de las escaleras, los cuales deben ser continuos en la longitud total de cada tramo de escaleras. Los pasamanos de las escaleras, deben estar a no menos de 34 pulg (865 mm) y a no más de 38 pulg (965 mm) por encima de la superficie de los escalones, medidas verticalmente desde la parte superior de los pasamanos hasta el borde delantero de los escalones, además los pasamanos deberán instalarse de tal manera que provean un espacio libre no menor a 2 ¼ pulg (57 mm) entre el pasamanos y la pared a la que estarán sujetos. Los pasamanos deben poder sujetarse de a lo largo de toda su extensión y deben ser continuos entre tramos de escaleras, de acuerdo al numeral 4.1.3 de la NTCPA y al capítulo 4 numeral 4.5.3 del NFPA 101.

Los pasamanos a ser instalados deberán cumplir con las siguientes características estructurales.

- Sección circular transversal con un diámetro externo no menor de 1 ¼ pulg (32 mm) y no mayor de 2 pulg. (51 mm).
- El perfil de la baranda debe ajustarse cómodamente a la forma del agarre de la mano, y para que se pueda asir firmemente con un agarre confortable y de manera que la mano pueda deslizar a lo largo de la baranda sin obstrucciones.
- Para formas no circulares deben tener un perímetro no menor de 4 pulg. (100 mm), pero no mayor de 6 ¼ pulg. (160 mm) y con una dimensión mayor de la sección 2 ¼ pulg. (57 mm), siempre que los bordes asibles sean redondeados de manera que provean un radio no menor de 1/8 pulg. (3,2 mm).



En el diseño de los pasamanos, se debe considerar en todo momento la efectividad de un perfil circular, el cual permite que los dedos realicen una acción de curva al colocarse sobre el pasamanos.

Otro aspecto que se tiene que analizar junto con los medios de egreso son los recorridos a la salida, en los cuales están incluidos los pasillos.

De acuerdo al capítulo 4 numeral 4.1.2 de la NTCPA y al capítulo 7 del NFPA 101 los pasillos deben tener un ancho libre que cumpla con la medida mínima de 0.60 m por cada 100 personas o fracción, sin reducir las dimensiones mínimas que se indican en las normas para edificaciones de uso educativo.



Los pasillos del edificio A tienen un ancho de 2.73 mts, sobrepasando el ancho mínimo por norma que es de 0.90 m, además los pasillos están libres de obstáculos.

Fig. 20 pasillo del primer nivel del edificio A

Para determinar el cumplimiento de los recorridos a la salida para el edificio A, se considero que no existe un sistema de rociadores automáticos por lo que el parámetro que se toma por norma es menor que el que se considera con rociadores. Sin embargo, ningún nivel del edificio A cumple con los recorridos mínimos a la salida ya que estos recorridos están muy por arriba del máximo requerido por norma. por lo que en todo el edificio si se requieren áreas de resguardo.

**Nota:** Las tablas donde se muestran los recorridos a la salida para cada nivel del edificio A se incluye el **ANEXO B**.

Tanto en la NTCPA numeral 4.4.4 y el NFPA 101 artículo 7.2.12. Las áreas de resguardo serán zonas aisladas del fuego por muros y puertas cortafuego de cierre automático, que cuenten con las condiciones de ventilación suficiente que no propicie la propagación del fuego en el resto del edificio y que por supuesto permita la protección temporal de sus ocupantes y contando con la señalización adecuada.

Sin embargo, ninguna de las áreas pertenecientes al edificio A cumple con las características para considerarse áreas de resguardo o de refugio ya que estas no cuentan con protecciones contra fuego y además no cuentan con cobertura completa de rociadores automáticos contra incendios. Independientemente de estos requisitos, cada área de resguardo debe ser accesible y tener las dimensiones adecuadas y proveer el espacio para acomodar a una persona en una silla de ruedas de 0.90 m por 1.30 m por cada 200 personas o fracción de acuerdo en función a la carga de ocupantes.



Fig. 20 Señalización típica existente de las zonas de seguridad en los pasillos del edificio A.

A la salida de los laboratorios de cada nivel se observan señalizaciones de zonas de seguridad, sin embargo, estas zonas de seguridad son aplicables solo en caso de sismos de acuerdo a los elementos estructurales del edificio y no se consideran zonas de seguridad en caso de un incendio, los que podría causar confusión en caso de una emergencia, por lo que este tipo de señalizaciones deberían de ser muy claras en cuanto la protección que proveen estas áreas.

Las señalizaciones de ambos inmuebles deben de ir en el sentido de la ruta de evacuación, las cuales se determinaron realizando los cálculos de los medios de egreso, la señalización fuera de los salones 1 C/D, 1 E/F y laboratorios 1/D 1/E y 1/F las señales de evacuación deberán ir señalando el sentido de las escaleras principales y a partir de laboratorio 1/C hasta el salón 1 A/B deben de ir en sentido de las escaleras laterales.



Fig. 20 Señalización típica existente que indica el sentido de la ruta de evacuación en el edificio A.

Estas señales deberán de tener un texto informativo y no sólo mostrar la flecha que indique el sentido del recorrido a la salida. El texto informativo que acompañe a la flecha no debe ser mayor a la mitad de la altura de la señal, deberá estar ubicado debajo de la señal de seguridad y debe ser breve y concreto, como se muestra a continuación:

Estas señales deben de cumplir con lo que se establece en la NOM 026 STPS 2008, en cuanto a dimensiones, colores, ubicación, mensajes y otros aspectos requeridos por la norma, de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.3 de la NTCPA y en el artículo 7.10 del NFPA 101.



Fig. 21 Señalización para indicar la ruta de evacuación sugerida por la NOM-026-STPS-2008.

### 5.4.2. Edificio C.

En este edificio se determinó el número de salidas para el primer nivel y planta baja, para la planta baja se tienen salidas a nivel o salidas horizontales, y en el primer nivel la salida es vertical, por lo que para el cálculo de cada una de ellas se tomaron en cuenta diferentes factores.

Para el análisis de los medios de egreso, lo primero que se toma en cuenta es si el edificio es nuevo o existente, ya que para cada uno de estos casos el cálculo de los medios de egreso es distinto, en cuanto a circulaciones, puertas y escaleras. En el caso de que el edificio sea nuevo se utilizan los factores de carga para las salidas y se multiplican por la carga de ocupantes calculada. Pero en el caso de que los edificios sean existentes que es el caso del edificio C, los medios de egreso ya están contruidos así que se utiliza una tabla para determinar la cantidad de escaleras necesarias de acuerdo a su carga de ocupantes y al ancho de las escaleras existentes. Las puertas de acceso principal, de intercomunicación y salidas del edificio C, deben tener una anchura libre de 0.60 m por cada 100 personas o las medidas especificadas en la tabla en la tabla 4.1 del numeral 4.1.1 de la NTCPA.

Para aplicación de este análisis las medidas de las áreas existentes se deben determinar de acuerdo a las siguientes medidas, las cuales fueron extraídas de la tabla 4.1 de la NTCPA numeral 4.1.1. Todas las áreas de la planta baja cumplen con el ancho mínimo de puertas de conformidad con la

TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE PUERTA	ANCHO MÍNIMO (m).
Oficinas privadas y publicas.	Acceso principal	0.90
Educación e instituciones científicas de todo tipo.	Acceso principal	1.20
	Aulas	0.90
Industria.	Acceso principal peatonal	1.20

tabla anterior y con el artículo 7.2.1.2.1, incisos 1), 2), 3), 4) y 5) del NFPA 101. Para calcular el ancho libre de las puertas principales se utiliza el criterio de 0.60 m por cada 100 personas, considerando el mayor número de personas por nivel que corresponde a la carga máxima calculada para la planta baja que es de 630 personas, el ancho libre

de las 3 puertas de acceso a la planta baja del edificio C son, debe ser de 3.78 m, de acuerdo con el numeral 4.1.1 inciso VI.

Comparando el valor obtenido con el valor medido, que corresponde al ancho libre real de las entradas a la planta baja, los anchos de las puertas del edificio C son adecuados para la carga de ocupantes de la planta baja, ya que dos de ellas tienen un ancho de 2.30 m y la restante un ancho de 2.00 m, que entre las tres dan un total de 6.60 m.

Nivel	Área.	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido a la descarga de salida (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel		
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidad mínima de salidas requeridas por norma.	Cantidad de salidas existentes.	Cálculo de personas por salida.	Ancho total de las puertas por norma (m).	Ancho total de puertas real (m).
PLANTA BAJA	AULAS (X9)	540	23	6	15	0	76	61	2	3	210	3.78	6.60
	DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS	40	23	7	15	0	61	53					
	SICA	50	6.1	0	6.1	0	76	55					

**Tabla 2.7 - "Cálculo de medios de egreso para la planta baja del edificio C"**

**Nota:** Las tablas del cálculo de los medios de egreso para cada nivel del edificio C se incluye el **ANEXO B**.

Para el primer y único nivel de este edificio, se analizó el ancho de las salidas de los laboratorios, sin embargo, debido a que estas salidas no están a nivel de piso terminado, también se analizó el ancho de las escaleras.

Como ya se dijo, la carga de ocupantes para este cálculo es el total de personas para el primer nivel.

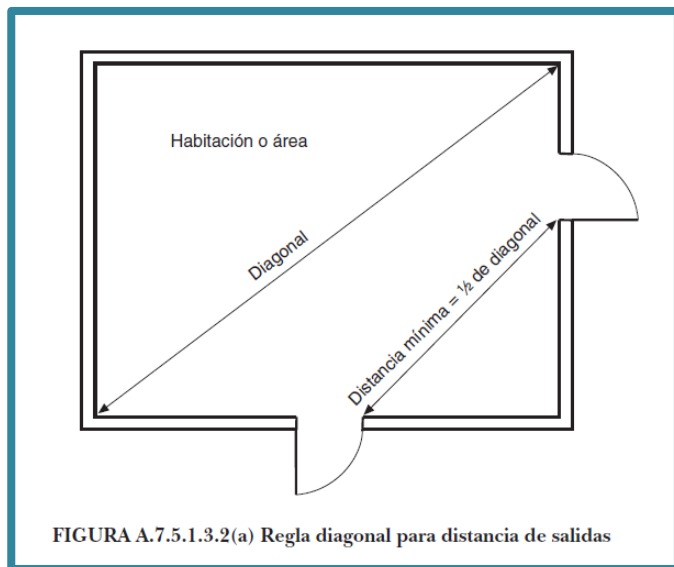
Las puertas de los laboratorios tienen un ancho de 0.90 m lo que está en concordancia con la tabla 4.1 antes mencionada las puertas de las aulas y laboratorios de las instituciones para uso educativo deben de tener un ancho mínimo de 0.90 m.

En cuanto a las escaleras, debido a que estas son existentes, se toma el ancho de las únicas escaleras existentes que es de 3.30 m de ancho.

En el numeral 4.3 de la NTCPA, menciona que todas las edificaciones clasificadas como de riesgo alto, que es el caso del edificio C, se debe de garantizar el desalojo en

caso de una emergencia ya sea un incendio, sismo u alguna otra situación que ponga en peligro la vida de los ocupantes del edificio, de una manera segura hasta que el ultimo ocupante ubicado en la situación más desfavorable, abandone el inmueble o tengan acceso a un área de resguardo, con un número mínimo de rutas de evacuación de 2, así que, haciendo el análisis de las salidas existentes con el punto normativo antes mencionado, se determinó que el número mínimo de rutas de evacuación no está en concordancia con la normativa, por lo que se requiere otra escalera, la cual debe cumplir con los parámetros de distanciamiento entre escaleras.

La distancia diagonal del primer nivel del edificio C, es de 93.27 m por lo que la mitad de la diagonal es de 46.63 m, así que la distancia entre ambas escaleras no debe ser menor que este valor de acuerdo a la norma, así que si se la escalera propuesta debe de estar ubicada después del laboratorio 5 (C-5), en donde estas escaleras tendrían una distancia de 47.55 m entre ellas.



Los cálculos para determinar el distanciamiento mínimo entre escaleras se muestran a continuación:

$$\frac{\text{diagonal de la planta}}{2} = \text{distancia mínima entre escaleras.}$$

$$\frac{93.27 \text{ metros}}{2} = 46.63 \text{ metros}$$

$$\text{distancia medida entre estaleras} \geq \text{distancia mínima entre escaleras}$$

$$47.55 \text{ metros} > 46.63 \text{ metros}$$



Las escaleras propuestas también deben de cumplir con otros aspectos estructurales de conformidad con el inciso VIII del numeral 4.1.3 de la NTCPA y artículo 7.2.2.3 del NFPA 101, como por ejemplo descansos y pasamanos.

El descanso de la escalera existente es continuo sin reducciones en su ancho o a lo largo de todo su recorrido. Las superficies tanto de la escalera como de los descansos son sólidas sin perforaciones y están libres de proyecciones y bordes que puedan hacer tropezar a las personas.

De acuerdo al análisis anterior se determinó que se requiere de otra salida vertical (escalera), así que si existiera otra escalera ¿Serían las suficientes para la carga máxima de ocupantes de este nivel, que es de 391 personas y cuál debería ser el ancho de esta segunda escalera?



Fig. 22 Escaleras de acceso al primer nivel del edificio C.

Para responder este cuestionamiento, primero se considera que para la carga de ocupantes existente se requieren mínimo dos medios de egreso verticales (escaleras) por norma, pero ¿Cuántas personas pueden salir por cada escalera?, tomando en cuenta que cada una de ellas es existente y la otra solo esta propuesta. La escalera principal tiene un ancho de 3.30 m, por lo que la segunda escalera debería tener un ancho de 2.00 m.

El cálculo de carga de ocupantes por escalera se determina de acuerdo a diversos factores, por ejemplo, la carga de ocupantes máxima por piso o nivel, el número de escaleras existentes y el ancho de las escaleras.

De acuerdo al análisis anterior se determinó que el número de escaleras necesarias es de dos, la carga de ocupantes es de 391 (por piso) y el factor de capacidad para las

escaleras es de 7.6 mm (0.0076 m) de acuerdo a la tabla 7.3.3.1 del NFPA 101, la cual se muestra a continuación.

NFPA 101				
Tabla 7.3.3.1 Factores de capacidad.				
Area	Escaleras (ancho/ persona).		Rampas y componentes a nivel (ancho/ persona).	
	in.	mm	in.	mm
Asilos y centros de acogida	0.4	10	0.2	5
Sanitaria con rociadores	0.3	7.6	0.2	5
Sanitaria sin rociadores	0.6	15	0.5	13
Contenido de alto riesgo.	0.7	18	0.4	10
Todos las demás.	0.3	7.6	0.2	5

El ancho de las escaleras se obtiene al multiplicar el factor de capacidad correspondiente, por el número de personas del nivel, pero en este caso lo que se quiere conocer es la cantidad de ocupantes por escalera, así que para conocerlo se divide el ancho de las escaleras en metros entre el factor de capacidad también en metros que es de 0.0076 m (ancho por persona), como se explica a continuación:

Cálculo:

$$\text{Ancho de escaleras} = \text{factor de capacidad} * \# \text{personas}$$

$$\frac{\text{Ancho de las escaleras}}{\text{Factor de capacidad}} = \# \text{ personas}$$

Para las escaleras principales con un ancho libre de 3.30 m:

$$\frac{3.30 \text{ m}}{0.0076 \text{ m}} = 434 \text{ personas calculada.}$$

Escaleras propuestas con un ancho libre de 2.00 m:

$$\frac{2.00 \text{ m}}{0.0076 \text{ m}} = 263 \text{ personas calculada.}$$



Como se observa en los resultados, el número total de personas por ambas escaleras es de 697, poco menos del doble de la existente que es de 391.

Por lo que la carga de ocupantes para las escaleras principales se determinó dividiendo la carga obtenida en el cálculo anterior para las escaleras principales entre dos, después se resta la cantidad obtenida a la carga total del piso, y finalmente se resta la carga obtenida para las escaleras principales a la carga total de piso para las escaleras propuestas y así poder nivelar cada una de las cargas, el cálculo se muestra a continuación:

Cálculo:

Ya que por ambas escaleras tenemos casi el doble de la carga existente, la carga máxima de personas de las escaleras principales se divide entre dos:

$$\frac{\text{Carga máxima de personas por escaleras principales}}{2} = \text{Carga máxima real.}$$

$$\frac{434 \text{ personas}}{2} = 217 \text{ personas.}$$

217 sería el número de personas que saldrían por las escaleras principales si tuviéramos una carga total de 434 personas por nivel, que es casi el doble de la carga existente, por lo que para conocer el número de personas que tienen que salir por las escaleras principales se consideran las 217 personas. Ya conociendo el número de personas que saldrán por las escaleras principales, solo se resta este valor a la carga existente para conocer la cantidad de personas que saldrán por las escaleras propuestas y que las cargas queden niveladas.

$$391 \text{ personas por nivel} - 217 \text{ personas} = 174 \text{ personas por escaleras propuestas.}$$

Así que 174 personas son las que evacuarán por las escaleras propuestas considerando una carga total de 391 por nivel.

El resumen del número de personas por escaleras en cada nivel se muestra en la Tabla 4.

NFPA 101				
Capacidad de escaleras del edificio C.				
Nivel /piso	Escaleras Principales		Escaleras propuestas.	
	m	personas	m	personas
1	3.30	217	2.00	174

Tabla 4 – Resumen de las cargas máximas calculadas de personas para el edificio C.

Las escaleras principales las cuales forman parte de la ruta de evacuación, son mayores a 2.00 m de ancho, y tienen pasamanos a lo largo del recorrido natural, en ambos lados de las escaleras, los cuales deberán ser continuos en la longitud total de cada tramo de escaleras. Los pasamanos de las escaleras, deberán estar a no menos de 34 pulg (865 mm) y a no más de 38 pulg (965 mm) por encima de la superficie de los escalones, medidas verticalmente desde la parte superior de los pasamanos hasta el borde delantero del escalones. Los pasamanos pueden sujetarse a lo largo de toda su extensión y son continuos entre tramos de escaleras, de acuerdo al numeral 4.1.3 de la NTCPA y al capítulo 4 numeral 4.5.3 del NFPA 101.

Los pasamanos de las escaleras a ser instalados deberán cumplir con las siguientes características estructurales.

- Sección circular transversal con un diámetro externo no menor de 1 ¼ pulg (32 mm) y no mayor de 2 pulg. (51 mm).
- El perfil de la baranda debe ajustarse cómodamente a la forma del agarre de la mano, y para que se pueda asir firmemente con un agarre confortable y de manera que la mano pueda deslizar a lo largo de la baranda sin obstrucciones.
- Para formas no circulares deben tener un perímetro no menor de 4 pulg. (100 mm), pero no mayor de 6 ¼ pulg. (160 mm) y con una dimensión mayor de la sección 2 ¼ pulg. (57 mm), siempre que los bordes asibles sean redondeados de manera que provean un radio no menor de 1/8 pulg. (3,2 mm).

En el diseño de los pasamanos, es útil recordar en todo momento la efectividad de un perfil circular, el cual permite que los dedos realicen una acción de curva al colocarse sobre el pasamanos.

Otro aspecto que se tiene que analizar junto con los medios de egreso son los recorridos a la salida, en los cuales están incluidos los pasillos.

De acuerdo al capítulo 4 numeral 4.1.2 de la NTCPA y al capítulo 7 del NFPA 101 los pasillos deben tener un ancho libre que cumpla con la medida mínima de 0.60 m por cada 100 personas o fracción, sin reducir las dimensiones mínimas que se indican en las normas para edificaciones de uso educativo.

Los pasillos del edificio C tienen un ancho de 3.00 m, sobrepasando el ancho mínimo por norma que es de 0.90 m, además los pasillos están libres de obstáculos.

Para determinar el cumplimiento de los recorridos a la salida para el edificio C, se considero que no existe un sistema de rociadores automáticos por lo que el parámetro que se toma por norma es menor que el que se considera con rociadores, a pesar de esto los recorridos de los medios de egreso para la

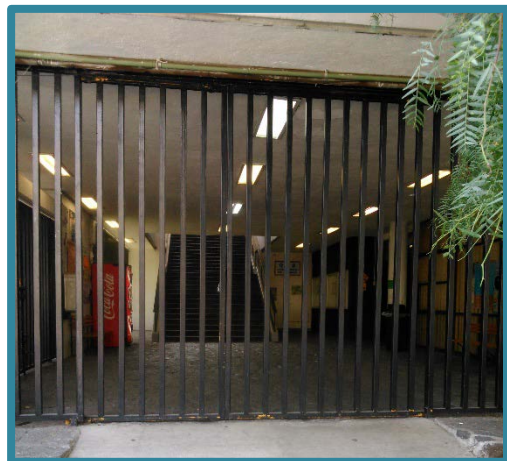


Fig. 23 Rampa de acceso al edificio C

planta baja no sobrepasan los mínimos por norma. Sin embargo para el primer nivel solo el primer laboratorio (C-1) cumple con los parametros mínimos de recorridos a la salida Así que debido a esto en el primer nivel del edificio C si se requieren áreas de resguardo.

Tanto en la NTCPA numeral 4.4.4 y el NFPA 101 artículo 7.2.12. Las áreas de resguardo serán zonas aisladas al fuego por muros y puertas cortafuego de cierre automático, que cuenten con las condiciones de ventilación suficiente que no propicie la propagación del fuego en el resto del edificio y que por supuesto permita la protección temporal de sus ocupantes y contando con la señalización adecuada.

Sin embargo, ninguna de las áreas pertenecientes al edificio C cumple con las características para considerarse áreas de resguardo o de refugio ya que estas no cuentan con protecciones contra fuego y además no cuentan con cobertura completa de rociadores automáticos contra incendios. Independientemente de estos requisitos, cada área de resguardo debe ser accesible y tener las dimensiones adecuadas y proveer el espacio para acomodar a una persona en una silla de ruedas de 0.90 m por 1.30 m por cada 200 personas o fracción de acuerdo en función a la carga de ocupantes. Sin embargo, a pesar de que no existen áreas de resguardo en ninguno de los dos niveles, en la planta baja estas áreas no son requeridas debido a que todos sus recorridos a la salida no sobrepasan el mínimo por norma, pero en el caso del primer nivel si son requeridas estas áreas debido a que no se cumple con el número mínimo de salidas verticales.

Las señalizaciones en ambas plantas de este edificio deben de ir en el sentido de la ruta de evacuación, las cuales se determinaron realizando los cálculos de los medios de egreso, la señalización fuera de los salones 1, 2 y 3 deben de ir en sentido de la puerta principal, los señalamientos de los salones 4, 5, 6 y departamento de matemáticas deben ir en sentido de la salida intermedia y para los salones 7, 8, 9 y SICA 2 las señales de evacuación deben ir señalando el sentido de la salida trasera.

Las señales instaladas en el edificio C tienen un texto informativo y no solo muestran la flecha que indica el sentido del recorrido a la salida. El texto informativo que acompaña a la flecha no es mayor a la mitad de la altura de la señal y está ubicado debajo de la señal de seguridad además de que es breve y concreto, como se muestra a continuación, de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.3 de la NTCPA y en el artículo 7.10 del NFPA 101.



Fig. 21 Señalización para indicar la ruta de evacuación sugerida por la NOM-026-STPS-2008.

### 5.4.3. Auditorios A y B.

En estos edificios se determinó el número de salidas por cada auditorio, debido a que los auditorios cuentan con solo un nivel, no se calculan las salidas verticales solo las salidas a nivel se tienen salidas a nivel por lo que para el cálculo de cada una de ellas se tomaron en cuenta diferentes factores.

En el caso de que el edificio sea nuevo se utilizan los factores de carga para las salidas y se multiplican por la carga de ocupantes calculada. Pero en el caso de que los edificios sean existentes que es el caso de los auditorios, los medios de egreso ya están contruidos así que se utiliza una tabla para determinar la cantidad y el ancho de las salidas existentes. Las puertas de acceso principal, y puertas interiores del edificio A, deben tener una anchura libre de 0.60 m por cada 100 personas o las medidas especificadas en la tabla en la tabla 4.1 del numeral 4.1.1 de la NTCPA.

Para aplicación de este análisis las medidas de los accesos existentes se determinaron de acuerdo a las siguientes medidas, las cuales fueron extraídas de la tabla 4.1 de la NTCPA numeral 4.1.1. Todas las áreas de la planta baja cumplen con el ancho mínimo de puertas de conformidad con la tabla anterior y con el artículo

Tabla 4.1 Anchos mínimos de las puertas.		
TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE PUERTA	ANCHO MÍNIMO (m).
Oficinas privadas y publicas.	Acceso principal	0.90
Educación e instituciones científicas de todo tipo.	Acceso principal	1.20
	Aulas	0.90
Industria.	Acceso principal peatonal	1.20

7.2.1.2.1, incisos 1). 2), 3), 4) y 5) del NFPA 101. Para calcular el ancho libre de las puertas principales se utiliza el criterio de 0.60 m por cada 100 personas, considerando el mayor número de personas del nivel que corresponde a la carga máxima calculada por cada auditorio para la planta baja que es de 300 personas, por lo que el ancho libre

entre ambas puertas de acceso a cada auditorio debe ser de 1.80 mts, de acuerdo con el numeral 4.1.1 inciso VI.

Edificio	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel		
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidada mínima de sálibas requeidas por norma.	Cantidad de sálibas Existentes	Calculo de personas por salida.	Ancho total de puertas por norma (m).	Ancho total de puertas real (m).
AUDITORIOS	AUDITORIO A	300	23	15	6.1	0	45	25	2	2	150	1.8	2.10
	AUDITORIO B	300	23	15	6.1	0	45	25	2	2	150	1.8	2.1

**Tabla 2.6 - “Cálculo de medios de egreso para los auditorios A y B”**

Comparando el valor obtenido con el valor medido, que corresponde al ancho libre real de la entrada principal, el ancho de la puerta principal de los auditorios es el adecuado para la carga de ocupantes de cada uno de ellos.

**Nota:** Las tablas del cálculo de los medios de egreso para cada auditorio se incluye el **ANEXO B**.



Fig. 22 Acceso al principal del auditorio B

Como ya se dijo, la carga de ocupantes para este cálculo se toma por auditorio.

Las puertas de los auditorios, tienen un ancho de 0.90 m lo que está en concordancia con la tabla 4.1 antes mencionada, ya que estas deben de tener un ancho mínimo de 0.90 m por norma y en cambio su ancho está por arriba de lo mínimo requerido por norma.

Las salidas de los auditorios también deben de cumplir con el distanciamiento mínimo entre ellas de acuerdo al NFPA 101 y a la NTCPA.

La distancia diagonal de los auditorios es de 38 m, por lo que la mitad de la diagonal es de 18 m, así que la distancia entre ambas escaleras no debe ser menor que este valor

de acuerdo a la norma, y midiendo la distancia entre ambas salidas se obtuvo un resultado de 29 m, por lo que la distancia entre ellas cumple con los valores establecidos por norma.

Los cálculos se muestran a continuación:

$$\frac{\text{diagonal de la planta}}{2} = \text{distancia mínima entre escaleras.}$$

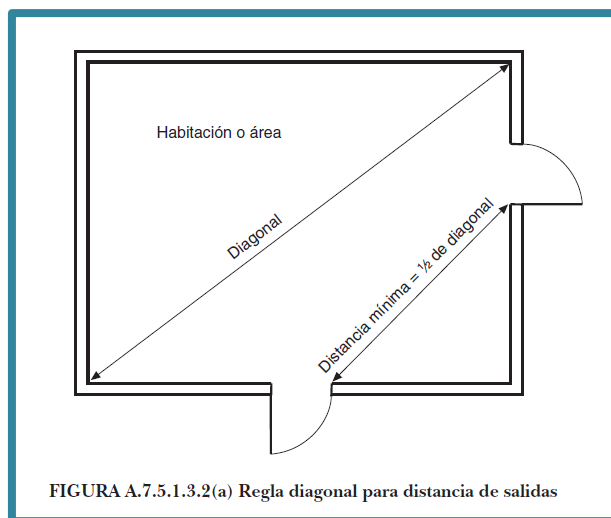
$$\frac{36 \text{ metros}}{2} = 18 \text{ metros}$$

$$\text{distancia medida entre salidas} \geq \text{distancia mínima entre salidas}$$

$$29 \text{ metros} > 18 \text{ metros}$$

El ancho de las puertas principales y traseras las cuales forman parte de la ruta de evacuación son mayores a 2.00 m sobrepasando en mínimo requerido por norma

Otro aspecto que se tiene que analizar junto con los medios de egreso son los recorridos a la salida, en los cuales están incluidos los pasillos.



De acuerdo al capítulo 4 numeral 4.1.2 de la NTCPA y al capítulo 7 del NFPA 101 los pasillos deben tener un ancho libre que cumpla con la medida mínima de 0.60 m por cada 100 personas o fracción, sin reducir las dimensiones mínimas que se indican en las normas para edificaciones de uso educativo.

Los pasillos de los auditorios tienen un ancho de 1.50 m, sobrepasando el ancho mínimo por norma que es de 0.90 m, además los pasillos están libres de obstáculos.

Para determinar el cumplimiento de los recorridos a la salida para los auditorios, se considero que no existe un sistema de rociadores automáticos por lo que el parámetro

que se toma por norma es menor que el que se considera con rociadores, a pesar de esto los recorridos de los medios de egreso no sobrepasan los mínimos por norma por lo que los recorridos están por debajo del máximo requerido por norma. Así que, se puede decir que los auditorios cumplen con las distancias de recorrido a la salida de acuerdo al NFPA 101.

Tanto en la NTCPA numeral 4.4.4 y el NFPA 101 artículo 7.2.12. Las áreas de resguardo serán zonas aisladas al fuego por muros y puertas cortafuego de cierre automático, que cuenten con las condiciones de ventilación suficiente que no propicie la propagación del fuego en el resto del edificio y que por supuesto permita la protección temporal de sus ocupantes y contando con la señalización adecuada.

Sin embargo, en los auditorios no son requeridas las zonas de resguardo, ya que cumplen con los recorridos a la salida, estando en cumplimiento con la norma

Las señalizaciones de ambos auditorios deben de ir en el sentido de la ruta de evacuación, las cuales se determinaron realizando los cálculos de los medios de egreso, la señalización de la segunda sección del auditorio debe estar indicando la ruta de evacuación en dirección hacia la puerta trasera y la otra mitad deben indicar el camino de evacuación por el acceso principal.

Las señales instaladas en los auditorios tienen un texto informativo y no solo muestran la flecha que indica el sentido del recorrido a la salida. El texto informativo que acompaña a la flecha no es mayor a la mitad de la altura de la señal y está ubicado debajo de la señal de seguridad además de que es breve y concreto, como se muestra a continuación, de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.3 de la NTCPA y en el artículo 7.10 del NFPA 101.



Fig. 21 Señalización para indicar la ruta de evacuación sugerida por la NOM-026-STPS-2008.



## 5.5. Elevadores.

### 5.5.1. Edificio A.

El edificio A cuenta con un elevador el cual se encuentra ubicado del lado derecho del acceso principal en el área administrativa. Este elevador va desde la planta baja, hasta el cuarto nivel, tiene un ancho de puertas de 80 cm.

De acuerdo al numeral 4.1.5.2 del a NTCPA esta edificación si requiere de por lo menos un elevador ya que tiene una altura mayor a 13.00 m desde el nivel de acceso de la edificación y tienen más de cuatro niveles además de la planta baja. El elevador tiene la capacidad para transportar a personal con discapacidad de acuerdo a la subsección de la NTCPA numeral 4.1.5.1.

De acuerdo a los requerimientos para elevadores establecidos en los incisos de la NTCPA subsección II, numeral 4.1.5.1, los elevadores cumplen con lo siguiente:

Cuentan con un espacio horizontal fuera de la cabina del elevador en cada piso de 1.50 m de ancho, el cual coincide con el vano de la puerta del elevador, este espacio está libre y no existen objetos de ningún tipo que obstaculicen su uso. También la distancia entre el piso exterior y el piso de la cabina no es mayor a 3.5 cm. El elevador es de apertura automática y el con el que cuenta detecta objetos a una altura de 0.20 m y



Fig. 23 Acceso del elevador en la planta baja del edificio A.

0.70 m sobre el nivel de piso terminado, de acuerdo a los incisos a) y b) de la NTCPA numeral 4.1.5.1.

Sin embargo, el ancho libre mínimo de la puerta a la cabina es de 0.80 m y no de 0.90 m como se indica en el inciso e) de la NTCPA numeral 4.1.5.1.

En el interior de la cabina el pasamanos con el que cuenta el elevador está ubicado en la pared frontal a la puerta y no en la pared adyacente a esta ni en la pared donde están ubicados los controles, como se indica en el inciso d) de la NTCPA numeral 4.1.5.1. Los botones de control que están tanto en el exterior como en el interior de la cabina se ubican a 1.00 metro de altura, y los botones interiores están colocados en la pared interior izquierda, los cuales están acompañados de números arábigos táctiles en alto relieve y cuentan con indicadores visuales que muestren que la llamada ha sido

registrada, el cual se apaga cuando la cabina llega al nivel en donde se llamó, como se indica en el inciso e) de la NTCPA numeral 4.1.5.1.

La cabina cuenta con indicadores sonoros y visuales de parada y de información de número de nivel, en el exterior de la cabina se encuentra en la parte central superior, y en el interior se encuentra en la parte superior de la



Fig. 24 Acceso del elevador en el primer nivel del edificio A.

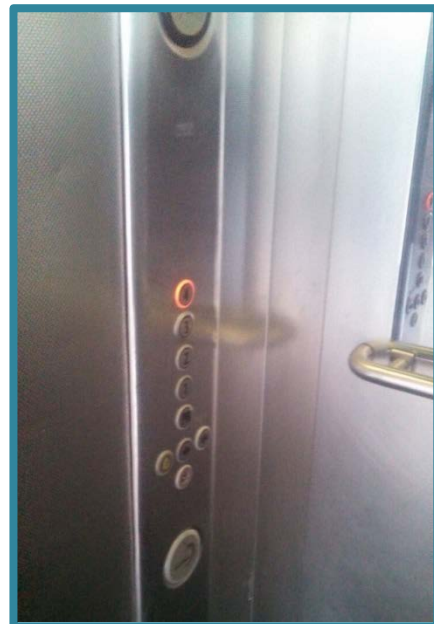


Fig. 25. Controles manuales al interior del elevador.

pared izquierda, de acuerdo al inciso f) de la NTCPA numeral 4.1.5.1.

En la NFPA 101 se menciona la existencia de elevadores (ascensores) pero en el aspecto de medios de egreso lo cual se menciona en capítulo 7, y en el artículo 7.14.1.3 de este capítulo **queda claramente establecido que** aún en el caso de que los elevadores cumplan con todas las consideraciones necesarias para que puedan ser utilizados durante una evacuación, estos no podrán satisfacer los requisitos del número de medios de egreso, capacidad de medios de egreso y arreglo y ubicación de los medios de egreso de acuerdo al ARTICULO 7.14.1.3 de la NFPA 101.

### **5.5.2. Edificio C.**

En el edificio C no hay elevadores por lo que este análisis no es requerido, además de acuerdo al numeral 4.1.5.1 de la NTCPA, solo las edificaciones que tengan una altura o profundidad vertical mayor a 13.00 m desde el nivel de acceso principal de la edificación o más de cuatro niveles. Aunque este edificio no requiere elevadores, si debe de existir una plataforma exclusiva para personas sobre sillas de ruedas para comunicar ambos niveles de acuerdo a la subsección III de la NTCPA numeral 4.1.5.1.

### **5.5.3. Auditorios A y B.**

En los auditorios A y B no hay elevadores por lo que este análisis no es requerido, además de acuerdo al numeral 4.1.5.1 de la NTCPA, solo las edificaciones que tengan una altura o profundidad vertical mayor a 13.00 m desde el nivel de acceso principal de la edificación o más de cuatro niveles.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

[2, 3, 4,6]

### 6.1. Conclusiones.

Tanto el NFPA 101 como los reglamentos de construcción aplicables en la materia tienen como objetivo el de fijar los requisitos mínimos para el diseño y ejecución de las obras de edificación, a fin de asegurar su buen funcionamiento y su accesibilidad, respecto de la habitabilidad, comunicación, evacuación y prevención de emergencias, y deberán ser aplicados a cada uno de los edificios que conforman la Facultad de Química, sin embargo en este caso sólo se realizó el análisis para los edificios A y C de la Facultad. A los edificios A y C de la Facultad de Química les corresponde una clasificación de ocupación de uso educativo debido a que en estos edificios existen aulas, laboratorios y otras áreas destinadas a la enseñanza. Debido a la clasificación de ocupación asignada, les corresponde un factor de carga de 1.9 m<sup>2</sup> por persona para las aulas, y de 4.6 m<sup>2</sup> por persona para tiendas, laboratorios y salas vocacionales. No existen corredores sin salida en ninguno de los niveles de los edificios A y C.

En todos los niveles del edificio A, la cantidad de escaleras existentes es de 2 cumpliendo con el número mínimo de medios de egreso de acuerdo al NFPA 101 capítulo 7, y al reglamento de construcción, sin embargo, para el edificio C, la cantidad de medios de egreso es de 1, no cumpliendo con el mínimo por norma que es de 2 como lo indica el NFPA 101 y el RC. Lamentablemente en México no existe una normatividad en la cual se establezcan y exijan medidas de seguridad específicas que garanticen la seguridad de los ocupantes durante su estancia en un edificio, sin embargo, por el hecho de que estas no existan, no nos excluye de su conocimiento y aplicación en las edificaciones con ocupantes.

En el caso de los extintores es de suma importancia su clara identificación ya que en caso de emergencia resulta esencial que los extintores se localicen rápidamente y puedan ser utilizados cuando el fuego se encuentra aún en su fase de ignición.

## **6.2. Recomendaciones.**

- Los extintores de ser los indicados de acuerdo al tipo o tipos de fuego que se puedan producir, por lo que, de acuerdo al análisis, los extintores existentes de CO<sub>2</sub> del edificio A deberán ser cambiados por extintores de PQS. Faltan para metales alcalinos.
- Se deberá realizar un estudio de ubicación de extintores para determinar el distanciamiento y correcta ubicación de los extintores.
- Se debe implementar otra escalera la cual descargue a un lugar seguro, para el primer nivel del edificio C.
- La escalera principal del edificio A debe contar con un pasamanos en el lado de la pared el cual deberá ser continuo en toda su trayectoria.
- La señalización existente debe estar en concordancia con NOM-026 STPS 2008.

## 7.REFERENCIAS.

- [1] García Fernández, H., Historia de una Facultad, UNAM, México, 1985.
- [2] *NFPA 101 Life Safety Code ® Edición 2015* publicado por la *National Fire Protection Association* de los Estados Unidos de América, el Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico y el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.
- [3] *Reglamento de construcciones para el distrito federal, Publicado en la gaceta oficial del distrito federal el 29 de enero de 2004.*
- [4] Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico, Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 8 de febrero de 2011.
- [5] Sen, Amartya. 2000. “Why Human Security?”, presentación en el Simposio Internacional sobre Seguridad Humana, Tokyo (julio) pp. 1-11.
- [6] NORMA Oficial Mexicana NOM-026 STPS 2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- [7] <http://www.fcq.uanl.mx/historia.html>
- [8] [http://www.quimica.unam.mx/cont\\_espe2.php?id\\_rubrique=40&id\\_article=1450&color](http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=40&id_article=1450&color)
- [9] <http://www.infodf.org.mx/pdfs/resoluciones/recur08/RR.389-2008.pdf>
- [10] <http://www.cfnbcolombia.com/pdf/normaseguridad/nfpa/NFPA%20101SPCI.pdf>

## 8. ANEXOS.

### 8.1. ANEXO A Cálculo de cargas de ocupantes.

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES PLANTA BAJA EDIFICIO A.			FECHA:				Mayo 2015
			CALCULÓ:				Lydia Elena López.
			EDIFICIO:				A
Nivel	Área.	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]
PLANTA BAJA	VESTÍBULO	DE REUNIONES PUBLICAS.	360	300	1.4	214	30
	ADMINISTRATIVA	DE NEGOCIOS.	65	60	9.3	6	6
	VENTANILLAS	DE NEGOCIOS.	133	110	9.3	12	11
	LABORATORIOS	USO EDUCATIVO.	385	220	4.6	48	45
	SERVICIOS AUXILIARES	INDUSTRIAL DE PROPÓSITOS ESPECIALES.	236	200	NA	15	10
	AULAS	USO EDUCATIVO.	133	100	1.9	53	35
	ASUNTOS ESCOLARES.	DE NEGOCIOS.	285	200	9.3	22	20
TOTAL:			1,597	1,190		370	157

**Tabla 1.1 - “Cálculo de carga de ocupantes para la planta baja del edificio A”**

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES PRIMER NIVEL.			FECHA:	Mayo 2015				
			CALCULÓ:	Lydia Elena López Maya.				
			EDIFICIO:	A				
Nivel	Área.	Salón	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima calculada [personas]	Carga Máxima real [personas]
1	AULAS	1 A / B	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		1 C / D	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		1 E / F	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
	LABORATORIOS	1/A	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/B	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/C	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/D	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/E	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		1/F	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		TOTAL			2,670	1,410		399

**Tabla 1.2 - “Cálculo de carga de ocupantes para el primer nivel del edificio A”**

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES SEGUNDO NIVEL.			FECHA:	Mayo 2015				
			CALCULÓ:	Lydia Elena López Maya.				
			EDIFICIO:	A				
Nivel	Área.	Salón	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima calculada [personas]	Carga Máxima real [personas]
2	AULAS	2 A / B	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		2 C / D	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		2 E / F	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
	LABORATORIOS	2/A	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/B	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/C	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/D	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/E	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/F	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		TOTAL			2,670	1,410		399

**Tabla 1.3 - “Cálculo de carga de ocupantes para el segundo nivel del edificio A”**



CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES TERCER NIVEL.			FECHA:	Mayo 2015				
			CALCULÓ:	Lydia Elena López Maya.				
			EDIFICIO:	A				
Nivel	Área.	Salón	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima calculada [personas]	Carga Máxima real [personas]
3	AULAS	2 A / B	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		2 C / D	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		2 E / F	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
	LABORATORIOS	2/A	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/B	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/C	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/D	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/E	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/F	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		TOTAL			2,670	1,410		399

**Tabla 1.4 - “Cálculo de carga de ocupantes para el tercer nivel del edificio A”**

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES CUARTO NIVEL.			FECHA:	Mayo 2015				
			CALCULÓ:	Lydia Elena López Maya.				
			EDIFICIO:	A				
Nivel	Área.	Salón	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima calculada [personas]	Carga Máxima real [personas]
4	AULAS	2 A / B	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		2 C / D	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
		2 E / F	USO EDUCATIVO	150	100	1.9	53	60
	LABORATORIOS	2/A	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/B	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/C	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/D	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/E	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		2/F	USO EDUCATIVO	370	185	4.6	40	42
		TOTAL			2,670	1,410		399

**Tabla 1.5 - “Cálculo de carga de ocupantes para el cuarto nivel del edificio A”**

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES QUINTO NIVEL.			FECHA:			Mayo2015	
			CALCULO:			Lydia Elena	
			EDIFICIO:			A	
Nivel	Área.	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima calculada [personas]	Carga Real Máxima. [personas]
5	BIOTERIO.	USO EDUCATIVO	207	183	4.6	40	15
	SERVICIOS AUXILIARES.	INDUSTRIAL	425	425	NA	NA	12
	TOTAL:		632	608		40	27

**Tabla 1.6 - "Cálculo de carga de ocupantes para el quinto nivel del edificio A"**

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES PLANTA BAJA.				FECHA:			Mayo 2015.	
				CALCULO:			Lydia López.	
				EDIFICIO:			C	
Nivel	Área	Sálón	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m <sup>2</sup> * PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]
PLANTA BAJA	AULAS	1	USO EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		2	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		3	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		4	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		5	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		6	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		7	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		8	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		9	EDUCATIVO	120	105	1.9	55	60
		ASCESORÍA	DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS	EDUCATIVO	450	321	4.6	70
	SICA	2	EDUCATIVO	482	321	4.6	70	50
TOTAL:				2,012	1,587		637	630

**Tabla 1.7 - "Cálculo de carga de ocupantes para el cuarto nivel del edificio C"**

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES PRIMER NIVEL.				FECHA:	Mayo 2015.			
				CALCULÓ:	Lydia López.			
				EDIFICIO:	C			
Nivel	Área.	Laboratorio #	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m2* PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]
1	LABORATORIOS	C-1	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-2	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-3	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-4	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-5	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-6	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-7	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-8	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
		C-9	USO EDUCATIVO	215	200	4.6	43	45
TOTAL:				1,935	1,800		391	405

**Tabla 1.8 - “Cálculo de carga de ocupantes para el segundo nivel del edificio C”**

CÁLCULO DE CARGA DE OCUPANTES AUDITORIOS.				FECHA:	Mayo 2014.			
				CALCULÓ:	Lydia López.			
				EDIFICIO:	Auditorios			
Área	Auditorio	Ocupación	Área Bruta [m <sup>2</sup> ]	Área Neta [m <sup>2</sup> ]	Factor Carga [# m2* PER]	Carga Máxima Calculada [personas]	Carga Real Máxima [personas]	
AUDITORIOS	AUDITORIO A	REUNIONES PUBLICAS	400	340	NA	300	300	
	AUDITORIO B	REUNIONES PUBLICAS	400	340	NA	300	300	
TOTAL:			800	680		600	600	

**Tabla 1.9 - “Cálculo de carga de ocupantes para los auditorios A y B”**

## 8.2. ANEXO B Cálculo de medios de egreso.

CÁLCULO DE LOS MEDIOS DE EGRESO PLANTA BAJA.														FECHA:	Mayo 2015				
														CALCULÓ:	Lydia López.				
														EDIFICIO:	A				
Nivel	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido a la descarga de salida (m)		# de Salidas		Capacidades de Salidas a Nivel		Capacidad de Salidas Verticales					Observaciones	
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidad mínimas de salidas requeridas por norma	Cantidad de salidas Existentes	Cálculo de personas por salida.	Ancho mínimo de la puerta por norma (m).	Ancho de la puerta real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req. de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	Ancho salidas (norma)		Ancho Salida real
PLANTA BAJA	VESTÍBULO	214	6.1	25	6.1	0	61	25	2	2	107	2.2	2.2	NR	NR	NR	NR	NR	Los medios de egreso para este nivel cumplen normativamente con NFPA 101
	ADMINISTRATIVA	6	23	10	15	0	61	10	1	1	6	0.90	1.5	NR	NR	NR	NR	NR	
	VENTANILLAS	12	23	20	15	0	61	43	1	1	12	0.90	2.0	NR	NR	NR	NR	NR	
	LABORATORIOS	48	23	5	6.1	0	45	20	1	3	16	0.90	2.0	NR	NR	NR	NR	NR	
	SERVICIOS AUXILIARES	15	15	8	15	0	61	8	1	1	15	1.20	1.8	NR	NR	NR	NR	NR	
	AULAS	53	23	23	6.1	0	45	23	1	2	26	0.90	0.9	NR	NR	NR	NR	NR	
	ASUNTOS ESCOLARES.	22	23	13	15	0	61	25	2	3	7	0.90	2	NR	NR	NR	NR	NR	
NR	No Requiere																		
	No Cumple																		

Tabla 2.1 - "Cálculo de medios de egreso para la planta baja del edificio A"

CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO PRIMER NIVEL.												FECHA:	Mayo2015						
												CALCULÓ:	Lydia López.						
												EDIFICIO:	A						
Nivel	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas por área.		# de medios de egreso por nivel		Capacidad de Salidas Verticales					Observaciones	
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidad mínima de salidas requeridas por norma.	Cantidad de salidas Existentes	Cantidad mínima de medios de egres o por norma.	Cantidad de medios de egreso existentes	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req. de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	Ancho salidas (norma)	Ancho Salida real		
1	AULAS.	158	23	15	6.1	0	45	95	1	2	2	2	200	1.7	3.00	0.9	0.9		
	LABORATORIOS.	241	23	15	6.1	0	45	95	1	1				1.7	2.00	0.9	0.9		
NR	No Requiere																		
	No Cumple																		

Tabla 2.2 - "Cálculo de medios de egreso para el primer nivel del edificio A"

CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO SEGUNDO NIVEL.													FECHA:	Mayo 2015				
													CALCULO:	Lydia López.				
													EDIFICIO:	A				
Nivel	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel		Capacidad de Salidas Verticales					Observaciones
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidada mínima de salidas requeridas por norma.	Cantidad de salidas Existentes	Calculo de personas por salida.	Ancho total de puertas real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req.de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	Ancho salidas (norma)	Ancho Salida real	
2	AULAS.	158	23	15	6.1	0	45	125	1	2	NR	NR	200	1.7	3.00	0.9	0.9	
	LABORATORIOS.	241	23	15	6.1	0	45	125	1	1	NR	NR		1.7	2.00	0.9	0.9	
NR	No Requiere																	
	No Cumple																	

**Tabla 2.3 - “Cálculo de medios de egreso para el segundo nivel del edificio A”**

CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO TERCER NIVEL.													FECHA:	Mayo2015				
													CALCULO:	Lydia López.				
													EDIFICIO:	A				
Nivel	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel		Capacidad de Salidas Verticales					Observaciones
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidada mínima de salidas requeridas por norma.	Cantidad de salidas Existentes	Calculo de personas por salida.	Ancho total de puertas real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req.de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	Ancho salidas (norma)	Ancho Salida real	
3	AULAS.	158	23	15	6.1	0	45	151	1	2	NR	NR	200	1.7	3.00	0.9	0.9	
	LABORATORIOS.	241	23	15	6.1	0	45	151	1	1	NR	NR		1.7	2.00	0.9	0.9	
NR	No Requiere																	
	No Cumple																	

**Tabla 2.4 - “Cálculo de medios de egreso para el tercer nivel del edificio A”**

CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO CUARTO NIVEL.													FECHA:	Mayo 2015				
													CALCULÓ:	Lydia López.				
													EDIFICIO:	A				
Nivel	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel		Capacidad de Salidas Verticales					Observaciones
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidada mínima de sáldas requeidas por norma.	Cantidad de sáldas Existentes	Calculo de personas por salida.	Ancho total de puertas real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req.de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	Ancho salidas (norma)	Ancho Salida real	
4	AULAS.	158	23	15	6.1	0	45	177	1	2	NR	NR	200	1.7	3.00	0.9	0.9	
	LABORATORIOS.	241	23	15	6.1	0	45	177	1	1	NR	NR		1.7	2.00	0.9	0.9	
NR	No Requiere																	
	No Cumple																	

**Tabla 2.5 - “Cálculo de medios de egreso para el cuarto nivel del edificio A”**

CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO QUINTO NIVEL.													FECHA:	Mayo 2015				
													CALCULÓ:	Lydia López.				
													EDIFICIO:	A				
Nivel	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel		Capacidad de Salidas Verticales					Observaciones
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidada mínima de sáldas requeidas por norma.	Cantidad de sáldas Existentes	Calculo de personas por salida.	Ancho total de puertas real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req.de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	Ancho salidas (norma)	Ancho Salida real	
5	BIOTERIO.	40	23	10	6.1	0	45	203	1	2	NR	NR	52	1.20	1.20	0.9	0.9	
	SERVICIOS AUXILIARES.	12	23	10	6.1	0	45	203	1	1	NR	NR				0.9	0.9	
NR	No Requiere																	
	No Cumple																	

**Tabla 2.6 - “Cálculo de medios de egreso para el quinto nivel del edificio A”**

### CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO PLANTA BAJA

FECHA:	Mayo 2015
CALCULÓ:	Lydia López.
EDIFICIO	C

Nivel	Área.	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido a la descarga de salida (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel			Capacidad de Salidas Verticales			Observaciones
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidad mínima de salidas requeridas por norma.	Cantidad de salidas existentes.	Cálculo de personas por salida.	Ancho total de las puertas por norma (m).	Ancho total de puertas real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req. de escaleras por	Ancho de escaleras real (m).	
PLANTA BAJA	AULAS (X9)	540	23	10	6.1	0	45	20	2	3	210	3.78	6.60	NR	NR	NR	Los medios de esgreso para este nivel cumplen normativamente con NFPA 101
	DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS	40	23	10	6.1	0	61	20						NR	NR	NR	
	SICA	50	23	10	6.1	0	76	20						NR	NR	NR	

NR	No Requiere
No Cumple	

**Tabla 2.7 - "Cálculo de medios de egreso para la planta baja del edificio C"**

### CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO PRIMER NIVEL

FECHA:	Mayo 2015
CALCULÓ:	Lydia López.
EDIFICIO	C

Nivel	Área.	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel			Capacidad de Salidas Verticales			Observaciones
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidad mínima de salidas requeridas en el nivel por norma.	Cantidad de salidas Existentes en el nivel	Cálculo de personas por salida.	Ancho total de puertas por norma (m).	Ancho total de puertas real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req. de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	
1	Laboratorio C-1	43	23	15	6.1	0	45	36	2	1	391	NR	NR	391	3.304	3.30	Los medios de esgreso para este nivel cumplen normativamente con NFPA 101, en cuanto a dimensiones, sin embargo en cantidad no cumplen.
	Laboratorio C-2	43	23	15	6.1	0	45	52				NR	NR				
	Laboratorio C-3	43	23	15	6.1	0	45	53				NR	NR				
	Laboratorio C-4	43	23	15	6.1	0	45	68				NR	NR				
	Laboratorio C-5	43	23	15	6.1	0	45	69				NR	NR				
	Laboratorio C-6	43	23	15	6.1	0	45	85				NR	NR				
	Laboratorio C-7	43	23	15	6.1	0	45	86				NR	NR				
	Laboratorio C-8	43	23	15	6.1	0	45	101				NR	NR				
	Laboratorio C-9	43	23	15	6.1	0	45	102				NR	NR				

NR	No Requiere
No Cumple	

**Tabla 2.8 - "Cálculo de medios de egreso para el primer nivel del edificio C"**

CÁLCULO DE MEDIOS DE EGRESO AUDITORIOS.														FECHA:	Mayo 2015				
														CALCULÓ:	Lydia López.				
														EDIFICIO:	Auditorios A y B				
Edificio	Área	Carga Máxima Calculada (personas)	Recorrido Común (m)		Recorrido Sin Salida (m)		Recorrido total (m)		# de Salidas		Capacidad de Salidas a Nivel			Capacidad de Salidas Verticales					Observaciones
			Límite por Norma	Real (medido)	Límite por Norma	Real (medido)	Límite por norma	Real (medido)	Cantidada mínima de sálidas requeidas por norma.	Cantidad de sálidas Existentes	Calculo de personas por salida.	Ancho total de puertas por norma (m).	Ancho total de puertas real (m).	Carga de personas por escalera.	Ancho min. Req.de escaleras por norma (m).	Ancho de escaleras real (m).	Ancho salidas (norma)	Ancho Salida real	
AUDITORIOS	AUDITORIO A	300	23	15	6.1	0	45	25	2	2	150	1.8	2.10	NR	NR	NR	NR	NR	
	AUDITORIO B	300	23	15	6.1	0	45	25	2	2	150	1.8	2.1	NR	NR	NR	NR	NR	
NR	No Requiere																		
	No Cumple																		

Tabla 2.9 - “Cálculo de medios de egreso para los auditorios A y B”



### 8.3. ANEXO C Definiciones.

Para el análisis de los edificios A, C y los Auditorios se utilizaron los capítulos: 6 - Clasificación de la ocupación y riesgo de los contenidos, 7 – Medios de Egreso, 8 – Aspectos de la Protección contra incendios, 13 – Ocupaciones existentes para reuniones públicas, 15 – Ocupaciones de enseñanza existentes, del Código de Seguridad Humana NFPA 101.

De la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico se consultaron los capítulos: 2 – Habitabilidad, accesibilidad y funcionamiento, 4 – Comunicación, evacuación y prevención de emergencias y el Apéndice Normativo A.

Del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal se consultaron los títulos: 5to – Del proyecto arquitectónico, 6to – De la seguridad estructural de las construcciones.

Las definiciones utilizadas para el análisis, de los edificios en cuestión se incluyen a continuación:

**NOTA:** Cada vez que se refiera un concepto de una norma, al final se agregara la abreviación de la misma según corresponda, para identificar de donde fue extraído cada concepto.

**Ocupación:** La ocupación de un edificio o estructura, o de una porción de un edificio o estructura, se refiere básicamente al tipo de ocupantes como pueden ser: Oficinistas, comerciantes, estudiantes, enfermos, presidiarios, etc.; y la función de la ocupación: Negocios, reuniones públicas, hospitales, penitenciarías, etc. Tal ocupación, deberá clasificarse de acuerdo con NFPA 101 ARTÍCULO 6.1.2 a 6.1.13 dependiendo del uso o destino del establecimiento analizado. NFPA 101 ARTÍCULO 6.1

**Reuniones Públicas:** En el Apéndice A.6.1.2.1 incisos 3, 6, 7, 13 y 21 del Código de Seguridad Humana, NFPA 101, se establece que los auditorios, salones de colegios y universidades para cincuenta o más personas, salas de conferencias y bibliotecas se toman como ocupaciones de *Reuniones Públicas*.

**Educativo:** El ARTÍCULO 6.1.3.1\*, establece que una ocupación de uso educativo es una ocupación usada para propósitos educativos es, hasta el duodécimo grado, por seis o más personas, durante 4 o más horas diarias, o más de 12 horas semanales. El Apéndice A.6.1.3.1 del Código de Seguridad Humana, NFPA 101 especifica que en las ocupaciones de uso educativo incluyen lo siguiente:

- Academias.
- Jardines infantiles.
- Escuelas.

Una ocupación de uso educativo se diferencia de una ocupación para reuniones públicas en que en la primera están presentes regularmente los mismos ocupantes.

**Distribución de las salidas:**- Los parámetros longitudinales y verticales se analizaron cómo lo plantea el Código de Seguridad Humana NFPA 101: longitud de corredores sin salida, la distancia de recorrido común, la distancia total de recorrido y el espaciamiento entre salidas, de conformidad con el ARTÍCULO 7.6.1 que establece que a distancia de recorrido a una salida deberá medirse sobre el piso u otra superficie de tránsito, de la siguiente manera:

A lo largo de la línea central del recorrido natural, comenzando en el punto más remoto sujeto a ocupación.

En una línea curva alrededor de cualquier esquina u obstrucción, dejando un espacio libre de 12 pulg. (305 mm) desde la esquina u obstrucción.

Terminando en uno de los siguientes:

- El centro del vano de la puerta.
- Otro punto en el que comience la salida

**Área B ruta d e P iso:**- Área de piso dentro del perímetro interior de las paredes exteriores del edificio en consideración, sin deducción por antesalas, escaleras, armarios, espesores de paredes interiores, columnas u otras características. NFPA 101 ARTÍCULO 3.3.21.2.1

**Área N eta d e P iso:-** Área de piso dentro del perímetro interior de las paredes exteriores, o de las paredes exteriores y muros cortafuego del edificio en consideración, con deducción por antesalas, escaleras, armarios, espesores de paredes interiores, columnas u otras características. NFPA 101 ARTÍCULO 3.3.21.2.2

**Medios de eg reso:-** Cuando un recorrido es continuo y sin obstrucciones desde cualquiera que sea el lugar donde se inicie dentro del edificio hasta la vía pública y que consista de *accesos a salidas, salidas y descargas a salidas*, se le llama *medio de egreso* NFPA 101 ARTÍCULO 3.3.170).

**Acceso a las salidas:-** El *acceso a la salida* es la parte del *medio de egreso* que se antepone y conduce a la *salida* NFPA 101 ARTÍCULO 3.3.82.

**Descarga a las salidas:-** Forma parte de un medio de egreso que comprende desde el término de una salida a la vía pública, NFPA 101 ARTÍCULO 3.3.83.

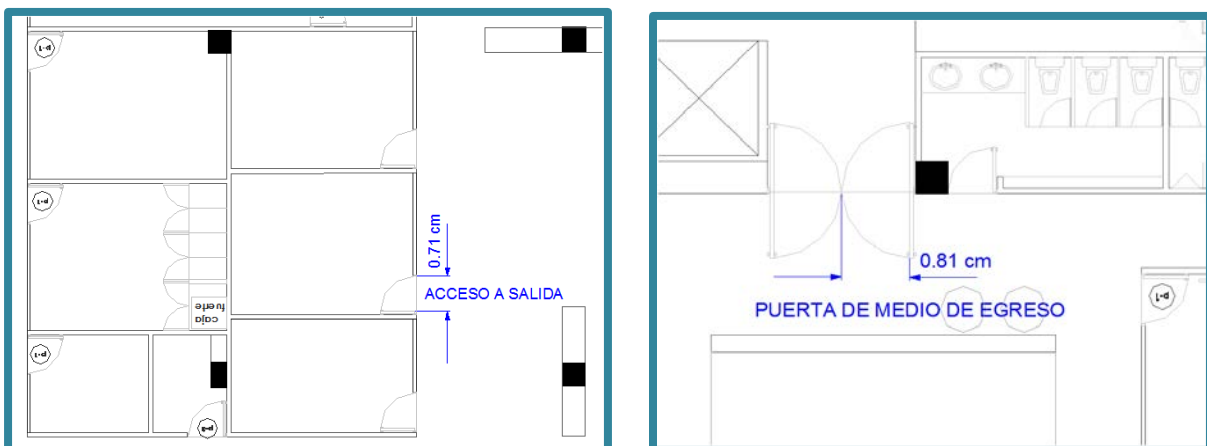
**Salidas:-** Las salidas son parte del medio de egreso, está separada de los demás espacios del edificio y provee un recorrido seguro hasta la *descarga de salida* NFPA 101 ARTÍCULO 3.3.81

**Puertas en los medios de egreso:-** Las puertas de los medios de egreso, deben ser del tipo abatibles NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.4.1 y abrir en la dirección del recorrido de egreso, cuando albergan en un área a 50 ó más ocupantes NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.4.2. El ancho libre de una puerta, es el punto más angosto de abertura de la puerta; es decir, entre la cara de la puerta y el tope en el que se detiene al cerrarse NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.2. Para determinar el ancho de la puerta, deberá medirse el ancho libre del mismo NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.3.1. Las aberturas de las puertas en los medios de egreso, deben ser por lo menos de 81 cm (32 pulg.) en el ancho libre pero, si la habitación a la que pertenece la puerta no excede los 6.5 m<sup>2</sup> (70 pies<sup>2</sup>) y que no requiera ser paso de personas con impedimentos severos de movilidad, el ancho mínimo de la puerta debe ser de 61 cm (24 pulg.). En los edificios existentes, el ancho mínimo de la hoja de las puertas existentes, deberá ser por lo menos de 71 cm (28 pulg.). NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.4.

**Escaleras en los medios de egreso:-** Las escaleras interiores que forman parte de una salida, deben contar con un cerramiento de dos horas de resistencia al fuego ya que, conectan más de cuatro pisos; además, deben proporcionarse puertas corta fuego de la misma resistencia y con dispositivos auto-cerrantes NFPA 101 ARTÍCULO 7.1.3.2.1 todo lo anterior, desde el piso al que sirve hasta el exterior del edificio NFPA 101 ARTÍCULO 7.1.3.2.2. Las escaleras como componentes de medios de egreso, deberán proveerse por lo menos dos donde las dimensiones, las ocupaciones y la disposición pongan en peligro a los ocupantes que intenten usar un único medio de egreso NFPA 101 ARTÍCULO 4.5.3.1. Se debe permitir el uso de las escaleras existentes cuando cumplen con las dimensiones de la tabla NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.2.2.1.1 (b). NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.2.2.1.1 Inciso (2).

**Capacidad de los medios de egreso:-** La capacidad de los medios de egreso se aplica específicamente al ancho de las puertas que deberán medirse cuando la puerta esté abierta a noventa grados. En una puerta existente, deberá medirse el vano de la misma cuando se encuentre en posición totalmente abierta.

Para puertas batientes, el ancho de la capacidad de egreso deberá medirse entre la cara de la puerta y el tope en el que se detiene al cerrarse. Sin embargo, para el ancho libre de la puerta la medición se hace en el punto más angosto de aberturas. Para determinar el ancho mínimo de la puerta, deberá usarse el ancho libre a menos que esté especificado usar el ancho de la hoja de la puerta. NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.1.1 incisos 3, 4 y 5; NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.2.1 incisos 1 y 2; NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.3.1.



Las aberturas de las puertas en los medios de egreso no deben ser menores a ochenta y un centímetros (81 cm) de *ancho libre*. NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.2.2 inciso 1. Las puertas de *acceso a salida* que no excedan los seis punto cinco metros cuadrados (6.5 m<sup>2</sup>) siempre y cuando no accedan por ellas personas con impedimentos severos pueden tener un ancho de hoja de setenta y un centímetros (71 cm). NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.2.2.2 inciso 3.

Las puertas en un medio de egreso ya sean de bisagra o de pivote, deberán abatir en dirección del recorrido de salida cuando la carga de ocupantes sea de cincuenta por ciento (50%) o más personas. NFPA 101 ARTÍCULO 7.2.1.4.2.

La capacidad de los medios de egreso también involucra a las escaleras que son utilizadas con tal fin. Para determinar el flujo de personas que pueden contener las escaleras, se hizo el cálculo de forma global para cada piso con un factor de capacidad de 0.0076 m x persona, tomado de la tabla NFPA 101 ARTÍCULO 7.3.3.1.

ÁREA	ESCALERAS (ancho por persona)		COMPONENTES Y RAMPAS DEL PISO (ancho por persona)	
	Milímetros	Pulgadas	Milímetros	Pulgadas
Asilos y centros de acogida	10	0.4	5	0.2
Sanitaria, con rociadores	7.6	0.3	5	0.2
Sanitaria, sin rociadores	15	0.6	13	0.5
Contenido de riesgo alto	18	0.7	10	0.4
Todos los demás	7.6	0.3	5	0.2

Se debe permitir el uso de las escaleras existentes como medio de egreso si cumplen con los requerimientos de la tabla NFPA 101:7.2.2.2.1.1 (b).

Tabla 7.2.2.2.1.1 (b) Escaleras Existentes		
CARACTERÍSTICAS	CRITERIO DIMENSIONAL	
	Pies/Pulgadas	Milímetros
Ancho mínimo libre de toda obstrucción, excepto las proyecciones no mayores de 4 ½" pulgadas (114 milímetros) a la altura del pasamano o por debajo del mismo, a cada lado.	36 pulgadas	915
Altura máxima de las contrahuellas	8 pulgadas	205
Profundidad mínima de la huella	9 pulgadas	230
Altura libre mínima	6 pies 8 pulgadas.	2,030
Altura máxima entre descansos	12 pies.	3,660
Descansos	Ver 7.2.1.3 y 7.2.1.4.4	

**Disposición de los medios de egreso:-** Los corredores y pasillos que conducen a las salidas, deberán ser accesibles en una travesía continua y directa; dispuestos para proveer a los ocupantes, por lo menos dos salidas donde sus vías de recorrido estén separadas. NFPA 101 ARTÍCULO 7.5.1.1.1. Los corredores deben proveer acceso a salida sin pasar a través de ningún salón intermedio, cocina, almacén, etc., que no tenga que ver con un recorrido directo a menos que, el recorrido este bien señalizado conforme a este Código NFPA 101 y las puertas tengan el ancho mínimo requerido. NFPA 101 ARTÍCULO 7.5.1.2 y 7.5.1.2.1.

**Número de medios de egreso:-** La cantidad de los medios de egreso deberán ser por lo menos dos NFPA 101 ARTÍCULO 7.4.1.1. Los corredores de acceso a salida que deban proveer un recorrido óptimo a los ocupantes, tendrán que hacerlo por lo menos a dos salidas aprobadas NFPA 101 ARTÍCULO 7.5.1.1.2. Por lo tanto los accesos a salidas deberán estar dispuestos de manera tal que las salidas sean fácilmente accesibles en todo momento NFPA 101 ARTÍCULO 7.5.1.1.

**Cantidad de salidas:-** La cantidad de los medios de egreso desde cualquier balcón, entrepiso piso o sección, deberá ser como mínimo dos a menos que, algún tipo de ocupación permita sólo uno y cumpla con las limitaciones para el camino de recorrido común. NFPA 101 ARTÍCULO 7.4.1.1. En edificios existentes, la cantidad de salidas, deberá ser de por lo menos tres si la carga de ocupantes es mayor a 500 personas pero menor a 1000 personas y de por lo menos cuatro si la carga de ocupantes es mayor a 1000 personas. NFPA 101 ARTÍCULO 7.4.1.2.

**Distancia entre salidas:-** Donde se requiera más de una salida en un edificio, dichas salidas deberán estar apartadas una de otra y minimizar la posibilidad que alguna de ellas quede bloqueada por un incendio. NFPA 101 ARTÍCULO 7.5.1.3.1. Para establecer la distancia de una salida a otra en un edificio que sea permisible por este Código de Seguridad Humana NFPA 101, se deberá medir la longitud máxima de la superficie del edificio en forma diagonal y recta; la mitad de esa longitud, es la distancia que por lo menos deben tener una salida de otra. NFPA 101 ARTÍCULO 7.5.1.3.2.

**Ascensores de evacuación controlada:-** Ascensores de evacuación de ocupantes controlada antes de la Fase 1 durante las operaciones de recuperación de emergencia NFPA 101 ARTÍCULO 7.14.1

**Ascensores de evacuación controlada:-** Donde se permitan ascensores para el uso público en general, los cuales se utilizarán para la evacuación controlada de los ocupantes antes de la fase 1 de operación de emergencia dispuesto por las operaciones de emergencia del código de seguridad para ascensores y escaleras mecánicas, el sistema de ascensores deberá cumplir también con este sección, excepto que esté dispuesto de otra manera por 7.14.1.2 NFPA 101 ARTÍCULO 7.14.1.1\*

**Evacuación por elevadores:-** Las disposiciones de sección 7.14 no se aplicará cuando sea limitada o supervisada la utilización de ascensores para la evacuación como parte de una estrategia de evacuación formal o informal, incluida la relocalización o evacuación de pacientes en las ocupaciones de atención médica no la relocalización o evacuación de los ocupantes con discapacidad en otras ocupaciones .NFPA 101 ARTÍCULO 7.14.1.2

**Elevadores no permitidos:**- Los ascensores de evacuación para ocupantes los cuales estén en concordancia con la sección 7.14 no serán permitidos para satisfacer los siguientes requisitos del NFPA 101 ARTÍCULO 7.14.1.2

- 1) Número de medios de egreso.
- 2) Capacidad de medios de egreso.
- 3) Disposición de los medios de egreso.

**Distancia de recorrido a las salidas:**- A lo largo del recorrido de la línea natural, comenzando desde el punto más remoto del nivel y de un área ocupada se comenzará la medición terminando: En el vano de una puerta, en algún punto donde comience la salida o una barrera corta humo dependiendo del tipo de ocupación. NFPA 101 ARTÍCULO 7.6.1.

La salida deberá descargar directamente hacia afuera al nivel de descarga de salida NFPA 101 ARTÍCULO 39.2.4.3 inciso 1. La distancia total de recorrido desde cualquier punto, no deberá exceder los treinta metros (30 m) NFPA 101 ARTÍCULO 39.2.4.3 inciso 2; este último dato fue recabado del capítulo 39. Sin embargo, existe una tabla donde vienen determinados los recorridos por tipo de ocupación. Tabla *A.7.6 Límites para recorridos comunes, extremos sin salida y distancia de evacuación* y que además se muestran en el anexo 2 *Cálculo de evacuación*.

La distancia de recorrido en un edificio que esté protegido con rociadores en su totalidad, deberá ser de 61 m (200 pies). NFPA 101 ARTÍCULO 39.2.6.2. La distancia de recorrido a la salida debe medirse sobre el piso u otra superficie de tránsito desde el punto más remoto sujeto a ocupación. En una línea curva alrededor de cualquier esquina, se deja un espacio libre de 305 milímetros (12 pulgadas). NFPA 101 ARTÍCULO 7.6.

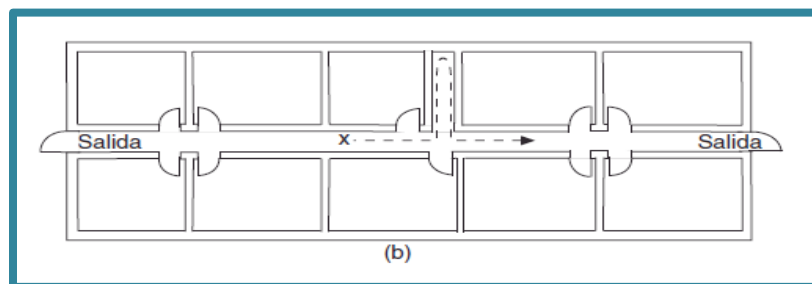
**Distancia de recorrido común:**- Porción del acceso a salida, que debe ser atravesada antes de que estén disponibles distintos recorridos y separados hacia la salida. NFPA 101 ARTÍCULO 3.3.38. Para conocer los recorridos permitidos en el Código de Seguridad Humana, NFPA 101, la tabla *A.7.6 Límites para recorridos comunes, extremos sin salidas y distancia de recorrido (por ocupación)*, es la referencia.



**Descarga de salidas:-** Todas las salidas deberán terminar directamente en una vía pública o salida exterior, NFPA 101 ARTÍCULO 7.7.1. Los patios o espacios abiertos deberán tener el ancho y tamaño requeridos para proveer a los ocupantes un acceso seguro a una vía pública, NFPA 101 ARTÍCULO 7.7.1.1. No más del 50% del número de salidas requeridas, y no más del 50% de la capacidad de egreso requerida, deben descargar a través de áreas en un solo nivel de descarga, NFPA 101 ARTÍCULO 7.7.2.

En un edificio existente, el límite del cincuenta por ciento en la capacidad de egreso no deberá aplicarse si se alcanza el límite del cincuenta por ciento del número de salidas requeridas. NFPA 101 ARTÍCULO 7.7.2. La descarga de salida deberá arreglarse y ser señalizada claramente la dirección de viaje a la salida desde la descarga de salida hasta la vía pública, NFPA 101 ARTÍCULO 7.7.3.2.

**Corredores ciegos:-** Se les da el nombre de corredores ciegos a aquellos recorridos sin salida muy similar a un recorrido común sobre todo cuando un ocupante entra a un corredor pensando que hay salida y resulta totalmente lo contrario pero, al no encontrarla debe retroceder para llegar a un punto que le dé una o más opciones de salida, NFPA 101 ARTÍCULO A.7.5.1.5.



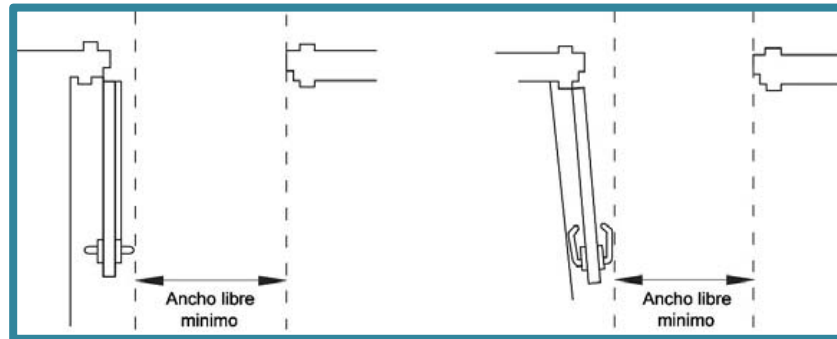
**DIBUJO A.7.5.1.5 - CORREDORES CIEGOS**

Clasificación de riesgo de los contenidos.- Las estructuras para estacionamiento usadas exclusivamente para el almacenamiento de vehículos deberán ser clasificadas como de riesgo ordinario NFPA 101 ARTÍCULO 42.8.1.5.

**Clasificación de riesgo de los contenidos:-** Las estructuras para estacionamiento usadas exclusivamente para el almacenamiento de vehículos deberán ser clasificadas como de riesgo ordinario NFPA 101 ARTÍCULO 42.8.1.5.

**Puertas.-** Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deben tener una altura mínima de 2.10 m y una anchura libre que cumpla con la medida de 0.60 m por cada 100 personas o fracción pero sin reducir las dimensiones mínimas que se indica en la Tabla 4.1 para cada tipo de edificación. En los casos donde no se especifique el ancho en dicha tabla, deberá tener un ancho mínimo de 0.90 m NTCPA NUMERAL 4.1.1.

**DIBUJO 4.1.1-A. PUERTA ANCHO LIBRE - PLANTA**



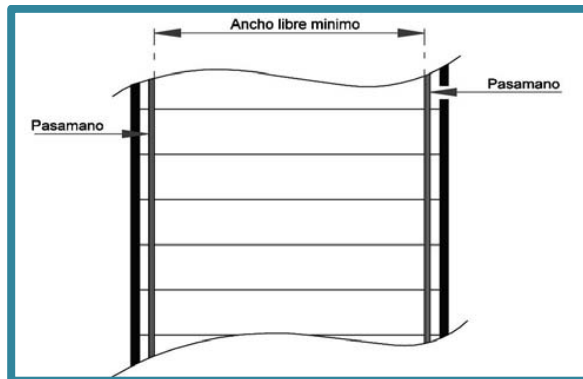
TIPO DE EDIFICACIÓN.	TIPO DE PUERTA	ANCHO MÍNIMO (en m).
Tienda de departamentos y centros comerciales.	Acceso principal.	2.20
Tiendas de servicios.	Acceso principal.	1.20
Oficinas privadas y públicas.	Acceso principal.	0.90

**Pasillos.-** Los pasillos deben tener un ancho libre que cumpla con la medida de 0.60 m por cada 100 personas o fracción, sin reducir las dimensiones mínimas que se indican en la Tabla 4.2 para cada tipo de edificación. En los casos donde no se especifique el ancho en dicha tabla, deberá tener un ancho mínimo de 0.90 m NTCPA NUMERAL 4.1.2.

**Escaleras:**- El ancho libre de las escaleras para cualquier edificación no será menor que los valores establecidos en la Tabla 4.3, que se incrementarán en 0.60 m por cada 75 personas o fracción, con excepción de las siguientes:

Tabla 4.3		
TIPO DE EDIFICACIÓN.	TIPO DE ESCALERA.	ANCHO MÍNIMO (en m).
Tiendas de departamentos y centros comerciales y de servicios.	Para público (más de 250 m <sup>2</sup> )	1.20
Oficinas privadas y públicas.	Para público más de 5 niveles.	1.20

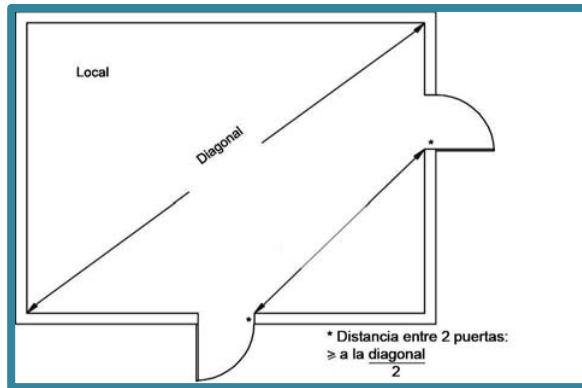
#### DIBUJO 4.1.3-A. ESCALERA ANCHO LIBRE – PLANTA



En los casos donde no se especifique el ancho mínimo en la Tabla 4.3, se deberá considerar un ancho mínimo de 0.90 m NTCPA NUMERAL 4.1.3.

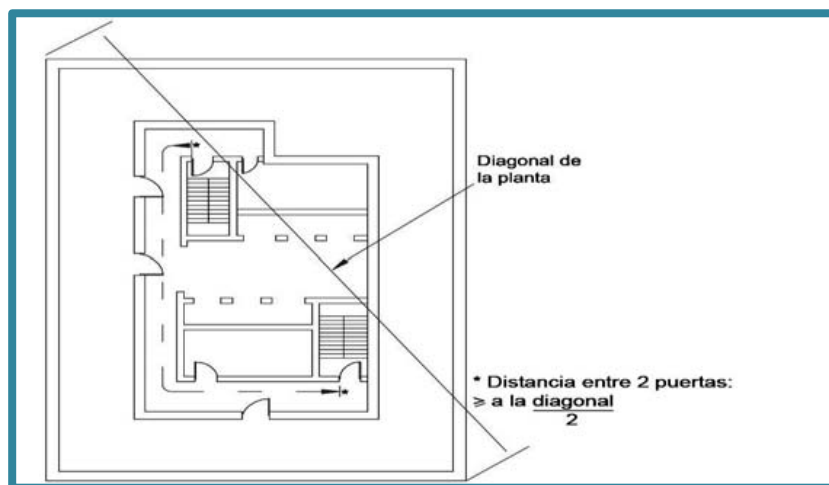
**Rutas de evacuación y salidas:**- En los edificios de riesgo de incendio medio y alto, el número de las rutas de evacuación desde cualquier nivel, deberá ser mínimo de dos. Cuando en las rutas de evacuación se requieran dos puertas de “acceso a la salida”, de “salida” o de “descarga de la salida”, éstas deberán ubicarse entre sí a una distancia no inferior a la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del área del local o planta del edificio que debe ser servida, medida en línea recta entre el borde más cercano de las puertas de “acceso a la salida”, “salida” o las “descarga de la salida” NTCPA NUMERAL 4.1.3 SEC I

### DIBUJO 4.3.1-A. SEPARACIÓN ENTRE SALIDAS – PLANTA



En los edificios protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos, la distancia mínima de separación entre dos puertas de “acceso a la salida”, de “salida” o de “descarga de la salida”, deberá ser mínimo a un tercio de la longitud de la máxima dimensión diagonal externa del local o planta del edificio que debe ser servida NTCPA NUMERAL 4.1.3 SEC II. Cuando existan cubos de escalera resistentes al fuego o áreas de resguardo interconectados por un corredor con una clasificación de resistencia al fuego no inferior a 1 hora, deberá permitirse que la separación de la salida se mida a lo largo de la línea del recorrido dentro del pasillo, conforme a lo indicado en los párrafos anteriores.

### DIBUJO 4.3.1-B. SEPARACIÓN ENTRE SALIDAS - PLANTA

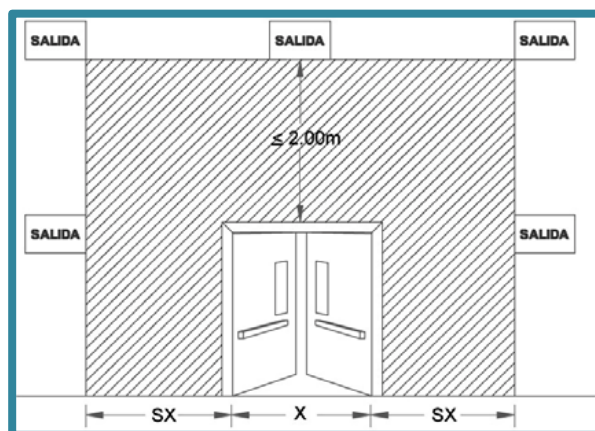


Cuando se requieran más de dos salidas, por lo menos dos de ellas o las puertas de “acceso a las salidas” o “descarga de las salidas” deberán disponerse de manera que cumplan con el requisito de separación mínima.

**Señalización:** - Todo sistema de señalización y comunicación deberá garantizar el acceso a la información y comunicación a todas las personas, incluyendo a las personas con diferentes tipos de discapacidad. La señalización de orientación (mapas y localización de un espacio), dirección (rutas) o funcional (uso de un elevador) se compondrá de elementos visuales, táctiles y/o sonoros NTCPA NUMERAL 4.2.

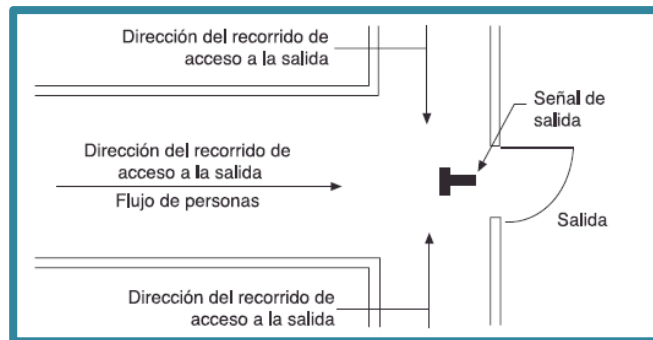
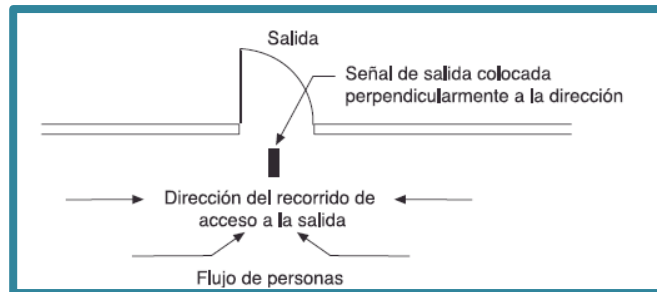
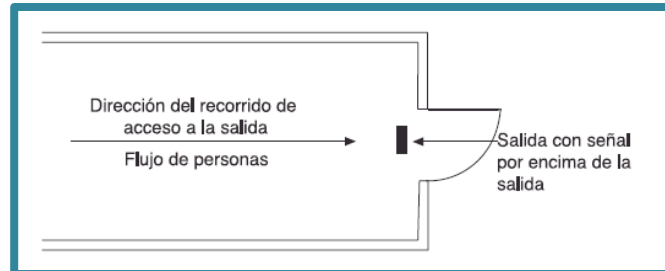
**Ubicación de las señales:**- Las salidas deben contar con letreros, con la leyenda: “SALIDA” o “SALIDA DE EMERGENCIA”. El tamaño y estilo de los caracteres debe cumplir lo dispuesto en la NOM-026-STPS y la NOM-003-SEGOB. En el caso de que la señal se coloque sobre el muro en el que se encuentra la puerta, la parte más cercana de las señales de salida deberá ubicarse a una distancia vertical no superior a 2.00 m sobre el borde superior de la abertura de egreso propuesta para ser indicada en dicha señal. Las señales de salida deberán colocarse a una distancia no mayor al ancho reglamentario para la puerta o abertura de egreso, medido desde el borde de dicha abertura indicada por la señal hasta el borde más cercano de ésta NTCPA NUMERAL 4.3.2 SEC III.

**DIBUJO 4.3.2-A. DISTANCIA COLOCACIÓN DE SEÑAL DE SALIDA - VISTA FRONTAL**



En el caso de que la señal se coloque en los pasillos deberá hacerse de acuerdo al Dibujo 4.3.2-B.

### DIBUJO 4.3.2-B. ORIENTACIÓN DE SEÑALES DE SALIDA – PLANTA



La superficie de las señales foto luminiscentes deberá permanecer iluminada continuamente mientras el edificio se encuentre ocupado.

La iluminación sobre la faz del cartel deberá estar de acuerdo a la NOM-003- SEGOB.

En el interior de salas de reunión o de espectáculo, las leyendas de "SALIDA" o "SALIDA DE EMERGENCIA" deben estar iluminadas permanentemente, conectadas al sistema de alumbrado de emergencia, o con fuente autónoma y sistema de baterías NTCPA NUMERAL 4.3.2 SEC IV.

**Grado de Riesgo de Incendio:** - Con base en el artículo 90 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las edificaciones se clasifican en función al grado de riesgo de incendio, de acuerdo a sus dimensiones, uso y ocupación conforme lo que establecen las Tabla 4.5-A, NTCPA NUMERAL 4.4.1

Tabla 4.5 - A			
Concepto	Grado de Riesgo de incendio para edificaciones NO Habitacionales.		
	Bajo	Medio	Alto
Altura de la edificación (en m)	Hasta 25	No aplica	Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitantes	Menor de 15	Entre 15 y 250	Mayor de 250

**Resistencia al Fuego:** - Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios en las edificaciones, en función del grado de riesgo, deben resistir al fuego directo sin llegar al colapso y sin producir flama o gases tóxicos o explosivos, a una temperatura mínima de 1200°K (927° C) durante el lapso mínimo que establece la siguiente tabla y de conformidad a la NMX-C- 307 “Industria de la construcción - edificaciones- componentes - resistencia al fuego - determinación” NTCPA NUMERAL 4.4.2

La resistencia al fuego de los elementos constructivos, acabados y accesorios se establece en la siguiente tabla.

Tabla 4.6

GRUPO DE ELEMENTOS.	RESISTENCIA MÍNIMA AL FUEGO.		
	(en minutos)		
	Edificaciones de riesgo bajo.	Edificaciones de riesgo medio.	Edificaciones de riesgo alto.
Elementos estructurales (Muros de carga, exteriores o de fachadas; columnas, vigas, travesaños, arcos, entrepisos cubiertos).	60	120	180
Escaleras y rampas.	60	120	180
Puertas cortafuegos de comunicación a escaleras rampas y elevadores.	60	120	180
Puertas de intercomunicación, muros divisorios y cancelas de piso a techo o plafón fijados a la estructura.	60	60	120
Plafones y sus sistemas de sustentación.	-	30	30
Recubrimientos a lo largo de rutas de evacuación o en locales donde se concentren más de 50 personas.	60	120	120
Campanas y hogares de fogoneros y chimeneas.	180	180	180
Ductos de instalaciones de aire acondicionado y los elementos que los sustentan.	120	120	120
Divisiones interiores y cancelas que no lleguen al techo.	30	30	30
Pisos falsos para alojar ductos y cableados.	60	60	60



**Confinación del Fuego:** - En las edificaciones de grado de riesgo alto para evitar la propagación del fuego y calor de cualquier zona al resto de la edificación, se debe analizar el grado de riesgo para cada área, edificación, nivel o zona del inmueble y prever que se construyan las barreras físicas necesarias o las separaciones mínimas del resto de las construcciones, bajo la hipótesis de la ocurrencia de siniestro en cualquiera de ellas, de manera que el fuego pueda ser confinado NTCPA NUMERAL 4.4.3.

**Áreas de resguardo:** - Las áreas de resguardo serán zonas aisladas al fuego por muros y puertas cortafuego de cierre automático, que cuenten con las condiciones de ventilación suficiente, natural o artificial que no propicien la propagación de fuego en el resto del edificio, y que permitan la protección temporal de sus ocupantes debiendo estar señalizadas. Las secciones de un área de resguardo deberán tener acceso a la vía pública mediante una salida sin requerir el regreso a los espacios del edificio a través de los que tuvo lugar el recorrido hacia el área de resguardo, con excepción de zonas completas de la planta de un edificio si dicho edificio cuenta con una cobertura completa de rociadores automáticos contra incendio.

Podrán considerarse como áreas de resguardo, los cubos de escaleras y pasillos protegidos contra fuego, o zonas completas de la planta de un edificio si dicho edificio cuenta con una cobertura completa de rociadores automáticos contra incendio. NTCPA NUMERAL 4.4.4.

**Extintores:** - Todas las edificaciones deben prever el espacio y señalización para la colocación de extintores, en función del grado de riesgo que representan.

Para seleccionar el tipo de extintores a emplear, el Director Responsable de Obra determinará el tipo de fuego que pueda producirse en función del material sujeto a combustión y la clase de agente extinguidor adecuado, conforme a lo que señala la Norma Oficial Mexicana y en las Tablas 4.8 y 4.9 NTCPA NUMERAL 4.4.5.1.

Tabla 4.9				
TIPO DE AGENTE EXTINGUIDOR APLICABLE SEGÚN LA CLASE DE FUEGO.				
Agente extinguidor.	Fuego Clase A.	Fuego Clase B.	Fuego Clase C.	Fuego Clase D.
Agua.	SI	NO	NO	NO
Polvo químico seco, tipo ABC	SI	SI	SI	NO
Polvo químico seco, tipo BC.	NO	SI	SI	NO
Bióxido de carbono.	NO	SI	SI	NO
Halón.	SI	SI	SI	NO
Espuma.	SI	SI	NO	NO
Agentes especiales.	NO	NO	NO	SI

Tabla 4.8	
CLASE DE FUEGO, SEGÚN EL MATERIAL SUJETO A COMBUSTIÓN	
Clase A.	Fuegos de materiales sólidos de naturaleza orgánica tales como trapos, viruta, papel, madera, basura, y en general, materiales sólidos que al quemarse se agrietan, producen cenizas y basura.
Clase B.	Fuegos que se producen como resultado de la mezcla de un gas (butano, propano, etc.) o de los vapores que desprenden los líquidos inflamables (gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.) con el aire y flama abierta.
Clase C.	Fuegos que se generan en sistemas y equipos eléctricos "energizados".
Clase D.	Fuegos que se presentan en materiales combustibles en polvo o a base de magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, zinc u otros elementos químicos.

**Detectores de incendio:** - Los detectores de incendio son dispositivos que se activan ante la presencia de humo, calor o gases predecesores de incendio y que actúan sobre un sistema de alarma tal que el personal autorizado pueda conocer la localización del evento y actuar de inmediato o se dé inicio automáticamente a las rutinas de alarma y combate de incendio previstas para tal efecto NTCPA NUMERAL 4.4.5.2.

**Detectores de humo:**- Las edificaciones de grado de riesgo alto de uso no habitacional deben contar con un sistema de detección de incendios en cada zona de riesgo aislada, en las cuales se colocará como mínimo un detector de este tipo por cada 80.00 m<sup>2</sup> de techo, sin obstrucciones entre el contenido del área y el detector, y una separación máxima de 9 m entre los centros de detectores.

Estas medidas pueden aumentarse o disminuirse previo estudio que considere la altura del techo o plafón y la velocidad estimada de desarrollo y propagación del fuego. Se admitirá el uso de detectores de humo que operen bajo los principios de ionización y/o de funcionamiento fotoelectrónico. En vivienda plurifamiliar, uno por cada vivienda y no se requiere control central. NTCPA NUMERAL 4.4.5.2.1.

Dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles (Sistemas de alarmas). - En edificaciones con grado de riesgo alto de uso no habitacional contarán con dos sistemas, uno sonoro y otro luminoso, que permitan a los ocupantes conocer dicho estado de alerta; estos deben ser activados simultáneamente y deben cumplir con las Normas y disposiciones aplicables.

Estarán colocados en los puntos estratégicos que aseguren que todos los concurrentes en el área de influencia del incendio se puedan percatar de la ocurrencia del evento, incluyendo todo el recorrido de las rutas de evacuación. NTCPA NUMERAL 4.4.5.3.

**Equipos fijos:** - Los equipos fijos comprenden: Redes de Hidrantes, Redes de Rociadores y Redes de Inundación NTCPA NUMERAL 4.4.5.4.

Las redes de hidrantes serán obligatorias para todas las edificaciones de grado de riesgo alto en las que se manejen almacenamientos de productos o materiales inflamables. Su uso es contraindicado en el caso de solventes, aceites y combustibles

líquidos, así como en zonas de equipos eléctricos y electrónicos, por lo que se prohíbe su instalación en estaciones de servicio y en locales o áreas de equipos eléctricos.

Las redes de rociadores automáticos se permitirán con el objeto de incrementar la seguridad, que ofrecen las redes de hidrantes sin que puedan sustituir a estas últimas.

**Redes de inundación:** - Operarán a base de bióxido de carbono, halón, polvo químico seco o espuma. Se aplicarán exclusivamente para casos especiales en que se justifique su uso en la memoria técnica correspondiente, en base al alto riesgo que representa el equipo o material a proteger y la imposibilidad de hacerlo por otros medios. NTCPA NUMERAL 4.4.5.4.3.

**Señalización de equipos:** - En edificaciones de riesgo de grado medio y alto, excepto en edificaciones de vivienda, se debe aplicar el color rojo para identificar los siguientes elementos: cajas de dispositivos de notificación de alarma visibles y audibles, cajas de mangueras contra incendio, extintores contra incendio (identificación del sitio, la pared y el soporte), carretes, soportes o casetas de mangueras contra incendio, bombas y redes de tuberías contra incendio.

En industrias, bodegas, locales de equipos y las edificaciones de riesgo alto, con excepción de la de vivienda, toda la tubería de los distintos servicios debe identificarse mediante código de colores de acuerdo a la NOM-026-STPS. NTCPA NUMERAL 4.4.5.5.

**Alturas y superficies construidas:** - Las alturas de las edificaciones, la superficie construida máxima en los predios, así como las áreas libres mínimas permitidas en los predios deben cumplir con lo establecido en los Programas señalados en la Ley. RCPPA ARTICULO 76.

**Funcionalidad:**- Las edificaciones deben contar con la funcionalidad, el número y dimensiones mínimas de los espacios para estacionamiento de vehículos, incluyendo aquellos exclusivos para personas con discapacidad que se establecen en las Normas. RCPPA ARTÍCULO 79

**Distancias de recorrido a la salida:**- La distancia desde cualquier punto en el interior de una edificación a una puerta, a una circulación horizontal o vertical que conduzca directamente a la vía pública, áreas exteriores o al vestíbulo de acceso de la edificación, medidas a lo largo de la línea de recorrido, será de cincuenta metros (50 m) como máximo en edificaciones de riesgo alto y de sesenta metros (70 m) como máximo en edificaciones de riesgos medio y bajo. RCPPA ARTÍCULO 92.

**Carga de Ocupantes:** - La carga de ocupantes en cualquier edificio o parte del mismo deberá ser como mínimo la cantidad de personas resultante de dividir el área de piso asignada para ese uso entre el factor de carga de ocupantes para tal uso como se especifica en la Tabla A – 1 del APÉNDICE NORMATIVO A.

Tabla A – 1	
USO	m <sup>2</sup> POR PERSONA.
Uso de REUNIONES PÚBLICAS/BIBLIOTECAS	9.3
Uso de REUNIONES PUBLICAS/ASIENTOS FIJOS	No. De asientos fijos existentes.
Uso EDUCATIVO/AULAS.	1.9
Uso EDUCATIVO/LABORATORIOS	4.6
Uso de ALMACENAMIENTO	No Aplica

En caso de que una edificación cuente con rociadores automáticos contra incendio, los anchos de los diferentes componentes, como lo son, puertas, pasillos, escaleras y rampas peatonales, deberán calcularse en base al “NFPA 101, Código de Seguridad Humana” vigente, aplicando los factores de capacidad de la Tabla A-3 del APÉNDICE NORMATIVO A y sin menoscabo de los valores mínimos indicados en dicho documento.

El valor resultante de la Tabla A-3 para el área o local en estudio podrá ser dividido entre la cantidad requerida de elementos, siempre y cuando no sean menores a los anchos mínimos especificados para cada elemento:

Tabla A – 3		
TIPO DE OCUPACIÓN.	PUERTAS, PASILLOS Y RAMPAS (ANCHO POR PERSONA.)	ESCALERAS (ANCHO POR PERSONA)
	Milímetros	Milímetros
Asilos y centros de acogida	5	10
Sanitaria, con rociadores	5	7.6
Sanitaria, sin rociadores	13	15
Contenido de riesgo alto	10	7,6
Todos los demás	5	18

**Grado de riesgo de incendio:** - Para efectos de este Capítulo, las edificaciones se clasifican en función al grado de riesgo de incendio de acuerdo con sus dimensiones, uso y ocupación, en: riesgos bajo, medio y alto, de conformidad con lo que se establece en las Normas. RCPPA ARTÍCULO 90.

**Acceso en las edificaciones.** - Para garantizar tanto el acceso como la pronta evacuación de los usuarios en situaciones de operación normal o de emergencia en las edificaciones, éstas contarán con un sistema de puertas, vestibulaciones y circulaciones horizontales y verticales con las dimensiones mínimas y características para este propósito, incluyendo los requerimientos de accesibilidad para personas con discapacidad que se establecen en este Capítulo y en las Normas.

En las edificaciones de riesgos bajo y medio a que se refiere el artículo anterior, el sistema normal de acceso y salida se considerará también como ruta de evacuación con las características de señalización y dispositivos que establecen las Normas.

En las edificaciones de riesgo alto a que se refiere el artículo anterior, el sistema normal de acceso y salida será incrementado con otro u otros sistemas complementarios de pasillos y circulaciones verticales de salida de emergencia.

Ambos sistemas de circulaciones, el normal y el de salida de emergencia, se considerarán rutas de evacuación y contarán con las características de señalización y dispositivos que se establecen en las Normas.

La existencia de circulaciones horizontales o verticales mecanizadas tales como bandas transportadoras, escaleras eléctricas, elevadores y montacargas se considerará adicional al sistema normal de uso cotidiano o de emergencia formado por vestíbulos, pasillos, rampas y escaleras de acceso o de salida RCPPA ARTÍCULO 91.

**Salidas:**- Las salidas a vía pública en edificaciones de salud y de entretenimiento contarán con marquesinas que cumplan con lo indicado en las Normas. RCPPA ARTÍCULO 93.

**Accesos:**- Las dimensiones y características de las puertas de acceso, intercomunicación, salida y salida de emergencia deben cumplir con las Normas. RCPPA ARTÍCULO 95.

**Pasillos y corredores:**- Las circulaciones horizontales, como corredores, pasillos y túneles deben cumplir con las dimensiones y características que al respecto señalan las Normas. RCPPA ARTÍCULO 96.

**Escaleras y rampas:**- Las edificaciones deben tener siempre escaleras o rampas peatonales que comuniquen todos sus niveles, aun cuando existan elevadores, escaleras eléctricas o montacargas, con las dimensiones y condiciones de diseño que establecen las Normas. RCPPA ARTÍCULO 97.

**Salidas de emergencia:**- Salida de emergencia es el sistema de circulaciones que permite el desalojo total de los ocupantes de una edificación en un tiempo mínimo en caso de sismo, incendio u otras contingencias y que cumple con lo que se establece en las Normas; comprenderá la ruta de evacuación y las puertas correspondientes, debe estar debidamente señalizado y cumplir con las siguientes disposiciones:

En los edificios de riesgo se debe asegurar que todas las circulaciones de uso normal permitan este desalojo previendo los casos en que cada una de ellas o todas resulten bloqueadas. En los edificios de riesgo alto se exigirá una ruta adicional específica para este fin.

Las edificaciones de más de 25 m de altura requieren escalera de emergencia.

En edificaciones de riesgo alto hasta de 25 m de altura cuya escalera de uso normal desembarque en espacios cerrados en planta baja, se requiere escalera de emergencia. ARTÍCULO 99.

Elevadores, escaleras y bandas eléctricas. - Los elevadores, escaleras eléctricas y bandas transportadoras deben cumplir con las Normas y las Normas Oficiales Mexicanas. RCPPA ARTÍCULO 102.

**Estacionamiento:** - Los estacionamientos públicos y privados, en lo relativo a las circulaciones horizontales y verticales, deben ajustarse con lo establecido en las Normas. Los estacionamientos públicos deben contar con carriles separados para entrada y salida de los vehículos, área de espera techada para la entrega y recepción de vehículos y caseta o casetas de control. RCPPA ARTÍCULOS 106 Y 107.

**Equipos de combate de incendios:-** Las edificaciones deben contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

Los equipos y sistemas contra incendio deben mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento, para lo cual deben ser revisados y probados periódicamente.

En las obras que requieran Visto Bueno de Seguridad y Operación según el artículo 69 de este Reglamento, el propietario o poseedor del inmueble llevará un libro de bitácora donde el Director Responsable de Obra registrará los resultados de estas pruebas, debiendo mostrarlo a las autoridades competentes cuando éstas lo requieran.

Para cumplir con el dictamen de prevención de incendios a que se refiere la Ley del H. Cuerpo de Bomberos del Distrito Federal, se deben aplicar con las disposiciones de esta Sección y con lo establecido en las Normas. RCPPA ARTÍCULO 109.



**Resistencia al fuego:**- Las características que deben tener los elementos constructivos y arquitectónicos para resistir al fuego, así como los espacios y circulaciones previstos para el resguardo o el desalojo de personas en caso de siniestro y los dispositivos para prevenir y combatir incendios se establecen en las Normas. RCPPA ARTICULO 110.

Diseño, selección, ubicación e instalación. - El diseño, selección, ubicación e instalación de los sistemas contra incendio en edificaciones de riesgo alto deben estar avalados por un Corresponsable en Instalaciones. RCPPA ARTICULO 112.

**Escaleras y rampas:**- Los vanos, ventanas, cristales y espejos de piso a techo, en cualquier edificación, deben contar con barandales y manguetes a una altura de 0.90 m del nivel del piso, diseñados de manera que impidan el paso de niños a través de ellos, o estar protegidos con elementos que impidan el choque del público contra ellos. RCPPA ARTICULO 118.

**Ocupaciones separadas:** – Donde se proveen ocupaciones separadas, cada parte del edificio que compone una ocupación distinta, como se describe en el presente capítulo, deberá estar completamente separada de otras ocupaciones por conjuntos de montajes resistentes al fuego como se especifica en las tablas NFPA 6.1.14.4.1(a) y 6.1.14.4.1 (b) ARTÍCULO 6.1.14.4.1.

**Tabla 6.1.14.4.1 (a) Separación requerida entre ocupaciones (en horas)\*, Parte 1**

Ocupación	Reuniones públicas ≤300	Reuniones públicas >300 a ≤1000	Reuniones públicas >1000	Educacional	Guarderías >12 clientes	Guarderías	Cuidado de la salud	Cuidado de la salud para pacientes ambulatorios	Detención y correccional	Viviendas unifamiliares y bifamiliares	Casa de huéspedes o pensión	Hoteles y dormitorios
Reuniones públicas ≥300		0	0	2	2	1	2†	2	2†	2	2	2
Reuniones públicas >300 a ≤1000			0	2	2	2	2†	2	2†	2	2	2
Reuniones públicas > 1000				2	2	2	2†	2	2†	2	2	2
Educacional					2	2	2†	2	2†	2	2	2
Guarderías >12 clientes						1	2†	2	2†	2	2	2
Guardería							2†	2	2†	2	2	2
Cuidado de la salud								2†	2†	2†	2†	2†
Cuidado de la salud para pacientes ambulatorios									2†	2	2	2
Detención y correccional										2†	2†	2†
Viviendas unifamiliares y bifamiliares											1	1
Casa de huéspedes o pensión												1
Hoteles y dormitorios												

\* Donde el edificio se encuentre totalmente protegido por un sistema aprobado de rociadores automáticos de acuerdo con la Sección 9.7.1.1(1) y supervisado de acuerdo con 9.7.2, se permite reducir la clasificación de resistencia al fuego en 1 hora, pero en ningún caso inferior a 1 hora.

† No está permitida la reducción de 1 hora debido a la presencia de rociadores de acuerdo con la nota al pie de tabla indicada por el asterisco.

Tabla 6.1.14.4.1 (b) Separación requerida de ocupaciones (en horas)\* , Parte 2

Ocupación	Edificio de apartamentos	Asilos y centros de acogida pequeños	Asilos y centros de acogida grandes	Mercantil	Mercantil, centro comercial	Mercantil, ventas a granel	Negocios	Industrial, propósito general	Industrial, propósito especial	Industrial, riesgo alto	Almacenamiento de riesgo leve y ordinario	Almacenamiento de riesgo elevado
Reuniones públicas ≤ 300	2	2	2	2	2	3	1	2	2	3	2	3
Reuniones públicas > 300 a ≤ 1000	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3
Reuniones públicas > 1000	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3
Educacional	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3
Guardería >12 clientes	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3
Guardería	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3
Cuidado de la salud	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†
Cuidado de la salud para pacientes ambulatorios	2	2	2	2	2	2†	1	2	2	2†	2	2†
Detención y correccional	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	2†	NP	2†	NP
Viviendas unifamiliares y bifamiliares	1	1	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3
Casa de huéspedes o pensión	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3
Hoteles y dormitorios	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3
Edificio de apartamentos		2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3
Asilos y centros de acogida pequeños			1	2	2	3	2	3	3	3	3	3

Asilos y centros de acogida grandes	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Mercantil		0	3	2	2	2	3	2	3	2	3
Mercantil, centro comercial			3	2	3	3	3	3	3	2	3
Mercantil, ventas a granel					2	2	2	3	2	2	2
Negocios						2	2	2	2	2	2
Industrial, propósito general								1	1	1	1
Industrial, propósito especial									1	1	1
Industrial, riesgo elevado										1	1
Almacenamiento de riesgo leve y ordinario											1
Almacenamiento de riesgo elevado											

NP= No Permitido

\* Donde el edificio se encuentre totalmente protegido por un sistema aprobado de rociadores automáticos de acuerdo con la Sección 9.7.1.1(1) y supervisado de acuerdo con 9.7.2, se permite reducir la clasificación de resistencia al fuego en 1 hora, pero en ningún caso inferior a 1 hora.

† No está permitida la reducción de 1 hora debido a la presencia de rociadores de acuerdo con la nota al pie de tabla indicada por el asterisco.

**Separación de ocupaciones:** – Las separaciones de una ocupación deberán clasificarse con resistencia al fuego de 3 horas, resistencia al fuego de 2 horas o resistencia al fuego de 1 hora. NFPA ARTICULO 6.1.14.4.2

Resistencia al fuego. – A menos que se especifique lo contrario deberá permitirse que la clasificación de resistencia al fuego especificada en estas tablas se reduzca en una hora, pero en ningún caso a menos de 1 hora, cuando el edificio se encuentre protegido en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos. NFPA ARTICULO 6.1.14.4.3

**Contenidos de riesgo leve:** – Los contenidos de riesgo leve deberán clasificarse como aquellos con un nivel de combustibilidad tan bajo que no puede ocurrir una autopropagación del fuego NFPA ARTICULO 6.2.2.2\*

**Clasificación del riesgo de los contenidos:** – El riesgo de los contenidos de cualquier edificio o estructura deberá clasificarse como leve, ordinario o elevado de acuerdo con 6.2.2.2, 6.2.2.3 y 6.2.2.4. NFPA ARTICULO 6.2.2.1\*

**Contenidos de riesgo leve:** – Los contenidos de riesgo leve deberán clasificarse como aquellos con un nivel de combustibilidad tan bajo que no puede ocurrir una autopropagación del fuego NFPA ARTICULO 6.2.2.2\*

**Contenidos de riesgo ordinario:** –los contenidos de riesgo ordinario deberán clasificarse como aquellos que tienen la posibilidad de arder con una rapidez moderada o que generan un volumen de humo considerable. NFPA ARTICULO 6.2.2.3\*

**Contenidos de riesgo elevado:** – Los contenidos de riesgo elevado deberán clasificarse como aquellos que tienen la posibilidad de arder con extrema rapidez o hacer explosión. NFPA ARTICULO 6.2.2.4\*