

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA CONTRA INCENDIO EN EL EDIFICIO QUÍMICA-ELÉCTRICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGISTER (MSc.) EN
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

**ING. EDUARDO IVÁN RODRÍGUEZ PÁRAMO MSc.
edu_ocp@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. FRANCISCO XAVIER SALGADO TORRES MSc.
francisco.salgado@epn.edu.ec**

**CO-DIRECTOR: ING. JORGE MARCELO ALBUJA TORRES MSc.
marcelo.albuja@epn.edu.ec**

Quito, junio 2015

© Escuela Politécnica Nacional (2015)

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Eduardo Iván Rodríguez Páramo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ing. Eduardo Iván Rodríguez Páramo MSc.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ing. Eduardo Iván Rodríguez Páramo, bajo mi supervisión.

Ing. Francisco Salgado MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Marcelo Albuja MSc.

CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Al Ing. MSc. Francisco Salgado, Director del Proyecto por su acertada dirección en el presente trabajo.

Al Ing. MSc. Marcelo Albuja por su permanente asesoramiento de la presente investigación.

A la Escuela Politécnica Nacional que hizo posible la realización de este proyecto

A todos aquellos que de una u otra manera han contribuido a la realización del presente Proyecto de Titulación.

DEDICATORIA

A mi esposa

A mis hijos: Karina, Iván, María Belén, José David

A mis nietos: Fatimita, Rafaelita e Isaac.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | PÁGINA |
|---|-------------|
| RESUMEN | viii |
| INTRODUCCIÓN | ix |
| 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 1 |
| 1.1 El Fuego | 1 |
| 1.1.1 Clasificación de los Fuegos | 1 |
| 1.1.2 Química del Incendio | 3 |
| 1.1.2.1 Reacciones Químicas | 3 |
| 1.1.2.2 Reacciones Químicas Endotérmicas y Exotérmicas | 4 |
| 1.1.2.3 Combustible | 5 |
| 1.1.2.4 Comburente | 5 |
| 1.1.2.5 Energía de Activación | 6 |
| 1.1.2.6 Temperatura de Inflamación | 8 |
| 1.1.2.7 Temperaturas de Auto Ignición o Auto Inflamación | 8 |
| 1.1.2.8 Peligrosidad de un Combustible Respecto a la Energía y Productos Emitidos en la Combustión | 8 |
| 1.1.2.8.1 Potencia Calorífica | 8 |
| 1.1.2.8.2 Reactividad | 9 |
| 1.1.2.8.3 Toxicidad de los Productos de Combustión | 9 |
| 1.1.3 Principales Focos de Ignición | 9 |
| 1.1.4 Triángulo y Tetraedro del Fuego | 10 |
| 1.1.4.1 Triángulo del Fuego | 10 |
| 1.1.4.2 El Tetraedro del Fuego | 11 |
| 1.2 Riesgos de Incendio en Edificios | 11 |
| 1.2.1 Velocidad de Propagación | 11 |
| 1.2.1.1 Propagación | 11 |
| 1.2.1.2 Evolución de la Propagación en el Tiempo | 12 |
| 1.2.1.3 Evolución de la Propagación en el Espacio | 12 |
| 1.2.1.4 Aumento de la Velocidad de Propagación | 13 |
| 1.2.1.5 Combustibles Sólidos | 14 |
| 1.2.1.6 Líquidos Combustibles | 15 |
| 1.2.1.7 Gases Combustibles | 15 |
| 1.2.2 Lucha Contra la Propagación | 15 |
| 1.2.3 Resistencia al Fuego | 16 |
| 1.2.4 Sector de Incendio | 16 |
| 1.2.5 Curvas de Tiempo-Temperatura | 17 |
| 1.2.6 Protección Estructural y Confinamiento del Incendio | 18 |
| 1.3 Métodos de Evaluación de Riesgos de Incendios | 19 |
| 1.3.1 Método del Riesgo Intrínseco | 19 |
| 1.3.2 Método de Edwin Smith | 19 |
| 1.3.3 Método de Meseri | 20 |
| 1.3.4 Método del Índice de Dow de Incendios y Explosión | 21 |
| 1.3.5 Método Gretener | 21 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1.4 | Prevención de Incendios | 21 |
| 1.4.1 | Lucha Contra la Propagación | 21 |
| 1.4.2 | Causas y Consecuencias de los Incendios | 22 |
| 1.4.2.1 | Causas de los Incendios | 22 |
| 1.4.2.2 | Riesgo de Incendio, por Fuentes de Ignición | 23 |
| 1.4.2.3 | Consecuencias de los Incendios | 26 |
| 1.4.2.4 | El Humo y los Gases de Combustión | 26 |
| 1.4.2.5 | Análisis de los Factores del Incendio | 27 |
| 1.5 | Plan de Emergencia Contra Incendio | 28 |
| 1.5.1 | Definición de Plan de Emergencias | 28 |
| 1.5.2 | Objetivos del Plan de Emergencias Contra Incendios | 29 |
| 1.5.3 | Características Principales de un plan de Emergencias Contra Incendios | 29 |
| 1.5.4 | Vigencia del Plan de Emergencias Contra Incendio | 29 |
| 1.5.5 | Simulacros de Emergencia Contra Incendios | 30 |
| 1.5.6 | Procedimientos de Actuación ante las Emergencias de Incendio | 30 |
| 1.5.6.1 | La Detección y Alerta | 30 |
| 1.5.6.2 | Definición y Funciones de las Personas y Equipos que Intervendrán en las Emergencias Contra Incendio | 31 |
| 1.5.6.3 | Organización Humana | 33 |
| 1.6 | Normativa Vigente | 33 |
| 2. | METODOLOGÍA | 34 |
| 2.1 | Identificación de Riesgos de Incendio en el Edificio Química-Eléctrica de la EPN | 34 |
| 2.2 | Evaluación de Riesgos de Incendio | 35 |
| 2.3 | Propuesta de Medidas de Prevención y Control de Incendios | 37 |
| 2.4 | Implementación del Plan de Emergencias Contra Incendios | 37 |
| 2.4.1 | Objetivos del Plan | 37 |
| 2.4.2 | Componentes del Plan de Emergencia | 38 |
| 2.4.3 | Implementación Inicial | 38 |
| 2.4.3.1 | Evacuación | 39 |
| 2.4.3.2 | Simulacro de Evacuación | 39 |
| 2.5 | Verificación de las Medidas Implementadas | 39 |
| 3. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 41 |
| 3.1 | Identificación de Riesgos de Incendio en el Edificio Química-Eléctrica | 41 |
| 3.2 | Evaluación de los Riesgos de Incendio en el Edificio Química-Eléctrica | 45 |
| 3.2.1 | Cálculo de la Carga Térmica Mobiliaria del Edificio Química-Eléctrica | 45 |
| 3.2.2 | Aplicación del Método Gretener para la Evaluación de los Riesgos de Incendio en el Edificio Química-Eléctrica | 46 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.3 | Propuesta de Medidas de Prevención y Control de Incendios para el Edificio Química-Eléctrica | 47 |
| 3.3.1 | Medidas de Prevención | 47 |
| 3.3.2 | Recursos Básicos a Implementarse en el Edificio Química-Eléctrica | 47 |
| 3.4 | Plan de Emergencias Contra Incendios del Edificio Química-Eléctrica | 49 |
| 3.4.1 | Información General del Edificio Química-Eléctrica de la EPN | 50 |
| 3.4.2 | Situación General | 51 |
| 3.4.2.1 | Antecedentes (Construcción de Incendio, Materiales, Cambios, Hidrantes más Cercanos) | 51 |
| 3.4.2.2 | Ubicación | 51 |
| 3.4.3 | Justificación | 52 |
| 3.4.3.1 | Hipótesis (Incendios, Sismos, Atentados) | 52 |
| 3.4.3.2 | Objetivos | 52 |
| 3.4.4 | Misión | 53 |
| 3.4.5 | Ejecución del Plan | 53 |
| 3.4.5.1 | Concepto General de la Forma de Actuar | 53 |
| 3.4.5.2 | Inversión Inicial | 53 |
| 3.4.5.3 | Fases del Plan | 55 |
| 3.4.5.4 | Actividades que Deben Cumplir los Organismos Dependientes | 55 |
| 3.4.5.4.1 | Cuerpo Directivo | 55 |
| 3.4.5.4.2 | Jefatura de Protección ante Eventos Adversos | 56 |
| 3.4.5.4.3 | Brigada General de Defensa Civil | 58 |
| 3.4.5.4.4 | Unidad de Campamentación | 61 |
| 3.4.5.4.5 | Unidad de Evacuación | 62 |
| 3.4.5.4.6 | Unidad de Primeros Auxilios | 64 |
| 3.4.5.4.7 | Unidad Contra Incendios | 65 |
| 3.4.5.4.8 | Unidad de Orden y Seguridad | 67 |
| 3.4.5.4.9 | Unidad de Comunicaciones | 68 |
| 3.4.5.5 | Simulacro de Evacuación | 70 |
| 3.4.6 | Instrucciones de Coordinación | 73 |
| 3.4.7 | Actividades Administrativas y Logísticas | 74 |
| 3.4.7.1 | Administrativas | 74 |
| 3.4.7.2 | Personal | 75 |
| 3.4.7.3 | Logística | 75 |
| 3.4.8 | Dirección y Comunicaciones | 77 |
| 3.4.8.1 | Dirección | 77 |
| 3.4.8.2 | Comunicaciones | 77 |
| 3.5 | Verificación de la Eficacia de las Medidas Propuestas | 77 |
| 4 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 83 |
| 4.1 | Conclusiones | 83 |
| 4.2 | Recomendaciones | 84 |
| | REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS | 85 |
| | ANEXOS | 88 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | PÁGINA |
|---|---------------|
| Tabla 3.1. Recursos básicos a implementarse en el Edificio Química-Eléctrica | 48 |
| Tabla 3.2. Inversión Inicial de los requerimientos contra incendios para el Edificio Química-Eléctrica | 54 |
| Tabla 3.3. Personal integrante de las brigadas y color del brazalete | 74 |
| Tabla 3.4. Dirección telefónica de instituciones externas a la EPN | 75 |
| Tabla 3.5. Personal de la EPN perteneciente al plan de emergencia contra incendio | 75 |
| Tabla 3.6. Valores referenciales de carga térmica mobiliaria | 79 |
| Tabla 3.7. Valores de carga térmica del Edificio Química-Eléctrica de la EPN | 80 |
| Tabla AIII.1. Hoja de cálculo de la carga térmica del Edificio Química-Eléctrica | 95 |
| Tabla AIV.1. Factores de los peligros de incendio | 97 |
| Tabla AIV.2. Determinación del tipo de construcción | 97 |
| Tabla AIV.3. Cargas térmicas mobiliarias | 98 |
| Tabla AIV.4. Grado de combustibilidad según CEA | 98 |
| Tabla AIV.5. Peligro de humo y el factor r | 98 |
| Tabla AIV.6. Peligro de corrosión y el factor k | 99 |
| Tabla AIV.7. Carga de incendio inmobiliaria | 99 |
| Tabla AIV.8. Carga mobiliaria según la altura del edificio | 99 |
| Tabla AIV.9. Factor de nivel de sótano con respecto a la altura útil | 100 |
| Tabla AIV.10. Nivel de planta con respecto a la altura útil | 100 |
| Tabla AIV.11. Tamaño del compartimento cortafuego | 101 |
| Tabla AIV.12. Medidas normales contra incendios | 102 |

| | |
|--|-----|
| Tabla AIV.13. Medidas especiales contra incendios | 103 |
| Tabla AIV.14. Medidas inherentes a la construcción | 104 |
| Tabla AIV.15. Peligro de activación, factor A | 105 |
| Tabla AIV.16. Exposición al riesgo de las personas, $P_{H,E}$ | 105 |
| Tabla AIV.17. Hoja de cálculo resumen del Método Gretener | 106 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | PÁGINA |
|---|---------------|
| Figura 1.1. Símbolo de fuego clase A | 1 |
| Figura 1.2. Símbolo de fuego clase B | 2 |
| Figura 1.3. Símbolo de fuego clase C | 2 |
| Figura 1.4. Símbolo de fuego clase D | 2 |
| Figura 1.5. Símbolo de fuego clase K | 3 |
| Figura 1.6. Triángulo del fuego | 10 |
| Figura 1.7. Tetraedro del fuego | 11 |
| Figura 1.8. Curva de fuego estándar | 18 |
| Figura 3.1. Hidratante situado frente al Edificio de Ingeniería Química | 42 |
| Figura 3.2. Hidratante situado frente al Centro de Investigaciones y Control Ambiental | 43 |
| Figura 3.3. Fachada principal Edificio Química-Eléctrica | 49 |
| Figura 3.4. Mapa de geo-referenciación de la EPN | 50 |
| Figura 3.5. Esquema de la organización de Defensa Civil del Edificio Química-Eléctrica | 60 |
| Figura 3.6. Esquema del Comité de Seguridad del Edificio Química-Eléctrica EPN | 70 |
| Figura 3.7. Inicio simulacro de evacuación | 71 |
| Figura 3.8. Descenso del personal de evacuación | 72 |
| Figura 3.9. Personal concentrado en el punto de Encuentro cancha de la Facultad de Ingeniería Mecánica (Simulacro de Incendio) | 72 |
| Figura 3.10. Porcentaje del grado de cumplimiento de los check list de inspección del Edificio Química-Eléctrica de la EPN | 79 |
| Figura 3.11. Evaluación del riesgo de incendio del Edificio Química-Eléctrica en función de la carga térmica | 81 |
| Figura 3.12. Evaluación del riesgo de incendio del Edificio Química-Eléctrica utilizando el método de Gretener | 82 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| ANEXO I Check List Identificación Preliminar de Riesgos de Incendio Antes de Implementar Las Medidas Correctivas | 89 |
| ANEXO II Check List Identificación de Riesgos en el Caso de Lograr Implementar todo el Plan de Emergencia Contra Incendio, este sería el resultado | 92 |
| ANEXO III Cálculo de la Carga Térmica del Edificio Química-Eléctrica de la EPN | 95 |
| ANEXO IV Tablas del Método Gretener | 97 |
| ANEXO V Hoja de Cálculo de Incendio Método Gretener | 107 |
| ANEXO VI Resolución Administrativa No. 036-CG-CBDMQ-009 | 108 |
| ANEXO VII Planos del Edificio Química–Eléctrica de la EPN con los Recursos Contra Incendios Propuestos | 110 |

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la implementación en una fase inicial de un plan de emergencia contra incendio en el Edificio Química-Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional, el cual se desarrolló cumpliendo la normativa vigente del Cuerpo de Bomberos del DMQ.

Se describieron los diferentes parámetros del fuego, como la química del incendio, principales focos de ignición, triángulo y tetraedro del fuego, riesgos de incendios en edificios, velocidad de propagación del incendio, lucha contra la propagación, resistencia al fuego de los elementos estructurales de los edificios, la protección estructural y confinamiento del incendio.

Además se establecieron los métodos de evaluación de los riesgos de incendio aceptados por el Cuerpo de Bomberos del DMQ, la prevención de incendios, el plan de emergencia contra incendios, simulacros de incendio y la normativa vigente.

Luego se determinó un plan de emergencia contra incendios en el Edificio Química-Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional. Para esto se evaluó la carga de incendio presente en cada uno de los pisos, cuantificando la cantidad de material combustible presente en cada célula cortafuego. Se calculó la célula cortafuego representativa de cada piso. Con estos valores se procedió a determinar la célula cortafuego representativa del edificio, que posteriormente se utilizó en la evaluación de riesgo de incendio de Gretener. Se fijó que el nivel de riesgo de incendio del edificio en su primera alternativa es inaceptable. Posteriormente se evaluó en una segunda alternativa, tomando en cuenta los recursos propuestos contra incendio en el edificio y se calculó que el nuevo nivel de riesgo de incendio sería aceptable.

Finalmente, en caso de implementarse el plan de emergencias propuesto, se observará la mejora en el grado de cumplimiento entre las dos inspecciones, una al inicio con 13,04% y la otra con los requerimientos propuestos en el Plan de Emergencia de 56,52 %.

INTRODUCCIÓN

Datos sobre fuego en edificios de Estados Unidos, indican que se producen alrededor de 6 000 eventos en edificios de oficinas cada año, lo cual significa que se producen 16 incendios en edificios todos los días. Las causas principales de los incendios en edificios son: colillas encendidas de cigarrillos, actos intencionales, falla en el sistema eléctrico, electrodomésticos de cocina como cafeteras, este último representa el 25 % de los incendios. Entre los años 2004 y 2008, los incendios en oficinas provocaron la muerte de 4 personas e hirieron a 37 personas cada año. En términos monetarios, los incendios causaron daños de cerca de \$ 108 millones de dólares por año (Cuerpo de Bomberos de Seattle, 2008, p. 3).

El Edificio Química-Eléctrica aloja en su interior personal docente, estudiantes, trabajadores, además de estar formado por aulas, laboratorios, con sus respectivos equipos. En la actualidad el edificio dispone de muy pocos elementos de protección contra incendios, con una falta de capacitación del personal en materia contra incendios. No existen estadísticas de planes de emergencia contra incendio en el Edificio Química-Eléctrica.

No existen archivos de la realización de simulacros contra incendio o eventos adversos como: sismos, incendios, etc.; se sugieren que estos simulacros se realicen cada seis meses.

Las metodologías usadas para la evaluación de los riesgos de incendio en edificios, han sufrido cambios, y una parte de este trabajo consiste en seleccionar el método más adecuado para evaluar los riesgos de incendios, a los cuales está expuesto el Edificio Química-Eléctrica.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 EL FUEGO

Es una reacción química exotérmica de oxidación de una sustancia o materia combustible con desprendimiento de llama, calor y gases o humos. Las llamas constituyen partes del fuego que emiten luz visible (NFPA, 2012, p. 1-2).

1.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS

De acuerdo a la forma de la combustión, se determinan las distintas clases de fuegos agrupados de la siguiente manera:

- **Fuego Clase A:** Producido por la combustión de materiales sólidos como: madera, papel, tela, caucho. La simbología a utilizar es un triángulo de fondo color verde, en cuyo interior se coloca la letra A de color blanco, como se presenta en la Figura 1.1.



Figura 1.1. Símbolo fuego clase A

(Aguilera, 2013, p. 11)

- **Fuego Clase B:** Producido por la combustión de líquidos inflamables como petróleo y sus derivados, gas, gasolinas, kérex, diesel, bunker, fuel oil. La simbología a utilizar es un cuadrado de color rojo, en cuyo interior se coloca la letra B de color blanco, como se expone en la Figura 1.2.



Figura 1.2. Símbolo fuego clase B

(Aguilera, 2013, p. 11)

- **Fuego Clase C:** Producido en equipos e instalaciones eléctricas energizadas, tales como: instalaciones eléctricas, interruptores, cajas de fusibles, transformadores y en las herramientas eléctricas, etc. Su símbolo es un círculo de fondo color azul, en cuyo interior se coloca la letra C de color blanco, como se indica en la Figura 1.3.



Figura 1.3. Símbolo fuego clase C

(Aguilera, 2013, p. 12)

- **Fuego Clase D:** Producido por la combustión de metales como magnesio, titanio, circonio. Sobre este tipo de fuegos no se debe utilizar agua, ya que esta reaccionaría violentamente. Su símbolo es una estrella de cinco puntas de fondo color amarillo, en cuyo interior se coloca la letra D color blanco, como se presenta en la Figura 1.4.



Figura 1.4. Símbolo fuego clase D

(Aguilera, 2013, p. 12)

- **Fuego Clase K:** Producido en aparatos de cocina, utilizando como combustible aceite y grasas de origen animal o vegetal. Su símbolo es un hexágono con la

letra K, que significa kitchen, como se muestra en la Figura 1.5. (Norma UNE-EN-2, 2008, p. 3).



Figura 1.5. Símbolo fuego clase K

(Aguilera, 2013, p. 12)

1.1.2 QUÍMICA DEL INCENDIO

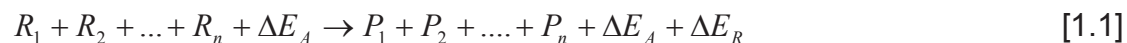
El proceso básico desarrollado en un incendio es la evolución de reacciones de origen químico, a través de las cuales se inician, mantienen y propagan los incendios, tomando en cuenta la intervención en el espacio y en el tiempo, de cuatro factores que son: combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena.

Dada la naturaleza química de las reacciones a través de las cuales se inician y mantienen los incendios, es necesario establecer ciertos conocimientos químicos básicos (UNE-EN-2, 2008, p. 3).

1.1.2.1 Reacciones Químicas

Las reacciones químicas son transformaciones donde unas sustancias reactantes dan lugar a otras sustancias productos y a unos efectos energéticos.

Una reacción se resume de la siguiente manera, como lo indica la Ecuación 1.1:



Donde:

R_i : sustancias reactantes

P_i : sustancias productos

ΔE_A : energía de activación que se debe proporcionar a los reactantes para que se inicie la reacción y que es devuelta cuando ésta se produce.

ΔE_R : energía de reacción.

Pueden darse varios casos de reacción desde el punto de vista de la energía de activación:

$\Delta E_A > 0 \rightarrow$ Reacción no espontánea

$\Delta E_A \leq 0 \rightarrow$ Reacción espontánea

Existen varios casos de reacción desde el punto de vista de la energía de reacción:

$\Delta E_R > 0$ Reacción exotérmica

$\Delta E_R = 0$ Reacción con efecto térmico nulo

$\Delta E_R < 0$ Reacción endotérmica (De Gracia, 1998, p. 29).

1.1.2.2 Reacciones Químicas Endotérmicas y Exotérmicas

En las reacciones endotérmicas, las sustancias que se forman tienen más energía que los materiales en reacción, mientras que en las exotérmicas se producen sustancias con menos energía que la que poseen los materiales en reacción. Aunque la energía puede adoptar muchas formas, generalmente en una reacción química se gana o se pierde energía en forma de calor (Perry, 1984, p.4).

Así en una reacción química exotérmica se tiene:



1.1.2.3 Combustible

Los combustibles comprenden varios materiales, los cuales no se encuentran en un estado de máxima oxidación. El que un material dado, pueda o no aumentar su grado de oxidación, depende de su composición química. Para simplificar el tema puede decirse que cualquier material, que conste primeramente de carbón e hidrógeno puede oxidarse.

La mayor parte de las materias orgánicas sólidas combustibles, de los líquidos y gases inflamables, contienen altos porcentajes de carbono e hidrógeno.

En conclusión un combustible es toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno, en una reacción rápida y exotérmica (Boulandier, 2001, p. 27).

Todo combustible se quema en fase de gas o vapor. La peligrosidad bajo el punto de vista de su posible ignición, depende fundamentalmente de las siguientes variables:

- La concentración precisa combustible-aire.
- La temperatura mínima, a la que el combustible emite suficientes vapores para alcanzar dicha concentración.
- La energía de activación a aportar a la mezcla, para que se inicie el proceso y se desarrolle la reacción en cadena (Norma Técnica Peruana NTP 350.021, 2012, p. 2).

Las constantes físicas que se enuncian a continuación permiten analizar las mencionadas variables.

1.1.2.4 Comburente

Es la materia oxidante, y por tanto comburente. Dentro de estas sustancias se tiene el oxígeno que existe en el aire, en un porcentaje en volumen del 21 %. El aire se

compone aproximadamente de una quinta parte de oxígeno y cuatro quintas partes de nitrógeno y gases raros. Para que desarrolle la combustión, en los procesos normales, es necesaria la presencia de una proporción mínima de oxígeno en el ambiente (NTE INEN-ISO 13943, 2010, p. 2).

Ciertos productos químicos que emiten fácilmente oxígeno bajo ciertas condiciones favorables, por ejemplo el nitrato de sodio (NaNO_3) y el clorato de potasio (KClO_3), se encuentra entre los agentes oxidantes presentes en los fuegos (Comeche, 1980, p.23). Otros productos, como la nitrocelulosa arde sin ser necesaria la presencia de aire por contener el oxígeno en su propia estructura molecular.

En conclusión, se considera comburente toda aquella mezcla de gases, en la cual el oxígeno está en proporción suficiente para que en su seno se inicie y desarrolle la combustión (Martínez, 2011, p. 17).

1.1.2.5 Energía de Activación

Para que exista una interacción química entre una molécula combustible y otra de oxígeno, debe aplicarse a ambas suficiente energía, lo que puede originar su colisión y consiguiente transformación química, que viene a su vez acompañada de desprendimiento de calor. La energía mínima que deben poseer las moléculas para propiciar la interacción química se denomina energía umbral, siendo esta energía generalmente mayor que la energía media de las moléculas a temperatura ambiental, y se la conoce también como energía de activación (Cortés, 2007, p. 267).

Un foco de ignición puede provocar la ignición, si su intensidad de energía (temperatura) y extensión (cantidad de calor) son suficientes para aumentar la temperatura en una zona de la masa combustible, por encima de su punto de auto-inflamación.

Las diferentes formas de aporte energético a la mezcla se pueden agrupar en:

- Energía de alta temperatura, extensión y larga duración como llamas. Dichos focos son los más peligrosos, pues es casi seguro el inicio y desarrollo del incendio.
- Energía de alta temperatura, pequeña extensión y corta duración como chispas. Son menos peligrosas y se las puede superar en un punto menor a la temperatura de auto-ignición, y se hallan presentes en gases, vapores y polvos en suspensión aérea.
- Energía de baja temperatura, independiente de extensión y duración: superficies calientes. Son los focos menos peligrosos y es que no será posible inflamar el combustible, si la temperatura de la superficie es inferior a su temperatura de auto-inflamación.

A título orientador se indican las energías aproximadas de activación para algunos combustibles:

- Gases combustibles y vapores de líquidos inflamables:
Energía de activación: 0,1-0,5 mJ
Cualquier mínimo foco de ignición a alta temperatura es suficiente para iniciar su inflamación.
- Polvos combustibles en suspensión aérea
Energía: 10-100 mJ
Cualquier mínimo foco de ignición a alta temperatura es suficiente, para comenzar su inflamación
- Sólidos combustibles
Necesitan 100-300 mJ, las brasas o llamas dependiendo de su estado de fraccionamiento (Aguilera, 2013, p. 11).

1.1.2.6 Temperatura de Inflamación

Es la mínima temperatura en °C a 760 mmHg de presión barométrica, a la que una sustancia combustible en contacto con el aire, puede emitir suficiente vapor para que mezcla aérea alcance el límite inferior de inflamabilidad (LII), siendo por tanto susceptible de inflamarse, mediante el aporte de una energía de activación externa (Azcuénaga, 2006, p. 26).

Dicha temperatura se determina en condiciones de equilibrio, por lo que en un caso real, cualquier perturbación atmosférica, como una corriente de aire, diluirán la concentración y la mezcla no alcanzará el L.I.I. más que a temperaturas superiores, dependiendo del grado de perturbación.

1.1.2.7 Temperatura de Auto Ignición o Auto Inflamación

Es la mínima temperatura en °C a 760 mm Hg de presión barométrica, a la que un combustible arde espontáneamente en el aire, sin precisar de una energía de activación externa (NFPA, 2012, p. 2-6).

1.1.2.8 Peligrosidad de un Combustible Respecto a la Energía y Productos Emitidos en la Combustión

Los factores más importantes en este aspecto se describen a continuación.

1.1.2.8.1 Potencia Calorífica

Es la cantidad de calor que puede emitir un combustible por unidad de masa, al sufrir un proceso de combustión completo. La unidad más utilizada para la potencia calorífica es megacalorías por kilogramo de combustible (Mcal / kg).

1.1.2.8.2 Reactividad

Es la capacidad para reaccionar una sustancia en presencia de reactivos. Los reactivos son aquellos productos que pueden sufrir por choque, frotamiento o reacción con productos incompatibles, reacciones de gran potencia energética, que pueden en algunos casos derivar en explosiones, como por ejemplo: sodio con agua, oxidantes con reductores (Pons, 1988, p. 4).

1.1.2.8.3 Toxicidad de los Productos de Combustión

Algunos productos pueden emitir en su combustión humos y gases, que por su toxicidad dificultan las condiciones de evacuación y extinción. Como por ejemplo: caucho, fibra acrílica, P.V.C., etc (Boulandier. (2001), p. 38).

1.1.3 PRINCIPALES FOCOS DE IGNICIÓN

Se clasifican según su origen en:

Focos Térmicos

- Acción de fumar o emplear útiles de ignición (mecheros, fósforos, etc.).
- Instalaciones generadoras de calor (hornos, calderas, etc.).
- Rayos solares.
- Condiciones térmicas ambientales.
- Soldadura.
- Vehículos y máquinas a motor.

Focos Eléctricos

- Chispas producidas por: interruptores, fluorescentes, motores.

- Cortos circuitos ocasionados por: instalación eléctrica en estado deteriorado, sobrecargas eléctricas, cargas estáticas, descargas eléctricas atmosféricas.

Focos Mecánicos

- Chispas de herramientas.
- Roces mecánicos.
- Chispas zapato – suelo.

Focos Químicos

- Reacciones exotérmicas.
- Sustancias reactivas.
- Sustancias auto-oxidantes (NFPA, 2012, p. 1-33).

1.1.4 TRIÁNGULO Y TETRAEDRO DEL FUEGO

1.1.4.1 Triángulo del Fuego

Para que un fuego se inicie, es necesario que coexistan tres actores: combustible, comburente y energía de activación, los que han sido representados tradicionalmente en el llamado triángulo de fuego que se representa en la Figura 1.6.

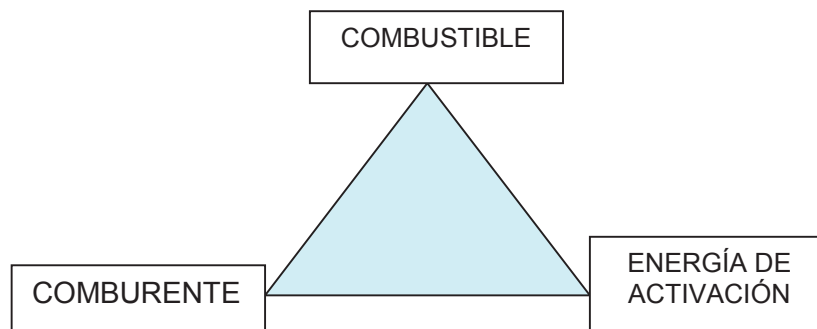


Figura 1.6. Triángulo del fuego

(Boulandier, 2001, p. 12)

1.1.4.2 El Tetraedro del Fuego

Para que el fuego se mantenga, es preciso que la energía sea suficiente para mantener la reacción en cadena. Esta última condición se ha introducido como un actor más, dando lugar al llamado tetraedro del fuego, que se representa en la Figura 1.7.

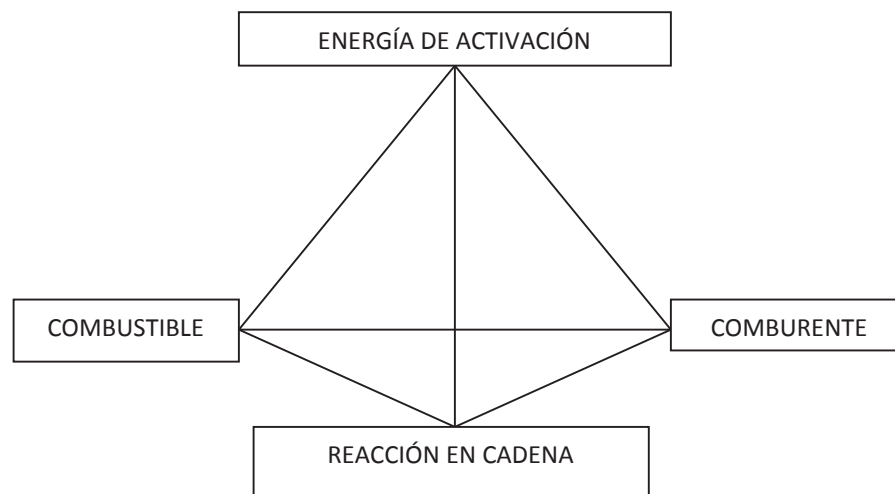


Figura 1.7. Tetraedro del fuego

(Boulandier, 2001, p. 12)

1.2 RIESGOS DE INCENDIO EN EDIFICIOS

1.2.1 VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

1.2.1.1 Propagación

Es la evolución del incendio en el espacio y en el tiempo. La transmisión del calor se produce por:

- Conducción o contacto directo de los cuerpos, por convección.

- Convección, siempre existirán gases o humos que estarán allí como producto de la combustión de los elementos.
- Radiación, el calor se transmite mediante ondas electromagnéticas.

1.2.1.2 Evolución de la Propagación en el Tiempo

La evolución temporal del incendio tiene diferencias significativas según el combustible, su forma de manipulación o almacenamiento, y la energía que provoca la ignición. Si el foco es de gran magnitud, por ejemplo llamas, puede desaparecer prácticamente la incubación y acortarse la fase de humos.

1.2.1.3 Evolución de la Propagación en el Espacio

Una vez iniciado el fuego, llamado conato de incendio, al no extinguirse éste, continúa hacia el incendio, favorecido por los mecanismos normales de transmisión del calor que son:

- Conducción
- Convección natural o forzada, y
- Radiación.

Lo más frecuente es que el fuego se transmita vertical y horizontalmente, por un efecto conjunto de los tres mecanismos mencionados, predominando la transmisión vertical por las corrientes naturales de convección que se crean en todo incendio. Este hecho predomina sobre los restantes en las primeras etapas.

Cuando los combustibles están dispuestos de una forma continua, sin elementos de separación, predomina la transmisión de uno a otro por convección en sentido vertical ascendente y por radiación en sentido horizontal (RD 2177, 1996, p. 25).

En un edificio, distribuidos los materiales combustibles por naves, plantas, etc., según su posición estructural, iniciado el fuego en una de tales zonas, se transmitirá a las demás áreas o plantas del edificio, por los mecanismos antes citados, en caso de no estar aislado el riesgo por elementos separadores, que aseguren una protección estructural suficiente, hasta que el fuego sea controlado.

Los orificios en las estructuras serán los determinantes para la propagación del fuego entre las zonas que se comuniquen. La existencia de tales orificios crean corrientes de aire que transportan llamas, humos y gases calientes a otros locales, pudiendo por su inflamación transmitir el incendio y en cualquier caso dificultar la evacuación y los trabajos de extinción (NFPA, 2012, p. 2-9).

Existen varios parámetros para la evolución de la propagación del incendio, como se describen a continuación.

1.2.1.4 Aumento de la Velocidad de Propagación

La interacción de los elementos del tetraedro del fuego permite la iniciación y el mantenimiento de las combustiones. La velocidad de propagación es el avance del frente de la reacción; es decir, la velocidad lineal de propagación del frente de onda, que separa la zona no destruida, de los productos de la reacción. El aumento de la velocidad de propagación es favorecido por:

- Mayor superficie de contacto comburente–combustible (combustible finalmente subdividido en mezcla íntima con el aire).
- Concentración combustible–comburente próxima a la estequiométrica.
- Alta temperatura de los reaccionantes.

De los parámetros antes mencionados, el más importante es el de la superficie de contacto entre combustible y comburente.

Los líquidos y los sólidos se queman a su vez en fase de vapor, en donde la velocidad de propagación, depende de la velocidad con que emitan o destilen tales vapores. Tal posibilidad es función de su tensión de vapor, fenómeno que depende del volumen de vapores generados, de la temperatura y de la superficie de contacto del sólido o líquido con la atmósfera.

Las brasas que aparecen en la combustión de algunos sólidos, son producto de la incandescencia de elementos sólidos no oxidables a la temperatura de combustión, o de óxidos de alta temperatura de volatilización, que posteriormente quedarán como residuos sólidos (cenizas).

La propagación del fuego, es la continuidad de la combustión, y depende de varios factores, siendo los más importantes: temperatura y superficie específica (Pons, 1988, p. 27).

1.2.1.5 Combustibles Sólidos

A continuación se citan algunos ejemplos de combustibles sólidos:

- Vigas de madera, carbón sin triturar, etc. La superficie expuesta al incendio en relación al peso es reducida, lo que permite un escaso contacto con el aire.
- Leña menuda, carbón triturado, tela, etc. En este caso la relación entre la superficie y el peso del combustible es mucho mayor, lo que permite mayor contacto con el aire, es decir, más suministro de oxígeno.
- Viruta, polvo de carbón, etc. Es una aplicación más intensa del caso anterior.

Es necesario aclarar que, cuando un sólido se quema, no es en sí la sustancia sólida, sino los gases que se desprenden de ella por efecto del calor los que reaccionan y forman la combustión.

1.2.1.6 Líquidos Combustibles

El fenómeno de la combustión en los líquidos, es similar al de los sólidos. El líquido en sí no se quema, los que realmente se inflaman son los gases que ellos generan, es decir cuando su superficie específica es la mayor posible. La pulverización del líquido inflamable por medio de la presión, aumenta la superficie específica. De aquí se comprende el peligro potencial, cuando se pinta con soplete, o se limpia con solventes inflamables pulverizados cerca de una fuente caliente o de llamas abiertas.

La mezcla explosiva formada por los vapores del líquido, constituye el mayor riesgo llamada mezcla explosiva (De Gracia, 1998, p. 7).

1.2.1.7 Gases Combustibles

En este estado físico es cuando se tiene la superficie específica más elevada, por lo que su combustión es fácil y sin necesidad de precalentamiento o pulverizaciones. Solamente se necesita aire (oxígeno) y calor, para su ignición. En consecuencia, cuando tenemos combustibles en estado gaseoso, cualquiera sea su razón u origen, se deberá extremar las medidas para evitarlos como una fuente de ignición.

1.2.2 LUCHA CONTRA LA PROPAGACIÓN

Para evitar la propagación del incendio, según el esquema apuntado anteriormente, deben adoptarse las siguientes medidas de protección:

- Estáticas: previenen el riesgo, posibilitando el aislamiento estructural del edificio.
- Dinámicas: usando medidas de detección, alarma y extinción de incendios, que permitan controlar y extinguir el incendio, limitando su propagación.

Será imprescindible la capacitación del personal, de forma que se optimice la utilización de los equipos contra incendios (INSHT, 2001, p. 3).

1.2.3 RESISTENCIA AL FUEGO

El elemento o estructura del edificio resistente al fuego durante un tiempo determinado es aquella que sometida a las condiciones establecidas en la curva de fuego (curva tiempo-temperatura standard), en determinado tiempo no disminuye su resistencia característica.

Las siglas RF significan resistencia al fuego, el número indica los minutos de duración de la resistencia. Por ejemplo, un elemento (puerta, pared, columna, etc.) es resistente al fuego durante 30 min, cuando sometido al ensayo de la curva de fuego tipo, al cabo de ese tiempo, no ha permitido a su través el paso del fuego y conserva parte sustancial de su resistencia mecánica. Se simboliza como RF-30.

Los elementos constructivos se clasifican en función de su resistencia al fuego: RF-30, RF-60, RF-120, RF-180, RF-240 (Comeche, 1980, p. 49).

Los cálculos de resistencia al fuego y de aislamiento térmico de los materiales de protección de las estructuras se efectúan según las normas DIN 4102 (Norma DIN 4102, 2008, p. 5,6).

1.2.4 SECTOR DE INCENDIO

Una vez iniciado el incendio, éste depende de varios factores como: tipo, cantidad y disposición de los materiales combustibles y la disposición estructural y distribución del edificio.

Al tomar en cuenta los efectos de la disposición estructural, excluyendo a los combustibles, puede señalarse lo siguiente:

- La propagación del incendio se produce hacia arriba y hacia los lados del foco de incendio. La propagación hacia abajo sólo se producirá por la caída de materiales en combustión.
- La propagación vertical es más peligrosa y difícil de combatir que la horizontal, ya que se halla influenciada por las corrientes de convección como gases calientes, partículas incandescentes, a través de chimeneas, conductos de aire acondicionado, ascensores.
- La disposición de muros, ventanas, puertas, escaleras, superficies, distancias de un edificio determinan áreas que pueden presentar el riesgo de incendio confinado.
- Un sector de incendio debe asegurar que un incendio declarado en su parte interna no se transmitirá, en un determinado tiempo a los sectores vecinos (Cortés, 2007, p. 269).

1.2.5 CURVAS DE TIEMPO-TEMPERATURA

Las temperaturas presentes en un punto del edificio, cuando se presenta un incendio en el transcurso del tiempo, se manifiestan al azar, dependiendo de la situación relativa del edificio, distribución y cantidad de material combustible, tipos de combustibles, distribución y compartimentos del edificio y la efectividad de la lucha contra incendios.

La velocidad de aumento de la temperatura, el valor máximo de la temperatura y la duración del incendio serán diferentes de un incendio a otro, como se puede ver en la Figura 1.8 (Norma DIN 4102, 2008, p. 4).

Algunos ejemplos de aplicación de la curva tiempo vs temperatura, constituyen las puertas de madera de un edificio, las cuales vienen dadas por el fabricante de acuerdo a los ensayos de resistencia al fuego, estas poseen una resistencia al fuego RF-30, que significa que la resistencia al fuego es de 30 min (Catálogo CEA, 1987, p. 9).

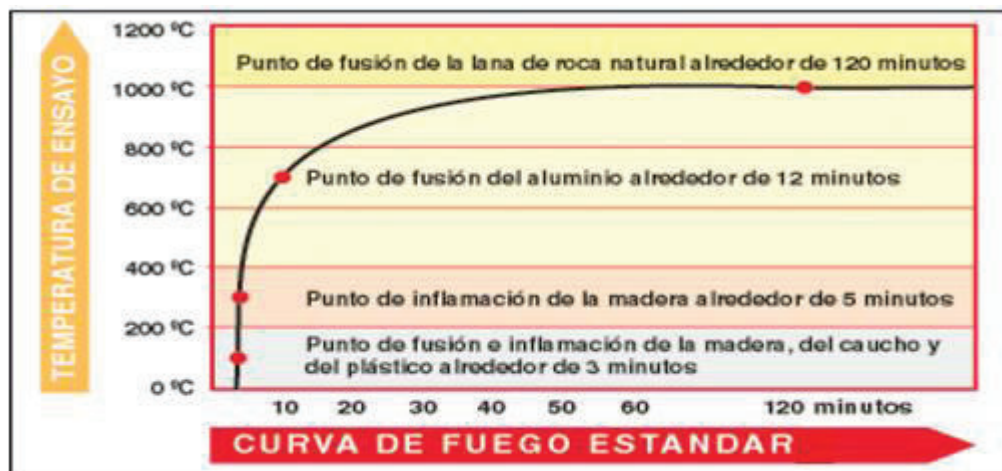


Figura 1.8. Curva de fuego estándar

(Norma DIN 834, 2012, p. 5)

1.2.6 PROTECCIÓN ESTRUCTURAL Y CONFINAMIENTO DEL INCENDIO

La protección estructural en las fases de diseño y construcción de edificios contempla la seguridad humana, la protección de bienes y la continuidad de las actividades del edificio, además considera los siguientes factores:

- **Separación por Distancia**

Para reducir las formas de transmisión del calor por convección y radiación entre materiales combustibles, es necesario aumentar la distancia de separación, es una solución en la etapa de distribución en planta.

- **Muros o Paredes Cortafuegos**

Constituyen muros de cerramiento o de separación, construido de materiales no

combustibles, que dividen al edificio, nave industrial, en zonas aisladas entre sí, formando los sectores de incendio.

- **Puertas Contra Incendio**

Su función es proteger las aberturas que sea necesario realizar en los muros cortafuegos. El material y el tipo de construcción de la puerta determinan una resistencia al fuego. Incluye puertas revestidas de lámina de acero, puertas de chapa de acero; su resistencia varía entre RF-30 y RF-180.

1.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIOS

Los métodos de evaluación de incendios son:

1.3.1 MÉTODO DEL RIESGO INTRÍNSECO

Clasifica a los riesgos de incendio en tres categorías: alto, medio y bajo, en función de la carga de fuego que soporta el establecimiento, así:

- Entre 0 y 200 Mcal/m² es riesgo bajo.
- Entre 200 y 800 Mcal/m² es riesgo medio.
- Entre 800 y 3 200 Mcal/m² es riesgo alto (NTP 36, 1983, p. 2).

1.3.2 MÉTODO DE EDWIN SMITH

El método intenta establecer un grado de peligrosidad para compartimentos tipo y un modelo cinético del desarrollo de un posible incendio en su interior.

Se basa en la obtención de muestras de combustibles sólidos contenidos en compartimentos de dimensiones estándar (Cortés, 2007, p. 290).

1.3.3 MÉTODO DE MESERI

Es un método sencillo, rápido y ágil que ofrece un valor del riesgo global en empresas de riesgo y tamaño medio. El método puede ser aplicado de forma muy rápida a la zona elegida, resultando crítico en cualquier caso la observación visual del compartimento por parte del profesional que lo utiliza.

Se trata, por tanto, de un método para una orientación inicial que presenta claras limitaciones y que servirá únicamente para una visualización rápida del riesgo global de incendio del lugar elegido. El método utiliza, por una parte, una serie de factores que generan o agravan el riesgo de incendio, como son los factores propios de las instalaciones, y por otra parte, los factores que colaboran con la protección frente al riesgo de incendio. Así, en función del valor numérico del riesgo, se obtendrá la calificación del riesgo mediante una tabla (Fuertes, 2002, p. 5).

1.3.4 MÉTODO DEL ÍNDICE DE DOW DE INCENDIOS Y EXPLOSIÓN

Es un método utilizado en la industria petroquímica. Se aplica en una serie de etapas, que comienza con la selección de las unidades de proceso pertinentes. Se basa en el análisis general del proceso de producción, teniendo en cuenta los factores: reacciones en cadena de los productos químicos, procesos endotérmicos y exotérmicos, manejo y conducción de productos, unidades encerradas o cubiertas, drenajes y elementos de control de derrames, accesos; también toma en cuenta los riesgos especiales del proceso de producción como: materiales, presión sub atmosférica, polvo, temperatura, corrosión. A cada factor le da una puntuación con una penalización, hasta obtener el índice de incendio y explosión (Rubio, 2003, p. 37).

1.3.5 MÉTODO GREENER

Es el método más completo para la valoración del riesgo de incendios. Es una metodología muy utilizada para la evaluación del riesgo de incendios en grandes superficies, locales y edificios. El método permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendios, así como la seguridad contra incendios utilizando datos uniformes. Este método es muy utilizado por las compañías aseguradoras de riesgos de incendio.

El método se basa en el cálculo del riesgo potencial de incendios efectivo obtenido de las medidas normales de protección local, de las medidas especiales de protección y de las medidas de protección estructural. Este método fija un máximo valor para el riesgo potencial, a partir del cual, el riesgo no es asumible, debiendo realizar medidas correctoras. El riesgo potencial contempla: carga térmica inmobiliaria y carga térmica mobiliaria, combustibilidad, número de pisos del edificio, superficie de los sectores de incendios, riesgo del humo producido por el incendio, riesgo de corrosión de humos, riesgo de activación y riesgo corrido por los ocupantes del edificio (Greener, 1988, p. 2).

1.4 PREVENCIÓN DE INCENDIOS

1.4.1 LUCHA CONTRA LA PROPAGACIÓN

Para evitar la propagación del incendio, según lo tratado anteriormente, deben adoptarse las siguientes medidas de protección:

- Estáticas: previenen que el riesgo quede aislado mediante protecciones estructurales.
- Dinámicas: previenen medidas de detección, alarma y extinción, que permitan controlar y extinguir el incendio, limitando su propagación (INEN CPE, 1986, p. 7).

1.4.2 CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS INCENDIOS

1.4.2.1 Causas de los Incendios

Los accidentes industriales e incendios son el resultado de actos y condiciones sub estándar. Los actos sub estándar son acciones individuales que pueden causar un incidente ó un accidente. Un ejemplo de un acto inseguro sería que un empleado entrara a un área de materiales peligrosos, sin equipo de protección personal, o fume en áreas que contienen mezclas inflamables.

Una condición sub estándar es una situación física en el ambiente de trabajo, que puede causar un incidente o un accidente. Un ejemplo de condición sub estándar es tener una puerta de salida de emergencia cerrada.

Los actos sub estándar pueden corregirse educando a las personas, asegurándose que los empleados entiendan a cabalidad las instrucciones, y estableciendo procedimientos para las operaciones de riesgo.

Las condiciones de riesgo de incendio pueden corregirse, por medio de acciones seguras de operación y mantenimiento de las instalaciones. Cuando se revisan las condiciones de peligro, deben evaluarse y corregirse según su prioridad, las siguientes:

- Inminente peligro de la vida.
- Posible amenaza a la vida.
- Posibilidad de incendio, grandes pérdidas o daños.
- Posibles daños, incendios o pérdidas menores.

Cuando se investigan los incendios, se examinan diferentes factores o causas. La fuente de ignición es la causa principal de un incendio, los demás factores se consideran como elementos que contribuyen a ellos. Por consiguiente, es necesario

entender que estos factores pueden representar la diferencia substancial, de que se produzcan o no la combustión, y entre ellos podemos citar los siguientes (Aguilera, 2013, p. 20).

1.4.2.2 Riesgo de Incendio por Fuentes de Ignición

Para minimizar las causas de los incendios, es importante saber cómo y dónde éstos empiezan. El siguiente resumen de causas conocidas, se basa en un análisis de más de 25 000 incendios producidos durante un período reciente de 10 años, en los Estados Unidos. Las causas han sido dispuestas por orden de frecuencia en toda industria, aunque este ordenamiento no es necesariamente una media de su importancia relativa en una planta o propiedad en particular (NFPA, 2012, p. 1-38).

Entre las causas más frecuentes se tiene:

- **Electricidad (23%)**, es la causa principal de incendios industriales. La mayoría empieza en las instalaciones eléctricas y en los motores. Es necesario prestar una atención especial a los equipos que realizan los procesos peligrosos.
- **Colillas de cigarrillo encendidas (18%)**, es una causa potencial de incendio casi en todas partes. Es cuestión de educación y control. Se debe prohibir estrictamente fumar en zonas peligrosas, como son los lugares donde hay líquidos inflamables, polvos y fibras combustibles, y almacenamiento de materiales combustibles, así como en lugares de concentración masiva como universidades.
- **Fricción (10%)**, en cojinetes calientes, componentes de máquinas desalineados o rotos, atascamiento o apiñamiento de materiales y ajustes deficientes de propulsores de energía y transportadores. Se evita mediante un programa de inspecciones regulares, más un buen plan de mantenimiento y lubricación.

- **Recalentamiento de materiales (8%)** por temperaturas anormales en procesos, especialmente en aquellos que están vinculados con líquidos inflamables calientes y materiales en secadores. Se evita mediante una supervisión cuidadosa y cumpliendo los actos y condiciones seguras.
- **Superficies calientes (7%)**, por el calor proveniente de calderas, hornos, escapes y conductos de escapes calientes, lámparas eléctricas, planchas, como también metales en procesos calientes que encienden líquidos inflamables y materiales combustibles. Se evita mediante un diseño seguro y un buen mantenimiento de las tuberías de líquidos inflamables, como también dando amplitud de espacio de aislamiento y circulación de aire, entre las superficies calientes y los combustibles.
- **Llamas de quemadores (7%)**, por el uso indebido de lámparas portátiles de soldar, defectos de quemadores de calderas, secadores, hornos y calefactores portátiles. Se evitan mediante un diseño correcto, un buen funcionamiento y mantenimiento, una ventilación adecuada y dispositivos de control para las llamas.
- **Chispas de la combustión (5%)**, por chispas y brasas que desprenden los incineradores, las cúpulas de fundiciones, los hornos, las cámaras de combustión, distintos equipos de procesos y vehículos industriales. Se evitan empleando equipos bien diseñados y cámaras de combustión adecuadamente cerradas, de ser necesario con arrestallamas, en el caso de los escapes en vehículos.
- **Ignición espontánea (4%)**, debido a los desperdicios y residuos engrasados, acumulaciones en secadores, conductos, chimeneas y materiales susceptibles a calentamiento. Se evita mediante un buen orden y limpieza, más un correcto funcionamiento de los procesos. Se deben retirar diariamente los desperdicios, limpiar frecuentemente los conductos de escape y chimeneas, como también aislar los almacenamientos susceptibles de generar calor espontáneo.
- **Cortes, soldaduras (4%)**, por chispas, arcos provenientes de cortes y soldaduras.

- **Exposición a incendios adyacentes (3%)**, debido a incendios que provienen de propiedades vecinas. Los muros contra incendios son la mejor barrera para aislar un incendio. Proteger las aberturas con rociadores o con vidrio armados, según sea la gravedad de la exposición.
- **Incendios premeditados (3%)**, son los producidos intencionalmente por intrusos, adolescentes, trabajadores descontentos y pirómanos. Se evita con vigilancia, instalando vallas y tomando medidas de prevención.
- **Chispas mecánicas (2%)**, producido por chispas de metales extraños en máquinas, particularmente en hiladoras de algodón y en operaciones de esmerilado y trituración. Se evita limpiando la materia prima y retirando las materias extrañas con separadores magnéticos u otros medios.
- **Sustancias derretidas (2%)**, debido a fuegos por metales fundidos que se derraman por rupturas de crisoles o durante su manejo. Se evitan mediante un manejo y mantenimiento adecuado de los equipos.
- **Acción química (1%)**, por falla de control de procesos químicos, productos químicos que reaccionan con otros materiales y descomposición de sustancias químicas inestables. Se evita mediante una adecuada operación, instrumentación y almacenamiento, particularmente evitando condiciones que produzcan calor e impactos.
- **Chispas estáticas (1%)**, produce la ignición de vapores inflamables, de polvos y de fibras combustibles por la descargas de chispas estáticas que se acumulan en los equipos, materiales y cuerpo humano. Se evita con conexiones a tierra, métodos de ionización y humectación.
- **Rayos (1%)**, debido a rayos de tormenta eléctrica, chispas inducidas por elevación de tensión, circuitos en equipos eléctricos y por rayos que caen en las líneas de transmisión de energía eléctrica. Se evita instalando aparta-rayos, capacitores de sobretensión y conexiones a tierra.

1.4.2.3 Consecuencias de los Incendios

Son los daños a bienes y lesiones a personas, derivadas del inicio y propagación del incendio. Sobre las consecuencias materiales de un incendio inciden directamente todos los factores que influyen sobre su propagación, por ser tales consecuencias fruto de la propagación del incendio.

Las consecuencias a las personas se deben a la imposibilidad de evacuación sometándose a los efectos de humos y de la temperatura.

Los humos, por su gran movilidad, alcanzan zonas muy distantes a aquellas en que se desarrolla el incendio, causan más del 90% de las muertes provocadas en los incendios. Los peligros del humo son fundamentalmente: la intoxicación, la pérdida de visibilidad y la exposición al calor (Aguilera, 2013, p. 10).

1.4.2.4 El Humo y los Gases de Combustión

El humo es una suspensión de partículas sólidas en un gas. La suspensión de aquellas partículas que entran en el campo visible y las finas gotas de agua producto de la evaporación, forman lo que normalmente se denomina humo.

La formación del humo es favorecida por:

- La combustión incompleta, que favorece que los productos se descompongan. Esta combustión forma el monóxido de carbono.
- La humedad de los materiales, que favorece a su vez la combustión incompleta.
- La naturaleza de los materiales en combustión. Los hidrocarburos arden con humo muy denso.

Los efectos del humo son, por orden decreciente:

- Intoxicación por monóxido de carbono (CO), ácido cianhídrico, (HCN) y óxido nitroso, (NO). Proporciones en el aire de un 3 por 1 000 de CO, son fatales para las personas.
- Asfixia provocada por insuficiencia de oxígeno en el aire, al disminuir su proporción, al ser diluido el mismo, por los gases de combustión. Porcentajes entre 10 al 14% de deficiencia de oxígeno provocan la inconciencia. Porcentajes de oxígeno inferiores a los citados provocan la muerte en breves minutos.
- Desorientación de las personas e impedimento en la evacuación al eliminar prácticamente la posibilidad de visión.
- Quemaduras por la elevada temperatura de los gases próximos al foco de ignición.

Mientras que las pérdidas materiales por el fuego, aún siendo enormes, son hasta cierto punto mensurables; las pérdidas humanas no se pueden calcular fácilmente (NFPA 101, 2000, p. 15-20).

1.4.2.5 Análisis de los Factores del Incendio

Los principales factores que intervienen en la iniciación, propagación y consecuencias de un incendio, se pueden agrupar en:

a) Factores Técnicos

Los factores técnicos pueden tener su origen en:

- a) Características de los combustibles presentes.
- b) Condiciones de manipulación y almacenamiento de los combustibles.
- c) Focos de ignición presentes.
- d) Situación, distribución y caracterización de los combustibles en el local.
- e) Carga térmica.
- f) Duración y gravedad técnica del incendio.

- g) Condiciones estructurales y de comportamiento del local.
- h) Suficiencia y adecuación de los medios de detección, alarma, extinción.
- i) Verificación y entrenamiento de dichos sistemas.
- j) Tipo y características del combustible.
- k) Variables de utilización de este combustible.
- l) Masa o cantidad de combustible que se espera que entre en ignición (Código del Trabajo, 2014,p. 57).

b) Factores Humanos

Los factores humanos pueden provenir de:

- Grados de especialización de los operarios.
- Grado de mentalización y conocimiento de los riesgos derivados de una manipulación incorrecta.
- Disciplina.
- Adiestramiento de los operarios en la técnica de lucha contra incendios.
- Calidad de la organización de lucha contra incendios.
- Rapidez de detección y alarma.
- Vías de evacuación.
- Adiestramiento del personal para la evacuación.
- Toxicidad de los humos.
- Ocupación del local en número de personas (Cortés, 2007, p. 288).

1.5 PLAN DE EMERGENCIA CONTRA INCENDIO

1.5.1 DEFINICIÓN DE PLAN DE EMERGENCIAS

El plan de emergencias debe responder a las siguientes preguntas: ¿qué se hará?, ¿cuándo se hará? ¿cómo y dónde se hará? y ¿quién lo hará?. Debe contemplar actuaciones o consignas dirigidas a prevenir potenciales situaciones de

emergencia de incendios (Piqué, 1994, p. 4).

1.5.2 OBJETIVO DEL PLAN DE EMERGENCIAS CONTRA INCENDIOS

El plan de emergencia tiene como objetivo la prevención y control de riesgos de incendio en su origen; así como establecer la prioridad a la actuación inicial en forma oportuna hacia los conatos de incendio.

1.5.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UN PLAN DE EMERGENCIAS CONTRA INCENDIOS

Las características principales de un plan de emergencias contra incendios son:

- **Básico:** Debe posibilitar de forma sencilla la respuesta inmediata ante cualquier situación de emergencia.
- **Flexible:** Debe adaptarse en forma continua a las situaciones del lugar.
- **Conocido:** En todo momento todo trabajador, empleado o docente que realice sus tareas en el Edificio Química-Eléctrica, debe conocer el plan de emergencias contra incendio y su contenido.
- **Ejercitado:** Se deben realizar simulacros parciales o totales periódicamente.
- **Vivo:** Se debe actualizar periódicamente, incorporando los cambios y modificaciones que se hayan producido en el transcurso del tiempo y tomar en cuenta cambios de personal, nuevas instalaciones, nuevos medios de extinción de incendios, etc (Azcuénaga, 2006, p. 121).

1.5.4 VIGENCIA DEL PLAN DE EMERGENCIAS CONTRA INCENDIO

El Plan de Emergencia contra incendio, tendrá una vigencia de dos años, de acuerdo al Cuerpo de Bomberos del DMQ (Registro Oficial No. 114, 2009a, p. 4).

1.5.5 SIMULACROS DE EMERGENCIA CONTRA INCENDIOS

Para la evaluación del Plan de Emergencia Contra Incendio se deben realizar simulacros de emergencia, con la periodicidad mínima propuesta en el Plan por lo menos una vez al año, evaluando sus resultados. Los simulacros constituyen una forma de entrenamiento operativo de los procedimientos de actuación (Registro Oficial No. 114, 2009b, p. 5).

1.5.6 PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN ANTE LAS EMERGENCIAS DE INCENDIO

Las distintas emergencias requerirán la intervención de personas y medios para garantizar en todo momento:

1.5.6.1 La Detección y Alerta

Mediante la alerta se comunicará, de la forma más rápida posible, la situación de emergencia para poner en acción a la organización humana establecida en el edificio, con el fin de garantizar su intervención y la toma de precauciones específicas.

Ante una situación de emergencia por incendio, ésta podrá ser humana o automática.

- **Alarma:** Mediante la cual se informa a las personas para que sigan instrucciones específicas ante situaciones de emergencia, por ejemplo, la evacuación del centro en caso un incendio incontrolado.
- La persona encargada de dar la alarma dispondrá de un listado de teléfonos de emergencias: Centro de atención de urgencias y emergencias ECU 911;

etc.

- **Intervención:** Para el control de las emergencias deben constituirse los equipos humanos necesarios para garantizar la intervención ante la misma con el fin de proteger y socorrer a las personas y los bienes.
- **Recepción de las Ayudas Externas:** La coordinación e información entre el personal del edificio y la ayuda externa es fundamental para controlar la emergencia (Cuerpo de Bomberos DMQ, 2009a, p. 2).

1.5.6.2 Definición y Funciones de las Personas y Equipos que Intervendrán en las Emergencias Contra Incendio

En los planes de emergencia deben especificarse las funciones de los diferentes equipos que intervendrán en la emergencia, como jefe de emergencia, jefe de intervención. En igual forma debe aparecer un listado, según la disponibilidad de los medios humanos en la mañana, tarde, noche y días festivos, donde se indique la función, nombre de la persona que la va a realizar y su sustituto, como se muestra a continuación (Cuerpo de Bomberos DMQ, 2009a, p. 2-4):

- **Jefe de Emergencia**
Es la persona de máxima responsabilidad ante la emergencia. Con los datos sobre la evolución de emergencia, enviará al área siniestrada las ayudas internas disponibles y recabará las externas que sean necesarias. Decidirá el momento de la evacuación del edificio. Actuará desde el Centro de Comunicaciones o Control.
- **Jefe de Intervención**
En las operaciones de intervención de la emergencia, asume la fase práctica de la dirección y coordinación de los equipos de intervención, aplicando las órdenes dadas por el jefe de emergencia.

- **Equipos de Primera Intervención (EPI)**

Está formado por lo menos de dos trabajadores que intervienen de forma inmediata ante la situación de emergencia con el fin de eliminarla o impedir su extensión. Intervienen en conatos de incendio con extintores portátiles.
- **Equipos de Segunda Intervención**

Constituyen personal: docente, administrativo y trabajadores encargados de actuar cuando la emergencia no ha podido ser controlada por los equipos de primera intervención (EPI). Apoyarán cuando sea necesario, a los Servicios de ayuda exteriores. Sus componentes deben tener formación y adiestramiento adecuados. La constitución de este equipo de intervención podrá obviarse en aquellos centros de trabajo de determinadas características: baja ocupación; poca superficie; fáciles de evacuar, con salida directa al exterior.
- **Equipos de Alarma y Evacuación**

Personal encargado de garantizar que se ha dado la alarma y asegurar una evacuación total y ordenada del edificio.
- **Equipos de Primeros Auxilios**

Personal con conocimientos en la materia como médicos, enfermeras, paramédicos, cuya misión será proporcionar la asistencia sanitaria a las víctimas de una eventual emergencia, mientras llega la ayuda externa.
- **Centro de Control o Comunicaciones**

Lugar del centro donde convergen y desde donde se coordinan las comunicaciones entre los diversos equipos internos que actúan ante la emergencia, entre estos y el exterior por ejemplo: Secretaría de la Facultad de Química y Agroindustria, garita de la guardianía, etc.
- **Puntos de Reunión**

Serán aquellos lugares exteriores al edificio donde el personal que interviene en la evacuación deberá concentrarse, con el objeto de verificar a través de los equipos de alarma y evacuación si algún trabajador se encuentra dentro de las instalaciones.
- **Equipos de Apoyo**

Constituye el personal encargado de prestar ayuda a otros equipos durante la emergencia, a criterio del jefe de la emergencia. Estos trabajadores no forman parte de ninguno de los equipos de intervención establecidos de antemano.

1.5.6.3 Organización Humana

Constituye el esquema de planificación del personal para actuar en situaciones de emergencia contra incendio; tomando en cuenta la capacitación del personal, así como la adquisición de destrezas y habilidades.

1.6 NORMATIVA VIGENTE

Al estar ubicada en la parroquia La Floresta la Escuela Politécnica Nacional, tiene que cumplir con las ordenanzas municipales del Distrito Metropolitano de Quito y las regulaciones en materia de incendios que fije el Cuerpo de Bomberos del DMQ.

Por lo tanto, el Plan de Emergencia Contra Incendio está regulado por el Cuerpo de Bomberos del DMQ.

2. METODOLOGÍA

2.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO EN EL EDIFICIO DE QUÍMICA ELÉCTRICA DE LA EPN

Se inspeccionaron todos los pisos del Edificio Química-Eléctrica, posteriormente se identificaron los peligros de incendio a los cuales están expuestas las células cortafuegos de cada piso y de esta forma se estableció el riesgo de incendio del edificio.

De acuerdo con el formato del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, se realizó la inspección preliminar del Edificio Química-Eléctrica de la EPN, para lo cual se consideraron los ocho pisos pertenecientes al edificio, con sus linderos de acuerdo con los planos del edificio y tomando en cuenta los requisitos de inspección de incendios para edificios públicos y privados, vigente para el cantón Quito y que son los siguientes:

- m) Características estructurales
- n) Condiciones físicas del local como: sistemas eléctricos, estructura y riesgos de incendio, almacenamiento, señalización, equipos contra incendios.
- o) Seguridad humana

Posteriormente se realizó un segundo check list, una vez que se implementaron las medidas correctivas contra incendio en el edificio. De esta forma se estableció el porcentaje de cumplimiento de los requerimientos exigidos en el formato de inspección de edificios públicos y privados del DMQ, conforme a lo requerido por el Cuerpo de Bomberos del DMQ.

2.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO

Se evaluaron los riesgos de incendio del Edificio Química-Eléctrica de la EPN, utilizando el método Gretener, el cual para su desarrollo requiere la evaluación previa de la carga térmica, entre otros parámetros. Se calculó la carga térmica contenida en cada célula corta fuego o compartimento, de cada piso y se determinó la cantidad de material combustible contenida en cada oficina, aula o laboratorio, como: madera, papel, tela.

Se midieron el largo, ancho y espesor y se estableció el volumen de cada mueble y, con la densidad del material combustible perteneciente al mueble, se estableció el peso de la madera. Se utilizó el calor de combustión de la madera, papel, tela y se midieron las respectivas áreas de las células corta fuegos, con lo que se evaluó la carga de fuego referida a los materiales combustibles (INSHT, 1984, p. 12).

Con los datos de la carga térmica de cada célula corta fuego de cada piso del edificio se determinó la célula corta fuego representativa de cada piso, con base en el mayor valor de la carga térmica.

En igual forma se aplicó a todos los pisos del edificio, para concluir en la célula corta fuego crítica del edificio. De esta forma se evaluaron los riesgos de incendio debido a las cargas térmicas de cada célula cortafuego del edificio, cuyos valores referenciales son: (NTP 36, 1983, p. 2)

- Entre 0 - 200 Mcal/m² es riesgo bajo, o entre 0 - 35 kg/m²
- Entre 200 - 800 Mcal/m² es riesgo medio, o entre 35 - 75 kg/m²
- Entre 800 – 3 200 Mcal/m² es riesgo alto, o mayor a 75 kg/m².

Sobre la base de los datos de la carga térmica de la célula cortafuego crítica del Edificio Química-Eléctrica, se procedió a evaluar el riesgo de incendio del edificio utilizando el método Gretener, que se fundamentó en los siguientes parámetros:

- El grado en que se halla expuesto el edificio al riesgo de incendio, tomando en cuenta los factores de peligro P que incluyen a la carga térmica inmobiliaria del edificio y el producto de los factores de protección.
- Se evaluaron las medidas de protección de incendio, las cuales se dividieron en: medidas normales, especiales y constructivas.
- Se determinó el riesgo de incendio efectivo R, cuyo resultado es el valor de la exposición al riesgo B, multiplicado por el factor A.
- Se cuantificaron los peligros inherentes al contenido, que son los siguientes: combustibilidad, carga de incendio mobiliaria, peligro de humos, peligro de corrosión.
- Se establecieron los peligros inherentes al edificio que son: carga térmica inmobiliaria, nivel de la planta, dimensión del compartimento.
- Se contemplaron las medidas de protección adoptadas.
- Se calculó el peligro de activación.
- Se cuantificó la relación del riesgo de incendio aceptado R_u con el riesgo efectivo R, esta división constituye la seguridad contra incendios, expresada en la Ecuación 2.1.

$$Y = R_u / R \quad [2.1]$$

Dónde:

Y = factor de seguridad contra el incendio

$Y \geq 1$ = la seguridad contra el incendio es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado

$Y \leq 1$ = la seguridad contra el incendio es insuficiente y se debe poner mayor protección contra el incendio, mejor adaptados a la carga térmica de incendios.

Se establecieron dos alternativas, una antes y otra después de haber implementado las medidas correctivas, de esta forma se evaluó la seguridad contra incendio para el edificio.

2.3 PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

Se realizó la propuesta de medidas básicas de protección y control de incendios en el Edificio Química-Eléctrica de la EPN, que por estar ubicado en el Distrito Metropolitano de Quito, está sujeto a las leyes y reglamentos emitidos por el Cuerpo de Bomberos del DMQ.

Se tomaron en cuenta los siguientes recursos de protección de incendios:

- Extintores de PQS.
- Lámparas de emergencia.
- Detectores de humo.
- Pulsadores de alarma.
- Alarmas de incendio.
- Cajetines metálicos para alojamiento de extintores.
- Señalización de incendios y evacuación.

2.4 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIAS CONTRA INCENDIO

2.4.1 OBJETIVOS DEL PLAN

Se dispuso de personas organizadas, formadas y adiestradas, que garanticen rapidez y eficacia en las acciones a emprender para el control de emergencias. Se tomó en cuenta lo siguiente:

- Conocer el edificio y sus dependencias.
- Prevenir la causa de la emergencia.
- Programar los planes de actuación.

- Tener informado al personal del edificio de cómo actuar en caso de emergencia.
- Garantizar la total evacuación del edificio en forma rápida y segura (Cuerpo de Bomberos DMQ, 2009b, p. 4)

2.4.2 COMPONENTES DEL PLAN DE EMERGENCIA

Se estableció la ubicación, linderos, capacidad del Edificio Química-Eléctrica de la EPN, además se consideraron los siguientes factores:

- Se efectuó la identificación de factores de riesgos de incendio en cada una de las dependencias o células cortafuegos.
- Se evaluaron los riesgos de incendio detectados en cada una de las células cortafuego de cada piso y luego se determinó el riesgo de incendio del edificio con base en los datos obtenidos de cada piso.
- Se estableció la prevención y control de riesgos de incendio del edificio.
- Se verificó el tipo de mantenimiento del edificio y su grado de cumplimiento.
- Se elaboró el protocolo de alarma y comunicaciones.
- Se organizaron los protocolos de intervención ante emergencias.
- Se dispuso el proceso de evacuación del personal que ocupa el edificio en caso de incendio, para lo cual se realizó el simulacro de evacuación, con el personal de limpieza y mantenimiento del edificio.
- Se estableció el procedimiento para la implantación del plan de emergencia de acuerdo a las ordenanzas del Cuerpo de Bomberos del DMQ (Cuerpo de Bomberos DMQ, 2009a, p. 3).

2.4.3 IMPLEMENTACIÓN INICIAL

La fase de la implementación inicial del plan de emergencia contra incendio, se inició con el proceso de evacuación del personal correspondiente al

séptimo piso, ya que constituyó el piso más alejado de la puerta de salida del edificio (INSHT, NTP, 1982, p. 3).

2.4.3.1 Evacuación

El plan de emergencia contra incendio de un edificio o lugar de trabajo tuvo el objetivo de proteger a las personas y las instalaciones ante situaciones críticas, minimizando sus consecuencias. La mejor salvaguarda para los ocupantes del edificio ante una emergencia, es que puedan trasladarse de su sitio de trabajo a un lugar seguro, libre del riesgo de incendio, a través de un itinerario protegido y en un tiempo adecuado esto es, realizaron una evacuación eficiente desde su lugar habitual de trabajo hasta un sitio de encuentro o lugar seguro, allí permanecieron hasta recibir una nueva disposición.

2.4.3.2 Simulacro de Evacuación

Para realizar el evento de evacuación se tomó en cuenta la disposición de las salidas al exterior del edificio a través de las puertas, la dirección de éstas. Además se establecieron los tiempos de evacuación desde el aula más alejada del edificio, que se halla en el séptimo piso hasta el lugar de encuentro o sitio seguro. El tiempo de evacuación se consideró desde que suena la alarma hasta la llegada del último participante al lugar de encuentro (Ley de Defensa Contra Incendios, 2007, p. 5).

2.5 VERIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS A SER IMPLEMENTADAS

Se fundamentó en comprobar que las medidas a ser implementadas estén de acuerdo a lo programado y no exista afectación a terceros y al medio ambiente.

Se establecieron dos inspecciones de riesgos de incendio al edificio Química-Eléctrica de la EPN; una al inicio y la otra al final del presente trabajo. En la primera

inspección se establecieron los componentes contra incendio que disponía el edificio y en la segunda inspección se consideraron las medidas correctivas a ser implementadas, de acuerdo al formato de inspección de edificios públicos y privados elaborado por el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.

En la inspección inicial o check list preliminar de riesgos de incendio se determinó que el edificio cumple con seis de los requisitos exigidos en el formato y son los siguientes: disposición de breakers para cortar el flujo de corriente eléctrica en lugares de fácil acceso identificables, presencia de materiales resistentes al fuego, contar con escaleras completamente cerradas sin ventanas ni orificios, extintores con etiquetas de revisión y señalización que indiquen las instrucciones de uso, presenta registros de inspecciones de mantenimiento de los equipos contra incendios, puertas ubicadas en la vía de evacuación con un ancho mínimo de 86 cm y una altura nominal de 2,10 m.

En el segundo check list, se realizó la inspección del edificio para comprobar que una vez implementadas las medidas correctivas, el edificio cumple con los siguientes requerimientos adicionales a los anteriores y son los siguientes: sistemas eléctricos internos, externos en buenas condiciones, conexión a tierra para descargar la electricidad estática en las áreas de mayor riesgo de incendio, sistemas de pararrayos, las áreas que presentan mayor riesgo de incendio están alejadas de focos de ignición, todo producto químico almacenado se halla en recipientes adecuados, hojas de seguridad para los productos químicos peligrosos disponibles, cilindros de gases almacenados adecuadamente, equipos contra incendios con señalización adecuada bajo norma INEN 439, sistemas de detección de incendios conectados a un panel de monitoreo, pulsadores de alarma y difusores de sonido, presencia de extintor de 20 lb por cada 200 m², extintores en buen estado de funcionamiento, extintores libres de obstáculos e identificables, los extintores con etiquetas de revisión y señalización, personal con entrenamiento en el uso y manejo de equipos contra incendio, brigadas capacitadas, entrenadas en seguridad contra

incendio, plan de emergencia, vías de evacuación con iluminación de emergencia, puntos de encuentro ubicados en espacios libres de riesgos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO EN EL EDIFICIO DE QUÍMICA ELÉCTRICA DE LA EPN

Al identificar los riesgos de incendio del Edificio Química-Eléctrica se obtuvo que no cuenta con los siguientes elementos:

- Escaleras de emergencia.
- Extintores de incendio.
- Sistemas de detección de humo.
- Alarmas de incendio.
- Señalización.
- Sistemas fijos contra incendio.
- Iluminación de emergencia.
- Pararrayos.
- Puertas elaboradas con materiales resistentes al fuego.
- Orden y limpieza de los materiales combustibles.
- Aislamiento de los materiales peligrosos que presentan riesgos de incendio.
- Hojas de seguridad de los materiales peligrosos.
- Recipientes adecuados para almacenamiento de productos químicos.
- Almacenamiento adecuado de los cilindros de GLP.
- Red hídrica contra incendios.
- Reserva de agua contra incendios.
- Boca de incendio equipada.
- Gabinetes contra incendios.

- Personal con entrenamiento en combate al fuego.
- Brigadas contra incendio capacitadas.
- Vías de evacuación.
- Puertas de emergencia, etc., en número suficiente de acuerdo a la normativa vigente (Registro Oficial No. 114, 2009b, p. 3-15).

Se observó que las puertas de acceso y salida del edificio se hallan obstruidas por la presencia de estudiantes, los cuales dificultan los ingresos y salidas al edificio, que en caso de incendio impiden la pronta evacuación del personal.

Los hidrantes exteriores al edificio se encuentran ubicados dentro del recinto de la Escuela Politécnica Nacional, uno frente al edificio de Ingeniería Química y Agroindustria, el otro frente al Centro de Investigaciones y Control Ambiental (CICAM), junto a la pared colindante con la Universidad Católica. Estos hidrantes pertenecen a la red pública del barrio La Floresta y sirven para el suministro de agua contra incendios a los carros tanque del Cuerpo de Bomberos DMQ, tienen un diámetro de boca de salida de 2 ½ pulgadas, rosca NTP, como se indican en las Figuras 3.1 y 3.2.



Figura 3.1. Hidrante situado frente al Edificio de Ingeniería Química



Figura 3.2. Hidrante situado frente al Centro de Investigaciones y Control Ambiental

Se establecieron dos formatos de inspección de incendios en el Edificio Química-Eléctrica, que se encuentran en los Anexos I y II, y de acuerdo al impreso de inspección de edificios del Cuerpo de Bomberos del DMQ. Uno antes de implementar las medidas correctivas y el otro después de implementar las medidas correctivas.

Se inspeccionó el edificio y se determinó que debió cumplir con 55 requisitos descritos en el formato de inspección de incendios, de los cuales 9 requerimientos no aplicaron para el Edificio Química-Eléctrica.

De las 46 exigencias restantes, se evaluaron tomando en consideración si cumplen o no con lo especificado en el formato y se determinó lo siguiente:

En el check list preliminar se inspeccionó el edificio, antes de establecer las medidas correctivas, se concluyó que 6 condiciones sí cumplieron con lo solicitado, por lo

tanto el porcentaje de aceptación fue del 13,04 %, como se puede observar en el Anexo I, estos cumplimientos fueron los siguientes:

- Breakers para cortar el flujo de corriente eléctrica en lugares de fácil acceso e identificables.
- El edificio fue construido con materiales resistentes al fuego.
- Presencia de escaleras cerradas sin ventanas ni orificios.
- Extintores con etiquetas de revisión y señalización.
- Registro de inspecciones y mantenimiento de los equipos contra incendios.
- Las puertas ubicadas en la vía de evacuación con un ancho mínimo de 86 cm y una altura nominal de 2,10 m.

En el check list de inspección final del edificio, después de establecer las medidas correctivas, se concluye que 26 condiciones, incluyendo las 6 condiciones anteriores si cumplen con lo solicitado, el porcentaje de aceptación es del 56,52 %, como se puede comprobar en el Anexo II. Estos nuevos cumplimientos son:

- Sistemas eléctricos internos, externos en buenas condiciones.
- Conexión a tierra para descargar la electricidad estática en las áreas de mayor riesgo de incendio.
- Sistemas de pararrayos de acuerdo al Reglamento de Prevención de Incendios.
- Las áreas que presentan mayor riesgo de incendio se encuentran alejadas de focos de ignición.
- Todo producto químico está almacenado en recipientes adecuados.
- Hojas técnicas de seguridad (MSDS) de los productos químicos peligrosos disponibles.
- Se hallan separadas las sustancias químicas que pueden reaccionar juntas.
- Cilindros de gases se hallan almacenados adecuadamente y tienen dispositivos de fijación.
- Equipos contra incendios tienen señalización adecuada bajo norma INEN 439.
- Posee sistemas de detección de incendios conectados a un panel de monitoreo.

- Pulsadores de alarma y difusores de sonido adecuados para la transmisión audible de alarmas.
- Presencia de extintor de 20 lbs o su equivalente por cada 200 m² o se halla colocado cada 25 metros lineales máximo.
- Extintores en buen estado de funcionamiento, cargados y operables.
- Extintores se encuentran a una altura de 0,10 m como mínimo y a 1,50 m como máximo del piso al cuello del extintor.
- Extintores libres de obstáculos e identificables.
- Personal con entrenamiento en el uso y manejo de equipos contra incendio.
- Brigadas capacitadas, entrenadas y equipadas en seguridad contra incendios.
- Plan de emergencia.
- Vías de evacuación, con iluminación de emergencia.
- Vías de evacuación conducen a espacios exteriores abiertos.
- Puntos de encuentro se hallan en espacios libres de riesgos.

3.2 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE INCENDIO EN EL EDIFICIO QUÍMICA-ELÉCTRICA

3.2.1 CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA MOBILIARIA DEL EDIFICIO QUÍMICA-ELÉCTRICA

El Edificio Química-Eléctrica de la EPN, se halla formado por: aulas, laboratorios, bodegas y pasillos; constituyendo cada uno de ellos una célula cortafuegos, que constituye una componente del edificio cuya superficie no excede los 200 m², separada del conjunto por medio de paredes, suelo, techos y cierres, para que en el caso de dar inicio un incendio, éste queda confinado en el espacio y no puede propagarse a otro lugar. En cada una de estas células cortafuegos se calculó el volumen del material combustible y con el calor de combustión de cada material, se evaluó la carga de fuego referida a la madera. De acuerdo al cálculo de la carga

térmica realizado a los diferentes laboratorios, aulas, bodegas representativas comprendidas en los ocho pisos del edificio, se determinó que la bodega de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria constituye la célula cortafuego crítica del edificio, obteniéndose el valor de la carga de fuego referida a la madera de 300,09 kg/m², este valor indica riesgo alto; ya que supera el valor límite de 120 kg/m², los valores de la carga térmica de incendios y la clasificación de riesgos se hallan descritos en el acápite 2.2.

Además se evaluaron las cargas térmicas correspondientes a cada una de las plantas del edificio, las cuales se pueden observar en el Anexo III.

3.2.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO GRETENER PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE INCENDIO EN EL EDIFICIO QUÍMICA-ELÉCTRICA

Se evaluó el riesgo de incendio utilizando las tablas de Gretener, las cuales constan en el Anexo IV.

Se establecieron dos alternativas de evaluación, una antes de la implementación de medidas y recursos de protección contra incendios y la otra después de la implementación de las medidas correctivas contra incendios, para lo cual se calcularon los siguientes parámetros para las dos alternativas:

En la hoja de cálculo de Gretener se observó que, utilizando la alternativa antes de implementar las medidas correctivas, el factor Y es igual a 0,47; por ser menor a 1, la seguridad contra el incendio es insuficiente, por lo tanto es necesaria la implementación de medidas de protección contra incendios. Mediante la segunda alternativa, es decir usando las medidas de protección contra incendios, el factor Y obtiene el valor de 1,10; por lo tanto la seguridad contra incendio es aceptable, como se puede verificar en el Anexo V.

3.3 PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS PARA EL EDIFICIO QUÍMICA ELÉCTRICA

Se propusieron las medidas básicas de protección y control de incendios, las cuales se implementaron en el Edificio Química-Eléctrica, que está sujeto a las leyes y reglamentos emitidos por el Cuerpo de Bomberos del DMQ (Ordenanza Metropolitana No. 470, 2013, p. 5).

3.3.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las medidas de prevención de incendios se aplicaron al Edificio Química-Eléctrica en forma general y comprenden las disposiciones tendientes a evitar que suceda el accidente o a mitigar las consecuencias, se determinaron las siguientes:

- Establecer la prohibición de fumar dentro del edificio.
- Organizar el mantenimiento eléctrico del edificio.
- Mejorar el mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricos que se hallan en mal estado.
- Disponer el manejo y disposición de cilindros de GLP.
- Despejar las puertas de acceso al Edificio Química-Eléctrica.
- Capacitar al personal de limpieza del edificio, en materia de seguridad contra incendios.
- Realizar simulacros de incendio, dos veces al año.

3.3.2 RECURSOS BÁSICOS A IMPLEMENTARSE EN EL EDIFICIO DE QUÍMICA ELÉCTRICA

Una vez inspeccionado el Edificio Química-Eléctrica, se observó que no tiene algunos recursos y materiales contra incendio básicos para afrontar un conato de incendio, los cuales se describen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Recursos básicos a implementarse en el Edificio Química-Eléctrica

| Cantidad | Descripción |
|-----------------|--|
| 32 | Extintores PQS de 10 lb, tipo ABC, con su respectiva rotulación y cajetín, de acuerdo a la norma NFPA 10 (ver planos del edificio, ANEXO VI) |
| 32 | Lámparas de emergencia, alimentadas con una batería sellada cada una de 12 AH, de 20 W, 115 VAC, con dos halógenos, de acuerdo a la Norma Básica de Edificación NBE-CPI/96 (ver planos del edificio, ANEXO VI) |
| 32 | Detectores de humo fotoeléctrico de 2 hilos, para corriente DC no polarizados, de acuerdo con la norma NFPA 72 (ver planos del edificio, ANEXO VI) |
| 32 | Pulsadores de alarma, de acuerdo con la norma NFPA 72 (ver planos del edificio, ANEXO VI) |
| 32 | Alarmas de incendio, de acuerdo con la norma NFPA 72 (ver planos del edificio, ANEXO VI) |
| 32 | Cajetines metálicos para los extintores (ver planos del edificio, ANEXO VI) |
| 64 | Láminas de señalización contra incendios y evacuación (ver planos del edificio, ANEXO VI) |
| 2 | Botiquines de primeros auxilios (ver planos del edificio, ANEXO VI) |

Además de implementar la dotación de los elementos de protección contra incendio descritos anteriormente, se realizará lo siguiente:

- Dotación de una escalera de emergencia fija en la parte exterior del edificio, para una correcta evacuación, con salidas desde el interior hacia la escalera de emergencia, mediante puertas anti pánico, con apertura hacia la escalera o parte exterior.
- Capacitación al personal de docentes, estudiantes y trabajadores sobre el uso de los elementos de protección contra incendio.
- Cumplimiento con los simulacros de alarma de incendio y evacuación, uno semestral.

3.4 PLAN DE EMERGENCIAS CONTRA INCENDIOS DEL EDIFICIO DE QUÍMICA-ELÉCTRICA

El Plan de Emergencias para el Edificio Química-Eléctrica de la EPN, de acuerdo al formato del Cuerpo de Bomberos del DMQ consta de:

- Portada, donde contempla la fachada principal, dirección exacta, representante legal, como se muestra en la Figura 3.3.
- Mapa de geo-referenciación del edificio, presentado en la Figura 3.4.
- Descripción de la Empresa.
- Identificación de factores de riesgo propios de la organización.
- Evaluación de factores de riesgo detectados.
- Prevención y control.
- Mantenimiento.
- Protocolo de alarma y comunicaciones.
- Protocolos de intervención ante emergencias.
- Evacuación.
- Procedimientos para la implantación del Plan de Emergencia.



Figura 3.3. Fachada principal Edificio Química-Eléctrica

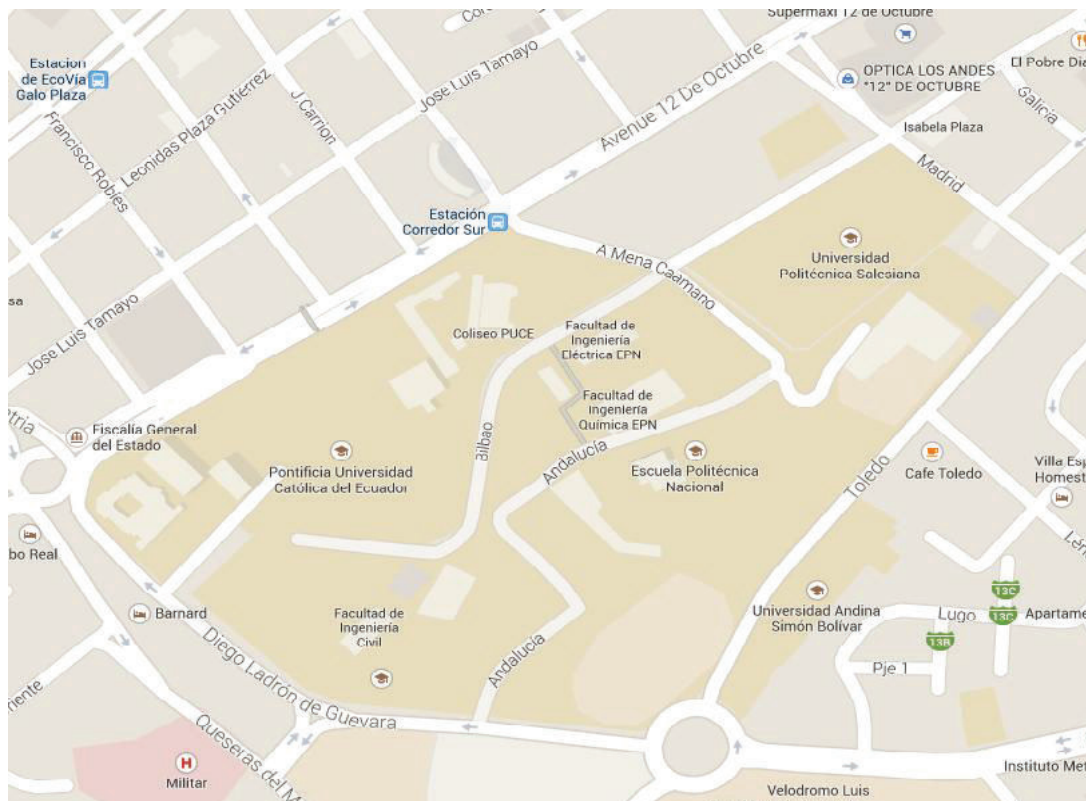


Figura 3.4. Mapa de geo-referenciación de la EPN

3.4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO QUÍMICA-ELÉCTRICA DE LA EPN

A continuación se presentaron los datos generales de la Escuela Politécnica Nacional y en forma específica del Edificio Química-Eléctrica, para la elaboración del plan de emergencia contra incendio.

| | |
|----------------------------------|---|
| Nombre o Razón Social: | ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL |
| Actividad: | Enseñanza superior |
| Dirección: | Calle Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía |
| Superficie total: | 14 000 m ² . |
| No. de plantas: | 8 |
| Área útil de cada planta: | 1 848 m ² . |

Número total de estudiantes, trabajadores y profesores en el edificio:

1 200

Número de estudiantes, trabajadores y profesores eventuales: 3

Número de trabajadores ocasionales: 0

Turnos de trabajo: 1

Horario de trabajo: de 07:00 a 20:00 de lunes a viernes.

Visitas/pasantes/número de alumnos/personal de mantenimiento (aseo) aforo:

Diariamente concurren a las oficinas alrededor de diez personas visitantes y seis personas de mantenimiento en promedio y tomados en forma aleatoria su llegada.

3.4.2 SITUACIÓN GENERAL

3.4.2.1 Antecedentes (Construcción, Conato de Incendio, Materiales, Cambios, Hidrantes más Cercanos)

El Edificio Química-Eléctrica, forma parte del campus José Rubén Orellana Ricaurte de la Escuela Politécnica Nacional. Viene laborando desde hace unos 145 años. Esta universidad tiene como misión formar académicos y profesionales en ingeniería y ciencias, con conciencia ética, solidarios, críticos, capaces de contribuir al bienestar de la comunidad; así como: generar, difundir y transmitir el conocimiento científico y tecnológico, con responsabilidad social, como resultado de una dinámica interacción con los actores de la sociedad ecuatoriana y la comunidad internacional.

3.4.2.2 Ubicación

El Edificio Química-Eléctrica de la EPN tiene una vida útil de 44 años, colinda por el norte con varios negocios y edificios de viviendas, por el lado sur con la cancha de básquet ball de Ingeniería Mecánica, por el oeste con la Facultad de Ingeniería Eléctrica y por el este con la calle Andalucía.

Ante un conato de incendios los hidrantes más cercanos se hallan ubicados en: uno frente al Edificio de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria sector oriental, calle Andalucía y otro frente al Laboratorio CICAM (Centro de Investigaciones y Control Ambiental).

El tipo de construcción del Edificio Química-Eléctrica es mixto de hormigón con acabados de madera, constituyendo la mayor parte de la construcción de material no inflamable.

3.4.3 JUSTIFICACIÓN

El Edificio Química-Eléctrica aloja en sus instalaciones alrededor de 1 930 personas al día, tiene un área de alta densidad poblacional, compuesta por: estudiantes, profesores, trabajadores y personal administrativo, su exposición a varias amenazas especialmente de incendios es baja; lo cual se demuestra con el cálculo de la carga térmica de los diferentes pisos, lo que se puede observar en el Anexo II.

3.4.3.1 Hipótesis (Incendios, Sismos, Atentados)

El Edificio Química-Eléctrica, puede sufrir las amenazas de: incendios, los embates de la naturaleza como producirse un sismo de regular intensidad; ya que todo el territorio nacional se encuentra formando parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, los cuales provocarían pérdidas de vida humanas, lesiones de consideración y pérdidas materiales en detrimento del normal desarrollo de sus actividades.

3.4.3.2 Objetivos

- Prevenir, mitigar los efectos del posible riesgo de incendio, así como de un desastre natural (sismo).

- Alcanzar una eficiente organización, estableciendo como meta la mejora continua, capacitación y adiestramiento al personal, para que cuando se presente una emergencia reaccione inmediata y positivamente ante la emergencia.

3.4.4 MISIÓN

Ofrecer al personal las condiciones de seguridad los cuales ocupan las instalaciones del Edificio Química-Eléctrica, las mejores condiciones para desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje en las correspondientes especializaciones.

3.4.5 EJECUCIÓN DEL PLAN

3.4.5.1 Concepto General de la Forma de Actuar

Para cumplir con la misión y alcanzar los objetivos propuestos se conforma la Jefatura de Protección ante Eventos Adversos (JPEA), con sus respectivas brigadas, Unidades de Defensa Civil y el respectivo equipamiento a fin de salvaguardar la vida y la propiedad de la Institución.

3.4.5.2 Inversión Inicial

La inversión inicial global para atender los requerimientos de las diferentes Unidades contempladas en el Plan de Contingencias del Edificio Química-Eléctrica es de US 8 367,20.

Tabla 3.2. Inversión inicial de los requerimientos contra incendios para el Edificio Química-Eléctrica

| Cantidad | Valor Unitario US \$ | Descripción | Valor Total US \$ |
|--------------------|-----------------------------|--|--------------------------|
| 32 | 65,00 | Extintores PQS de 10 lb, tipo ABC, con su respectiva rotulación y cajetín, de acuerdo a la norma NFPA 10 (ver planos del edificio) | 2 080,00 |
| 32 | 30,00 | Lámparas de emergencia, alimentadas con una batería sellada cada una de 12 AH, de 20 W, 115 VAC, con dos halógenos, de acuerdo a la Norma Básica de Edificación NBE-CPI/96 (Ver Planos del Edificio) | 960,00 |
| 32 | 17,85 | Detectores de humo fotoeléctrico de 2 hilos, para corriente DC no polarizados, de acuerdo con NFPA 72 (Ver Planos del Edificio) | 571,20 |
| 32 | 25,00 | Pulsadores de alarma, de acuerdo con NFPA 72 (Ver Planos del Edificio) | 800,00 |
| 8 | 35,00 | Alarmas de incendio, de acuerdo con NFPA 72 (Ver Planos del Edificio) | 280,00 |
| 32 | 40,00 | Cajetines metálicos para los extintores | 1 280,00 |
| 64 | 7,00 | Láminas de señalización contra incendios y evacuación, (Ver Planos del Edificio) | 448,00 |
| 2 | 42,00 | Botiquines de primeros auxilios | 84,00 |
| 32 | 7,00 | Servicio instalación de cajetines extintores | 224,00 |
| 32 | 20,00 | Servicio de instalación de lámparas de emergencia | 640,00 |
| 32 | 7,00 | Servicio de instalación de pulsadores de alarma | 224,00 |
| 32 | 5,00 | Servicio de instalación de detectores de humo | 160,00 |
| 8 | 40,00 | Servicio de instalación de alarmas contra incendio y pulsadores | 320,00 |
| 64 | 4,00 | Servicio instalación de señalización | 256,00 |
| 2 | 20,00 | Servicio de instalación de los botiquines | 40,00 |
| Total US \$ | | | 8 367,20 |

3.4.5.3 Fases del Plan

Es la fase previa a la ocurrencia del desastre, en la que se involucran actividades de prevención, mitigación, preparación y alerta.

- Fase anterior: etapa de preparación.

Desde: la aprobación y divulgación del presente Plan.

Hasta: el instante en que se desencadene el fenómeno.

- Fase durante: etapa de respuesta.

Desde: el instante en que se desencadene el fenómeno.

Hasta: el control y superación de la emergencia.

- Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia.

Desde: el control y superación de la emergencia.

Hasta: el restablecimiento de las actividades normales de labor.

3.4.5.4 Actividades que Deben Cumplir los Organismos Dependientes

3.4.5.4.1 Cuerpo Directivo

Constituyen las máximas autoridades de una institución, de acuerdo a su jerarquía, bajo su administración se halla el área de la emergencia.

Los responsables serán las autoridades máximas de la Institución:

- a) Rector de la EPN
- b) Vicerrector Académico
- c) Decano de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Organizar la Jefatura de Protección ante Eventos Adversos (JPEA).
- Facilitar los recursos necesarios para el cumplimiento de la misión y objetivos.
- Revisar y aprobar los instructivos sobre autoprotección institucional para su divulgación interna.
- Supervisar el cumplimiento de las disposiciones impartidas.
- Presidir las reuniones periódicas de evaluación, referente a la ejecución de este Plan.
- Estimular las acciones meritorias de las personas en actos de autoprotección en la Institución.
- Aprobar y hacer cumplir el calendario de simulacros de evacuación del personal del establecimiento (2 anuales).

Fase durante: etapa de respuesta

- Supervisar la emergencia, supervisar que la Jefatura de Protección ante Eventos Adversos ejecute las tareas contempladas en el Plan.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Disponer la inmediata evaluación del daño y realizar el Análisis de Necesidades (EDAN) sobre qué evento pudo haber ocasionado daño a las instalaciones.
- Suspender las actividades en el establecimiento, señalando la fecha y hora de la suspensión y la fecha aproximada de su reiniciación.
- Registrar la ayuda a los moradores del vecindario, en el caso de ser factible, despertando el sentido de solidaridad y cooperación.
- Ordenar el reinicio de actividades si el fenómeno no causó mayores estragos.

3.4.5.4.2 Jefatura de Protección ante Eventos Adversos (JPEA)

Habrán dos responsables: Principal y Alterno.

- a) Decano de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria.
- b) Subdecano de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria.

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

La Escuela Politécnica Nacional, en coordinación con la Junta Provincial de Seguridad Ciudadana, elaborará y/o actualizará el Plan de Emergencias del Edificio Química-Eléctrica para lo cual deberá:

- Organizar, capacitar y adiestrar a las Brigadas y Unidades de Autoprotección en las tareas de:
 - Campamentación
 - Búsqueda, Rescate y Evacuación
 - Primeros Auxilios
 - Contraincendios
 - Orden y Seguridad
 - Comunicaciones
- Verificar si la edificación fue construida con especificaciones sismo– resistentes y si es necesario mejorar sus características estructurales.
- Determinar áreas críticas, zonas de seguridad, rutas de escape o evacuación, rutas alternas, su señalización en el plano, para ser utilizada en casos de emergencia.
- Eliminar o reducir los riesgos potenciales de: derrames, incendios y explosiones; mediante inspecciones técnicas regulares a las instalaciones eléctricas, de gas GLP y otras afines.
- Sectorizar el edificio y asignar responsabilidades al personal de funcionarios que se encuentran laborando en las diferentes instalaciones.
- Actualizar los sistemas de vigilancia y alarma así como el código de alertas que se utilizará ante la amenaza o presencia del fenómeno.
- Dirigir y realizar los simulacros de evacuación, de acuerdo al cronograma establecido, uno cada semestre.
- Controlar que se realice adecuadamente el mantenimiento de los servicios vitales.

- Ubicar adecuadamente y graficar en un plano (croquis), los extintores, depósitos de agua, hidrantes, altavoces, sirenas, botiquines de primeros auxilios, camillas, etc.
- Prever el método y vías de evacuación de las personas que no pertenecen a la Institución, que pueden encontrarse en el interior del edificio en el momento del evento adverso.
- Establecer con el asesoramiento del personal técnico de seguridad y salud, las probables consecuencias del fenómeno del sismo, fuego, etc, en las estructuras del edificio de la Institución o de la zona donde se encuentra ubicado, a fin de establecer las medidas de protección adecuadas.

Fase durante: etapa de respuesta

- Poner en ejecución las actividades previstas en el Plan.
- Disponer la evacuación del personal fijo y flotante hacia la zona de seguridad o Punto de Encuentro, si fuere necesario.
- Establecer el enlace con los organismos básicos de Defensa Civil.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Obtener del Cuerpo Directivo, el apoyo humano, moral y económico necesario para superar el problema y retornar lo antes posible a la normalidad.
- Disponer y controlar que las personas que resultaren afectadas por el riesgo (personal fijo y/o flotante), reciban la atención médica necesaria.
- Recomendar la suspensión de actividades, si el edificio se encuentra en malas condiciones de funcionamiento.

3.4.5.4.3 Brigada General de Defensa Civil

La Defensa Civil es una actividad que debe realizarse en forma permanente, tanto para velar por su protección en caso de fenómenos naturales o provocados por el

hombre y que ponga en grave riesgo la vida del personal, el edificio y el funcionamiento de la institución.

Tendrá dos responsables: Principal y Alterno

- a) Jefe del Departamento de Ingeniería Química
- b) Jefe del Departamento de Ciencias Nucleares

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Capacitar, adiestrar, controlar y dotar de los medios necesarios a cada una de las unidades de la brigada general de Defensa Civil.
- Alcanzar y mantener en cada una de las Unidades, un nivel óptimo de eficiencia y auto estima.
- Participar con sus Unidades en la realización de simulacros de evacuación programados.
- Organizar y capacitar el equipo EDA (Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades), en cada una de las seis Unidades de Defensa Civil.
- Activar la cooperación entre las Unidades de atención, a aquellas que más necesiten, según las circunstancias.

Fase durante: etapa de respuesta

- Poner en ejecución las actividades previstas en el Plan, para cada una de las Unidades de Defensa Civil.
- Activar la cooperación entre las Unidades, dando atención a aquellas que más necesiten según las circunstancias.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Llevar a cabo la inmediata evaluación de los daños en el edificio y sus alrededores, para su posterior informe al Cuerpo Directivo.

- Colaborar con las Unidades de Defensa Civil, en la pronta reiniciación de las actividades normales de la Institución.
- Asegurar las instalaciones físicamente, en el caso de suspensión de las actividades por efecto del fenómeno.
- Conducir a las casas de salud a las víctimas del evento adverso (fijos y flotantes).
- Elaborar el informe sobre las novedades presentadas por cada una de las Unidades; este informe debe ser presentado a la autoridad competente. La organización de Defensa Civil se presenta en la Figura 3.5.

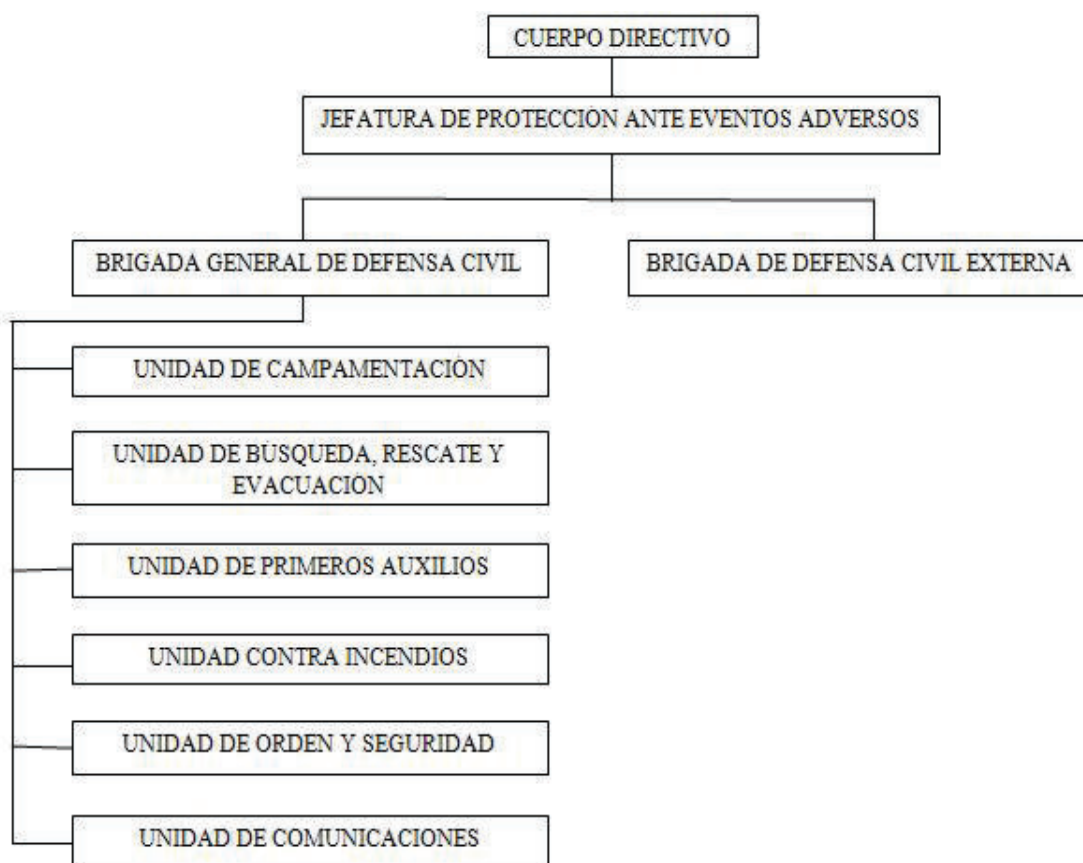


Figura 3.5. Esquema de la organización de Defensa Civil del Edificio Química-Eléctrica

(Cuerpo de Bomberos DMQ, 2009a, p. 3)

3.4.5.4.4 Unidad de Campamentación

Consistió en la adaptación y ordenamiento del campamento o albergue de la emergencia contra incendio en la zona de seguridad, donde serán conducidas las personas integrantes de la institución, en forma ordenada, segura y rápida, desde el lugar donde se encuentren en el momento de la emergencia, a fin de poner a salvo las vidas de todos recibéndolos en la zona de seguridad con los recursos que disponga la institución, los mismos que estarán a la disposición de esta unidad para el beneficio de los evacuados.

Tendrá dos responsables: Principal y Alterno

- a) Principal: Jefe del Departamento de Ciencias Nucleares.
- b) Alterno: Jefe del Laboratorio de Bioingeniería.

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Ubicar y organizar la zona de seguridad en el patio de garaje (Punto de Encuentro) del Edificio Química-Eléctrica de la EPN.
- Instruir y adiestrar al personal de integrantes de la Unidad, en técnicas de instalación y mantenimiento de campamentos.
- Recolectar, organizar, asegurar, mantener los suministros necesarios de cada una de las seis Unidades.
- Ejercitar la instalación de carpas, en la zona de Seguridad, es decir la Cancha de Ingeniería Mecánica, hasta lograr que el personal de la Unidad realice la acción en el menor tiempo posible.
- Mantener permanentemente habilitadas las rutas y las áreas destinadas a la campamentación. La ruta de entrada al edificio es por la calle Andalucía y de salida por el lado de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Fase durante: etapa de respuesta

- Poner en ejecución las actividades previstas en el Plan.
- Recibir, clasificar y atender a los heridos y enfermos, extraviados, etc; en la Zona de Seguridad (Cancha de Ingeniería Mecánica).
- Mantener actualizada la nómina de evacuados que han ingresado a la Zona de Seguridad y también de las que han salido y cuál es su destino.
- Proporcionar la información adecuada a las personas que pregunten por los familiares.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Realizar la EDAN del área de su responsabilidad: Elaborar y presentar el informe correspondiente de su área al Comandante de la Brigada, General de Defensa Civil sobre la operación cumplida.
- Reformar el Plan en caso de ser necesario.
- Levantar el campamento si no hay mayores novedades y asegurar todas sus pertenencias en el lugar señalado, cumpliendo la normativa ambiental.

3.4.5.4.5 Unidad de Evacuación

Tendrá dos responsables: Principal y Alterno.

- a) Jefe del Laboratorio de Petróleos.
- b) Alterno: Auxiliar del Laboratorio de Petróleos.

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Instruir y adiestrar al personal integrante de la Unidad en la técnica de búsqueda, rescate y evacuación de personas y bienes.
- Alcanzar y mantener en la Unidad, un nivel eficiente que le permita actuar con rapidez.

- Elaborar el inventario de bienes de la institución, que en orden de prioridad, podrían ser rescatados y evacuados.
- Disponer del equipo y otros elementos necesarios para realizar operaciones de su responsabilidad.
- Identificar la Zona de Seguridad (Cancha de Ingeniería Mecánica), para donde conducirán a los heridos, enfermos, extraviados, etc.
- Determinar y señalar en un plan, las rutas de evacuación y las puertas y rutas de escape hacia la Zona de Seguridad.
- Mantener despejadas las rutas de evacuación, especialmente pasillos, corredores, escaleras, puertas de escape, etc.
- Instruir a todo el personal del establecimiento, los procedimientos y medidas preventivas a ser puestas en práctica durante la evacuación.

Fase durante: etapa de respuesta

- Poner en ejecución todas las actividades previstas en el Plan.
- Realizar el rescate de víctimas y bienes, presentes en el edificio al momento de la emergencia.
- Guiar al personal evacuado en forma ordenada a la Zona de Seguridad.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Realizar la EDAN del área de su responsabilidad.
- Localizar a personas que no ingresaron a la Zona de Seguridad luego del evento adverso que motivó la evacuación, para determinar su condición de salud y su ubicación.
- Asegurar físicamente sus equipos en el lugar señalado.
- Elaborar y presentar el informe correspondiente al Comandante de la Brigada General de Defensa Civil sobre la operación cumplida.
- Reformular el Plan en caso de ser necesario.

3.4.5.4.6 Unidad de Primeros Auxilios

Tiene como objetivo conducir en forma ordenada, segura y rápida al personal de la institución desde el lugar donde se encuentren en el momento de la emergencia, por las vías de evacuación hacia la zona de seguridad, brindando la ayuda necesaria a las personas que lo requieran, sea esto por nervios o por haberse accidentado en el trayecto.

Habrán dos responsables: Principal y Alterno

- a) Médico de la EPN.
- b) Auxiliar Médico de la EPN.

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Instruir y adiestrar al personal integrante de la Unidad en las técnicas de primeros auxilios.
- Disponer del equipo indispensable de primeros auxilios y de otros recursos para cumplir la tarea.
- Conocer a cabalidad la Zona de Seguridad, a donde llevarán a los heridos, enfermos, extraviados, etc.
- Conocer cuáles son las casas de salud más cercanas y su ubicación, a donde se conducirá a los heridos y enfermos que necesiten atención médica.
- Ubicar adecuadamente en el plano, los botiquines de primeros auxilios, camillas, etc.

Fase durante: etapa de respuesta

- Poner en ejecución todas las actividades previstas en el Plan.
- Realizar el triaje (clasificación) de heridos que lleguen a la Zona de Seguridad, bajo la responsabilidad de un profesional idóneo.

- Evacuar a las víctimas del fenómeno (propio o ajeno) a la Zona de Seguridad o Casas de Salud.
- Proporcionar los primeros auxilios a los evacuados cuando los necesiten hasta la llegada del personal médico o paramédico, equipos y medios especializados, y realicen la evacuación hacia instalaciones hospitalarias.
- Transportar los cadáveres a los puestos de recolección para su registro, identificación y trámites legales.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Realizar la EDAN del área de su responsabilidad.
- Continuar prestando atención médica a quién lo necesite.
- Conducir a casas de salud a quienes lo necesiten.
- Controlar el medio ambiente, evitando o mitigando los impactos ambientales.
- Asegurar físicamente los vehículos y equipos en el lugar señalado, una vez superada la emergencia.
- Elaborar y presentar el informe respectivo al Comandante de la Brigada General de Defensa Civil sobre la operación cumplida.
- Reformular el Plan, en caso de ser necesario.

3.4.5.4.7 Unidad Contra Incendios

Se realizó la selección de los materiales y equipos contra incendio destinados para el Edificio Química-Eléctrica.

Tendrá dos responsables: Principal y Alterno

- a) Jefe del Laboratorio de Termodinámica
- b) Jefe del Laboratorio de Análisis Instrumental

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Instruir y adiestrar al personal integrante de la Unidad sobre técnicas de combate al fuego.
- Disponer del equipo necesario para combatir incendios.
- Revisar periódicamente el funcionamiento de los equipos y elementos de combate al fuego, a fin de garantizar su óptima utilización.
- Ubicar y señalar adecuadamente en el plano, los equipos contra incendio y verificar periódicamente la fecha de caducidad de las recargas.
- Mantener depósitos de agua de emergencia (botellones).

Fase durante: etapa de respuesta

- Poner en ejecución las actividades previstas en el Plan.
- Conocer sobre las técnicas que se deben utilizar al manipular un extintor en el momento de un conato de un fuego, indistintamente de la clase de extintor a usarse. Las reglas y pasos a seguir serán los siguientes:
- Mantener la calma e indagar qué es lo que se quema.
- Avisar a otras personas para que estén alertas (si se puede).
- Tomar el extintor adecuado.
- Sujetar firmemente del asa del acarreo y boquilla.
- Desprender la espoleta de seguridad.
- Probar el extintor accionando brevemente a través de la palanca de operación.
- Dirigirse al sitio donde está sucediendo el conato de incendio.
- Tomar en cuenta la dirección del viento y ubicarse a favor de él.
- Situarse a unos 1,50 metros del foco del fuego.
- Dirigir la boquilla de la manguera hacia la base del fuego.
- Accionar la palanca de operación y proceder a realizar el combate del fuego haciendo un movimiento de izquierda a derecha con la boquilla de la manguera y el cuerpo si es necesario.
- Retirarse una vez que el fuego se ha extinguido.

- Reportar la descarga del extintor y colocarlo en un sitio donde nadie lo use equivocadamente.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Realizar la EDAN del área de su responsabilidad.
- Permanecer atento ante una reignición del fuego en el edificio.
- Asegurar sus equipos una vez superada la emergencia, en el lugar señalado.
- Elaborar y presentar el informe correspondiente al Comandante de la Brigada de Defensa Civil, sobre la operación cumplida.
- Reformular el Plan, en caso de ser necesario.

3.4.5.4.8 Unidad de Orden y Seguridad

Conducir en forma ordenada, segura y rápida al personal del Edificio Química-Eléctrica desde el lugar donde se encuentren en el momento de la emergencia, por las vías de evacuación hacia la zona de seguridad o albergue de emergencia, en el menor tiempo posible, garantizando la seguridad.

Tendrá dos responsables: Principal y Alterno

- a) Jefe del Laboratorio de Cerámica
- b) Auxiliar del Laboratorio de Cerámica

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Instruir y adiestrar al personal integrante de la Unidad en técnicas de orden y seguridad.
- Disponer de los medios necesarios para el cumplimiento de su misión.
- Controlar el ingreso y circulación de visitantes en el interior del establecimiento.

- Realizar inspecciones periódicas en el interior del edificio, para detectar riesgos, amenazas o peligros de incendio.

Fase durante: etapa de respuesta

- Poner en ejecución las actividades previstas en el Plan.
- Mantener el orden en los puntos críticos del edificio y no permitir el acceso a ellos, durante la evacuación.
- Asegurar adecuadamente el edificio de la Institución, las vías de evacuación y la Zona de Seguridad.
- Cuidar los bienes del establecimiento, antes de y durante el evento adverso, a fin de evitar que se cometan actos vandálicos.
- Desalojar los vehículos parqueados en los alrededores del edificio, a fin de permitir la rápida, eficiente evacuación de sus ocupantes.
- Guiar a las personas propias y extrañas hacia la Zona de Seguridad.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia

- Realizar la EDAN del área de su responsabilidad.
- Continuar realizando las actividades propias de su accionar, hasta la llegada de la Policía Nacional.
- Asegurar sus equipos en el lugar señalado, una vez superada la emergencia.
- Elaborar y presentar el informe correspondiente al Comandante de la Brigada de Defensa Civil sobre la operación cumplida.
- Reformular el Plan, en caso de ser necesario.

3.4.5.4.9 Unidad de Comunicaciones

Establecer las comunicaciones con el personal interno del Edificio Química-Eléctrica y además con las autoridades de la Escuela Politécnica Nacional. Igualmente

comunicarse con el medio externo, como la Policía, Cruz Roja, Defensa Civil, Secretaría de Riesgos etc., para la ayuda en caso de emergencia.

Tendrá dos responsables: Principal y Alterno

- a) Secretaria de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria
- b) Secretaria de Post grado de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria

Sus actividades serán:

Fase anterior: etapa de preparación

- Instruir y adiestrar al personal integrante de la Unidad, en técnicas de comunicaciones.
- Ubicar adecuadamente la guía telefónica de emergencia, con los números telefónicos de la Defensa Civil local, de los organismos básicos de Defensa Civil, Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja Ecuatoriana, Hospitales o Casas de Salud cercanas, etc.

Fase durante: etapa de respuesta:

- Poner en ejecución las actividades previstas en el Plan.
- Realizar llamadas urgentes de auxilio a la Defensa Civil, Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja Ecuatoriana, puntualizando su ubicación, referencias que permitan su pronta localización.
- Proteger y asegurar los medios de comunicación si las circunstancias lo permiten.

Fase posterior: etapa de rehabilitación de la emergencia.

- Realizar la EDAN del área de su responsabilidad.
- Asegurar los equipos en el lugar señalado una vez superada la emergencia.
- Elaborar y presentar el informe al Señor Rector de la Escuela Politécnica Nacional.

- Elaborar y presentar el informe correspondiente al Comandante de la Brigada de Defensa Civil, sobre la operación cumplida.
- Reformular el Plan, en caso de ser necesario.

La organización del Comité de Seguridad del Edificio Química-Eléctrica se presenta en la Figura 3.9.

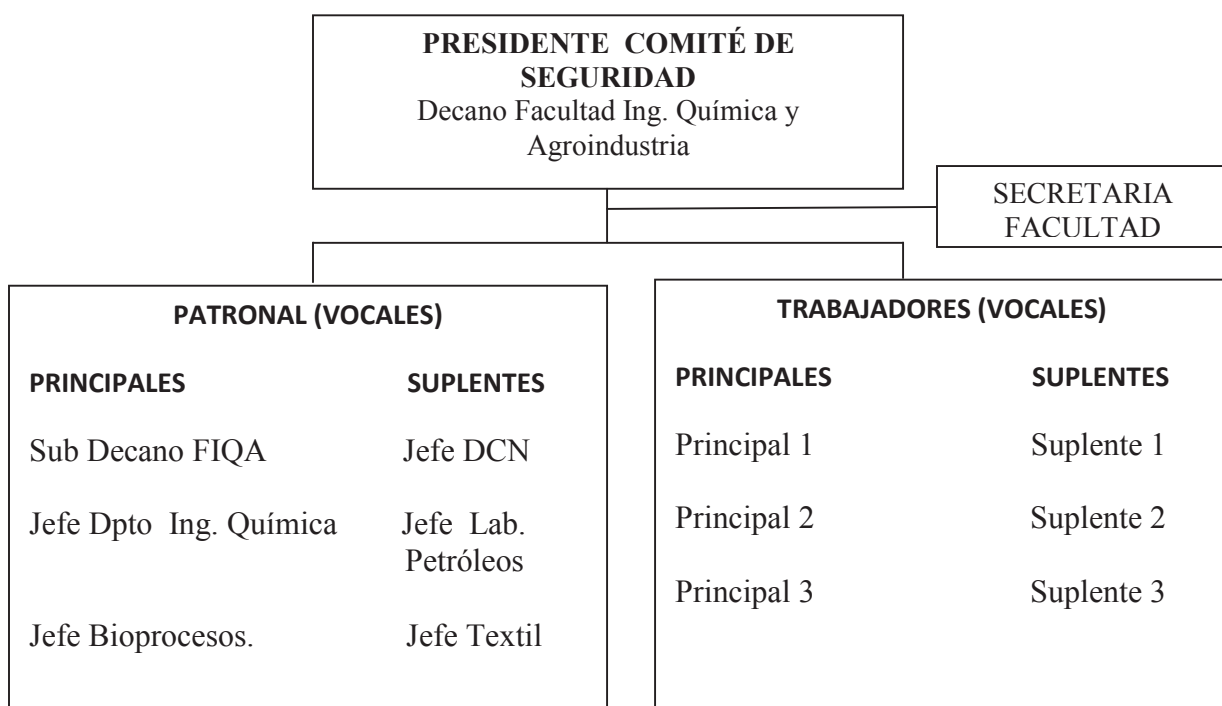


Figura 3.6. Esquema del Comité de Seguridad del Edificio Química-Eléctrica EPN

3.4.5.5 Simulacro de Evacuación

Se cumplió el proceso de evacuación, realizando el simulacro de salida del personal del séptimo piso del Edificio Química–Eléctrica hacia el punto de encuentro, ubicado en las canchas de la Facultad de Ingeniería Mecánica. El tiempo cronometrado desde el inicio en que suena la alarma hasta llegar todo el personal al punto de encuentro fue de 5 min, el punto de encuentro se indica en la Figura 3.6.

El día 17 de julio del 2014, a las 11:00 am, se realizó el simulacro de evacuación, para ello se contó con 30 personas, de las cuales 15 fueron mujeres pertenecientes al personal de limpieza del Edificio Química-Eléctrica y 15 hombres pertenecientes al Departamento de Mantenimiento de la Escuela Politécnica Nacional, los cuales fueron comunicados a concentrarse en el aula QE-716 correspondiente al séptimo piso del edificio Química-Eléctrica. Todos los participantes permanecieron sentados en el aula para estar atentos al sonido de la alarma que dio inicio al simulacro de evacuación.

Al sonar la alarma de incendio, los participantes que se hallaban en el aula QE-716, ubicada en el séptimo piso del Edificio Química-Eléctrica procedieron a apagar los equipos eléctricos encendidos, así como los interruptores de iluminación del aula y procedieron a salir del lugar y dirigirse hacia la puerta de salida del edificio a través de las escaleras, como se puede observar en la Figuras 3.6 y 3.7.



Figura 3.7. Inicio Simulacro de Evacuación



Figura 3.8. Descenso del Personal Evacuación

Posteriormente en forma ordenada se dirigieron caminando hacia las escaleras que dan al lado oeste del edificio, en su orden salieron en primer lugar las mujeres y luego los varones, bajaron por los escalones hasta llegar a la puerta de salida del edificio, ubicada en la planta baja. A través del espacio que separan los edificios de las Facultades de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y de Ingeniería Química y Agroindustria, se dirigieron hacia el patio de la cancha de Ingeniería Mecánica, donde se estableció el punto de encuentro, como indica la Figura 3.8.



Figura 3.9. Personal concentrado en el Punto de Encuentro
Cancha de la Facultad de Ingeniería Mecánica (Simulacro de Incendio)

3.4.6 INSTRUCCIONES DE COORDINACIÓN

El Rector de la EPN coordinará todas las acciones con el Decano y Subdecano de las Facultades de Química y Agroindustria, Eléctrica y Electrónica para la ejecución del Plan.

- El presente Plan entrará en vigencia, a partir de la fecha de su aprobación y su difusión, por parte del Cuerpo de Bomberos del DMQ.
- El Rector de la EPN, proporcionará todas las facilidades para lograr la implementación del Plan.
- El asesoramiento y capacitación necesarios para cada Unidad, serán solicitados al Cuerpo de Bomberos del DMQ, Junta Provincial de Seguridad Ciudadana y Defensa Civil.
- Se mantendrá la coordinación entre las Unidades de Brigada, en forma permanente.
- Si alguna unidad no es utilizada para la emergencia, apoyará con su personal y recursos a la Unidad que más necesite.
- Los dispositivos de alarma constan de: una alarma ubicada en el corredor de cada piso. Ante cualquier alarma, la secretaria de la Facultad accionará la alarma, la cual es escuchada en todo el edificio, mediante un código de alertas que es conocido por el personal de la Secretaría.
- El Comandante de la Jefatura de Protección ante eventos adversos (JPEA) o su alterno, coordinará el apoyo inmediato de la Defensa Civil local y sus organismos básicos (Policía Nacional, Cruz Roja Ecuatoriana, Cuerpo de Bomberos) en caso de emergencia.
- Toda la información a los medios de comunicación será proporcionada por el Rector de la EPN.
- Toda asignación de recursos para la organización de las Brigadas y Unidades, será canalizada a través de la Jefatura de Protección ante Eventos Adversos.

- Las acciones previstas en el presente Plan serán difundidas para conocimiento y práctica de todo el personal del establecimiento.
- Se deberá identificar la ruta más rápida y adecuada para llegar a una casa de salud.
- Cada Unidad llevará un registro de sus actividades, en las tres fases y realizará su respectiva evaluación.
- La Jefatura de Protección ante Desastres recopilará las descripciones y evaluaciones de sus Unidades, para globalizarlos y utilizarlos en la actualización del nuevo Plan.
- El personal integrante de cada Unidad utilizará para su identificación, brazaletes de diferentes colores y de 1 cm de ancho en el brazo izquierdo, como se puede observar en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Personal integrante de las brigadas y color del brazalete

| Responsable | Color |
|--|-------------------------|
| Unidad contra incendios | rojo |
| Unidad de búsqueda, rescate y evacuación | naranja |
| Unidad de campamentación | verde |
| Unidad de orden y seguridad | plomo |
| Unidad de comunicaciones | lila |
| Unidad de primeros auxilios | blanco con la cruz roja |

(CBDMQ, 2009, p. 5)

3.4.7 ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y LOGÍSTICAS

3.4.7.1 Administrativas

Constituyen instituciones externas a la EPN y personal interno, involucrados en el plan de emergencia contra incendio del Edificio Química-Eléctrica, cuyo listado y direcciones telefónicas se encuentran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Dirección telefónica de instituciones externas a la EPN

| INSTITUCIÓN | TELÉFONO |
|---|-------------------|
| Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos | 2522331 - 2907784 |
| Defensa Civil | 2439433 |
| Junta Provincial de Seguridad Ciudadana y Defensa Civil | 2469009 |
| Policía Nacional | 101 |
| Cuerpo de Bomberos | 102 |
| Cruz Roja Ecuatoriana | 131 |
| Clínica Pichincha | 2998777 |
| Emergencias | ECU 911 |

3.4.7.2 Personal

Constituyen el personal involucrado en el plan de emergencia contra incendio del Edificio Química-Eléctrica. Su listado y dirección telefónica se muestra en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Personal de la EPN perteneciente al plan de emergencia contra incendio

| NOMBRES | TELÉFONO / EXTENSIÓN |
|---|-----------------------------|
| Rector EPN | 2976300 |
| Vicerrector Docencia | 1101 |
| Decano Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria | 3938818 |

Tabla 3.5. Personal de la EPN perteneciente al plan de emergencia contra incendio
(continuación...)

| | |
|--|---------|
| Subdecanato de Ingeniería Química y Agroindustria | 3938819 |
| Brigada General de Defensa Civil | |
| Jefe Departamento Ingeniería Química | 4210 |
| Jefe Departamento Ciencias Nucleares | 4202 |
| Unidad de Campamentación | |
| DECAB | 4238 |
| Laboratorio de Bioingeniería | 4312 |
| Unidad de búsqueda, rescate, evacuación | |
| Jefe laboratorio de petróleos | 4328 |
| Auxiliar laboratorio petróleos | 4330 |
| Unidad de Primeros Auxilios | |
| Médico | 1132 |
| Auxiliar médico | 1132 |
| Unidad Contra Incendios | |
| Jefe Laboratorio de Termodinámica | 4322 |
| Laboratorio Análisis Instrumental | 4334 |
| Unidad Orden y Seguridad | |
| Jefe Laboratorio de Cerámica | 4321 |
| Auxiliar Laboratorio de Cerámica | 4239 |
| Unidad Comunicaciones | |
| Secretaría Facultad Química y Agroindustria | 4302 |
| Secretaría Postgrado Facultad de Química y Agroindustria | 4320 |

3.4.7.2 Logística

Se debe mantener el inventario actualizado sobre la cantidad, ubicación de material y equipo específico para afrontar una emergencia. Además, estar actualizado y disponible para cualquier evento.

3.4.8 DIRECCIÓN Y COMUNICACIONES

3.4.8.1 Dirección

La Jefatura de Protección ante Eventos Adversos mantendrá su puesto de mando en el lugar habitual de trabajo, calle Andalucía y Veintimilla.

3.4.8.2 Comunicaciones

Teléfono: Red de Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, Red de la Defensa Civil y sus Organismos Básicos (Cuerpo Bomberos DMQ, 2009b, p. 4).

3.5 VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

Con la implementación de las medidas correctivas propuestas contra incendio en el Edificio Química-Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional, se cumplió con lo dispuesto en la Constitución Política de la República del Ecuador, artículo 245 de los principios generales, que dice que el “Estado garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad”.

Se cumplió con el formato de inspección contra incendios de edificios públicos y privados del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, para lo cual se realizaron dos check list, la primera inspección antes de implementar las medidas correctivas contra incendio propuestas, es decir en las condiciones actuales que presenta el edificio y el otro en el caso de lograr implementar todo el Plan de Emergencia.

El check list consta de 55 preguntas, cuyas respuestas son: sí, no, o no aplica. Eliminando las condiciones de no aplica para los dos check list, se comprueba en el primer check list que el edificio cumple con 6 requisitos al inicio de su evaluación y no cumple con 40 de las condiciones requeridas, cuyos valores se hallan en el Anexo I.

En el segundo check list, en el caso de llegar a implementarse las medidas correctivas propuestas, se comprueba que el grado de cumplimiento sería de 26 requisitos y de no cumplimiento de 20, los valores se pueden observar en el Anexo II.

Se puede seguir con el proceso de mejora continua incluyendo más requisitos solicitados por el CBDMQ, de acuerdo a las posibilidades económicas de la EPN.

Expresando estos valores en porcentaje del grado de cumplimiento, se puede concluir que el grado de cumplimiento antes de implementar las medidas correctivas propuestas es de 13,04 % y de llegar a implementarse las medidas correctivas el grado de cumplimiento es de 56,52 %, como lo indica la Figura 3.10.

Antes de implementar las medidas correctivas, el grado de cumplimiento es bajo y después de llegar a implementarse las medidas correctivas, mejora el grado de cumplimiento.

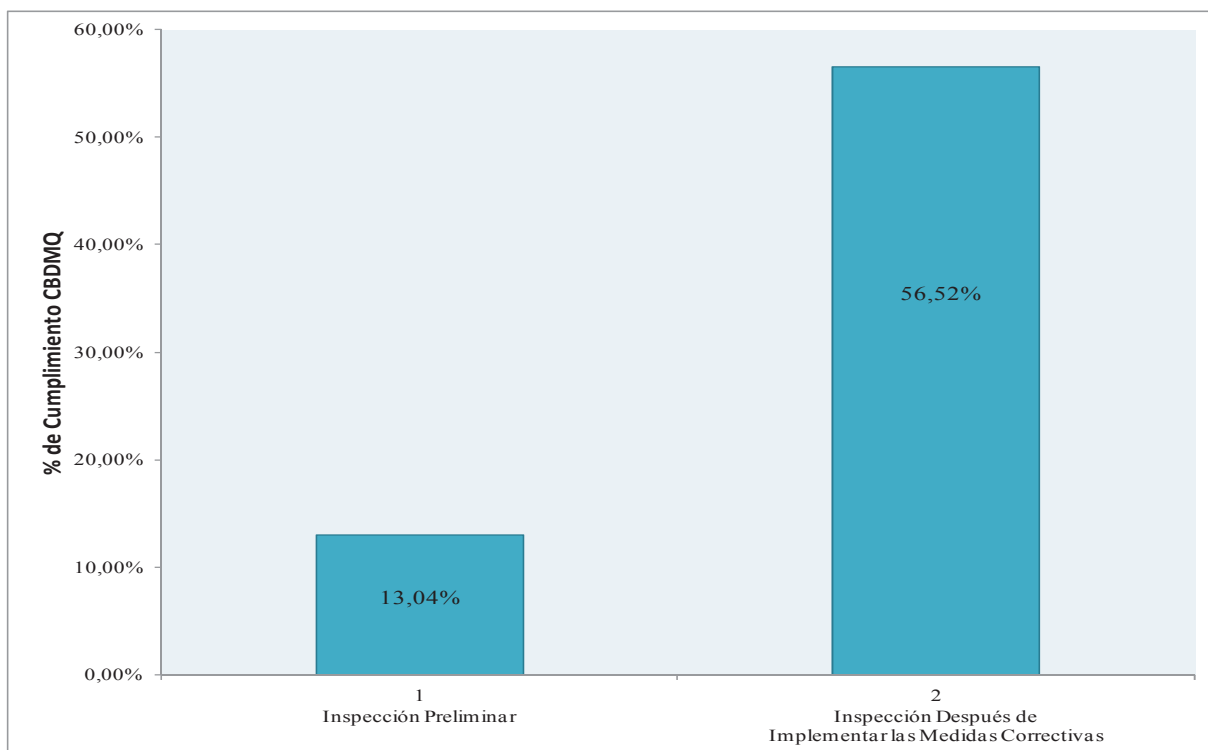


Figura 3.10. Porcentaje del grado de cumplimiento de los check list de inspección del Edificio Química-Eléctrica de la EPN

Se determinó la carga térmica de la célula cortafuego crítica de cada piso. Se utilizó el método NFPA para su evaluación. El método, en función de la carga térmica, establece los siguientes valores:

Tabla 3.6. Valores Referenciales de Carga Térmica Mobiliaria

| Nivel de Riesgo de Incendio | Valor Carga Térmica (Mcal/m ²) | Valor Carga Térmica (kg/m ²) |
|-----------------------------|--|--|
| Bajo | 200 | 0-35 |
| Medio | 800 | 35-75 |
| Alto | 3 200 | Mayor a 75 |

(Pons, 1988, p. 15)

De acuerdo a los valores límites de carga térmica de las células cortafuegos correspondientes a cada piso del Edificio Química-Eléctrica, cuyos valores se pueden observar en el Anexo III, son los siguientes:

Tabla 3.7. Valores de Carga Térmica del Edificio Química-Eléctrica de la EPN

| Nivel de Planta o Piso | Carga Térmica Célula Cortafuego (kg/m²) Referidas a la Madera |
|--|---|
| Subsuelo (bodega materiales usados) | 44,50 |
| Planta baja (aula QE-002) | 4,29 |
| Piso 1 (laboratorio textil) | 21,52 |
| Piso 2 (Laboratorio de Bioprocesos) | 43,05 |
| Piso 3 (Secretaría de la FIQA) | 50,80 |
| Piso 4 (Oficina del Laboratorio de Cerámica) | 54,18 |
| Piso 5 (Oficina Laboratorio de Petróleos) | 23,31 |
| Piso 6 (Bodega Biblioteca de FIQA) | 300,09 |
| Piso 7 (Aula QE-716) | 11,46 |

Todas las células cortafuegos críticas de cada piso del Edificio Química-Eléctrica, se hallan evaluadas con el nivel de riesgo de incendio bajo, excepto la bodega de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria que obtuvo la valoración de riesgo de incendio medio. Los valores se hallan en la Figura 3.11.

Se evaluó el riesgo de incendio de acuerdo al método de Gretener: El método establece los siguientes valores límites $Y < 1,0$ la seguridad contra incendio es no aceptable y $Y \geq 1,0$ la seguridad contra incendio es aceptable. Se establecieron dos alternativas, una antes de implementar las medidas correctivas y otra después de implementar las medidas correctivas contra incendio al Edificio Química-Eléctrica, obteniendo los siguientes valores para el factor de seguridad contra incendio

$Y=0,47$ antes de implementar las medidas correctivas, que indica que la seguridad contra incendio es no aceptable, luego en la segunda alternativa después de implementar las medidas correctivas contra incendio el valor de Y fue de $1,10$; lo que significa que la seguridad contra incendio es aceptable. Los valores se hallan en la Figura 3.12.

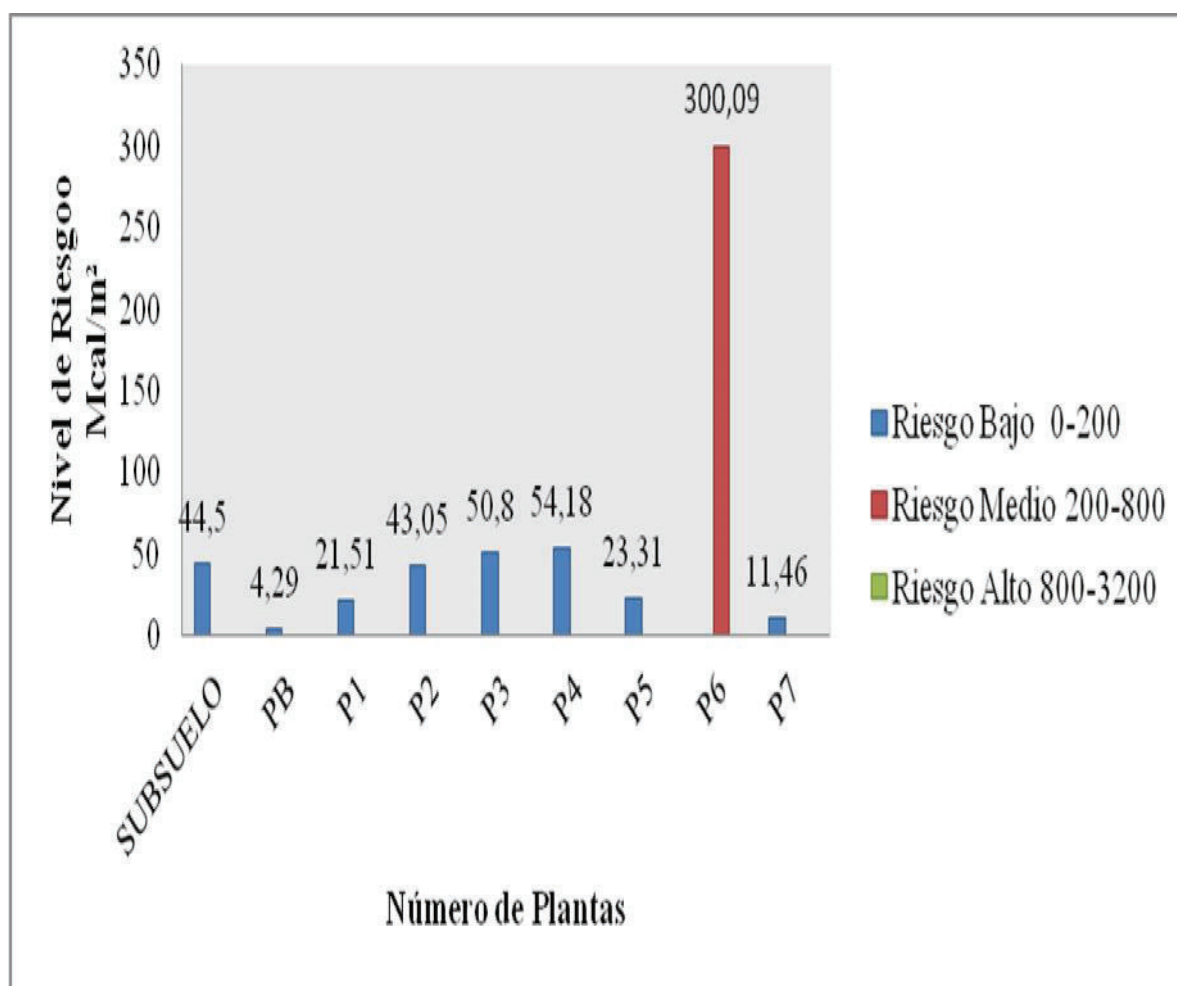


Figura 3.11. Evaluación del riesgo de incendio del Edificio Química-Eléctrica en función de la carga térmica.

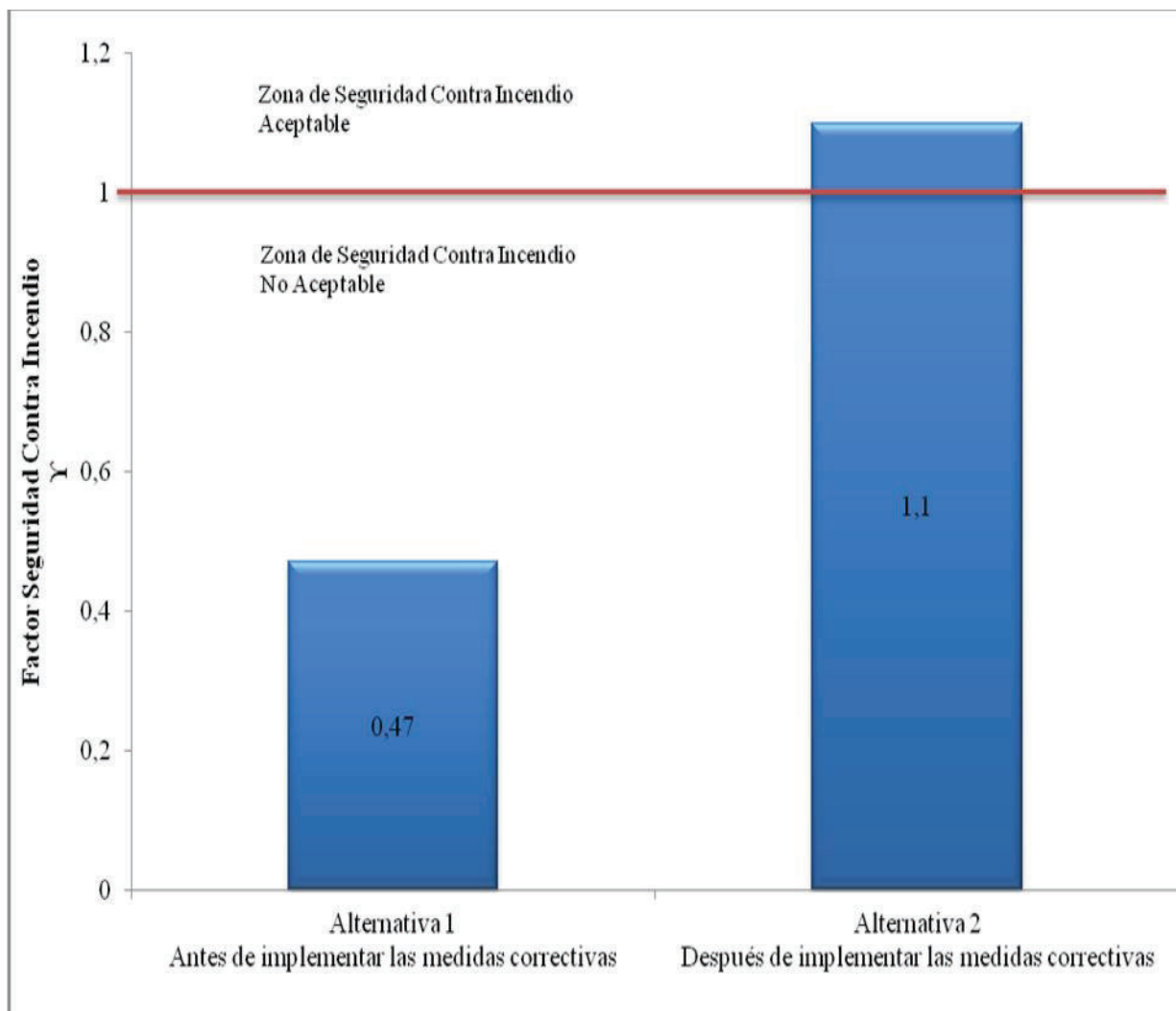


Figura 3.12. Evaluación del riesgo de incendio del Edificio Química-Eléctrica utilizando el método de Gretener

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. El Edificio Química-Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional se hallaba inicialmente incumpliendo con la normativa contra incendios vigente, según el Cuerpo de Bomberos del DMQ.
2. En la primera evaluación del check list de inspección del edificio, se obtuvo un valor de cumplimiento de 13,04 %, tal cual se encuentra el edificio.
3. En el caso de lograr implementar todo el Plan de Emergencia, el grado de cumplimiento sería de 56,52 %. Este porcentaje se puede mejorar incluyendo otros requisitos solicitados por el Cuerpo de Bomberos del DMQ y que no constan en el segundo check list, dependiendo de las posibilidades económicas de la EPN.
4. Aplicando el método de Gretener, antes de implementar las medidas correctivas se obtuvo el valor de la seguridad contra incendio de 0.47, que es inaceptable.
5. En el caso de implementarse las medidas correctivas contra incendio y aplicando el método de Gretener se obtiene el valor de la seguridad contra incendio de 1,10, que es aceptable.
6. Se calculó una inversión inicial para la implementación de las medidas correctivas de 8 367,20 dólares americanos.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Continuar con el proceso de implementación de los requerimientos exigidos por el Cuerpo de Bomberos y la normativa vigente del DMQ.
2. Realizar la capacitación continua referente a los sistemas contra incendios del personal que usa las instalaciones del Edificio Química-Eléctrica de la EPN.
3. Ejecutar anualmente simulacros de evacuación del personal que utiliza las instalaciones del edificio.
4. Realizar nuevas evaluaciones de riesgo contra incendio del Edificio Química-Eléctrica de la EPN, cada vez que haya remodelación del edificio.
5. Actualizar cada dos años el plan de emergencias contra incendio del Edificio Química-Eléctrica de la EPN.
6. Perfeccionar las brigadas contra incendio.
7. Instalar un sistema de pararrayos en el Edificio Química-Eléctrica.
8. Diseñar e instalar un sistema fijo contra incendios para el edificio.
9. Instalar el sistema de puesta a tierra en todos los equipos eléctricos y electrónicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilera, G. (2013). *Manual de Combate y Prevención de Incendios Básico*. Madrid, España: Editorial Revista.
2. Azcuénaga, L. (2006). *Elaboración de un Plan de Emergencias en la Empresa*. (2ª.ed.). Madrid: FC Editorial.
3. Boulandier, J. (2001) *Manual de Extinción de Incendios*. Pamplona, España: Cuerpo de Bomberos de Seattle (2008). *Estadísticas de incendios en edificios USA*.
4. Catálogo CEA. *Clasificación de materias y mercancías peligrosas según el riesgo de incendio*. (1987). Madrid, España: Editorial CEPREVEN.
5. Código del Trabajo (2014). Quito, Ecuador: Editorial Corporación de Estudios y Publicaciones.
6. Comeche, M. (1980). *Prevención y Protección Contra Incendios*. Barcelona, España: Editorial Servicio Social de Higiene y Seguridad del Trabajo.
7. Cortés, J. (2007). *Seguridad e Higiene del Trabajo*. Madrid, España: Editorial TÉBAR, S.L.
8. Cuerpo de Bomberos de Seattle (2008). *Estadísticas de incendios en edificios USA*. Editorial Gobierno de Navarra.
9. Cuerpo de Bomberos DMQ. (2009a). *Formato para la elaboración del Plan de Emergencia*. Quito, Ecuador.
10. Cuerpo de Bomberos DMQ. (2009b). *Planes de Emergencia Autoprotección y Organización para Brigadas, Resolución Administrativa No. 036-CG CBDMQ*. Quito, Ecuador.
11. De Gracia, S. (1998). *Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras*. (1ª. ed.). Madrid: Mc. Graw Hill.

12. Fuertes, J. (2002). *Análisis Comparativo de los Principales Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio*. Madrid: Ed. FRAME.
13. Gretener, M. (1988). *Evaluación del Riesgo de Incendio* (1ª. ed.). Suiza.
14. INEN CPE (1986). *Protección Contra Incendios*. (1ª. ed.). Quito.
15. INSHT. (1984). Tabla 1.4. *Poder Calorífico de Diversas Sustancias*. Madrid, España: Editorial INSHT.
16. INSHT. (2001). *Nota Técnica de Prevención NTP 599*. Madrid, España: Editorial INSHT.
17. INSHT. NTP. (1982). *Plan de Emergencia Contra Incendios*. Madrid, España: Editorial INSHT.
18. Ley de Defensa Contra Incendios. (2007). Quito, Ecuador: Editorial Corporación de Estudios y Publicaciones.
19. Martínez, R. (2011). *Manual Contra Fuego*. (2ª. ed.): Madrid, España: Editorial Tragsa.
20. NFPA 101. (2000). *Código de Seguridad Humana*. USA, traducido al español por el Instituto Argentino de Normalización.
21. NFPA. (2012). *Manual de Protección Contra Incendios*. (1ª. ed.) Madrid: editorial MAPFRE.
22. Norma DIN 4102. (2008). *Sistemas de Resistencia al Fuego*. España.
23. Norma DIN 834. (2012). *Curva de Fuego Estándar*. España.
24. Norma Técnica Peruana NTP 350.021 (2012). Clasificación de los fuegos y su representación gráfica. (3ª. ed.). Lima Perú.
25. Norma UNE-EN-2. (2008). *Clasificación de los Fuegos*. (3ª. ed.) Madrid.
26. NTE INEN-ISO 13943. (2010). Protección Contra Incendios- Vocabulario. Recuperado de http://apps.inen.gob.ec/normas/php?COD_NORMA=2667 (Agosto, 2013).

27. NTP 36. (1983). *Riesgo Intrínseco de Incendio*. Madrid, España.
28. Ordenanza Metropolitana No. 470. (2013). *Reglas Técnicas en Materia de Prevención de Incendios en el Ordenamiento Metropolitano de Quito*.
29. Perry, R. (1984). *Chemical Engineers Handbook*. (6^a. ed.). New York, Mc. Graw Hill Book Company.
30. Piqué, T. (1994). *Planes de Emergencia en Lugares de Pública Concurrencia*. NTP 361. INSHT.
31. Pons, P. (1988). *Tecnología del Fuego*. Barcelona: Ediciones M:P. Pons.
32. RD 2177 (1996). Norma Básica de Edificación. *Condiciones de Protección Contra Incendios en Edificios*. Madrid.
33. Registro Oficial No. 114 (2009a). *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios*.
34. Registro Oficial No. 114. (2009b). *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios*. Ecuador (Edición Especial).
35. Rubio, J. (2003). *Análisis Comparativo de los Principales Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio*, España.

ANEXOS

ANEXO I

CHECK LIST IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS DE INCENDIO ANTES DE IMPLEMENTAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS

| ANEXO No. I | | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|----|---------------|
| CHECK LIST IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS DE INCENDIO (CUERPO BOMBEROS DMQ) | | | | | |
| EDIFICIO QUÍMICA ELÉCTRICA EPN Antes de implementar las medidas correctivas | | | | | |
| ANÁLISIS DE LOS OCHO PISOS | | | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE | | | | | |
| Razón Social/Nombre Comercial: Escuela Politécnica Nacional | | | | | |
| Dirección; Calle Principal: Isabel La Católica | | Calle Secundaria: Veintimilla | | | |
| Sector: La Floresta | | Barrio: La Floresta | Punto de Referencia: Tras la Universidad Católica | | |
| Coordenadas: Latitud: | | Longitud: | | | |
| Representante Legal: Rector | | | | | |
| Actividad que realiza: Enseñanza superior | | | | | |
| Ocupantes fijos: 200 personas diariamente | | No. de visitas promedio diario: 40 | | | |
| Personal: Hombres: 500 | | Mujeres: 700 | Capacidades especiales: 4 (En el edificio por día) | | |
| CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES | | | | | |
| Tipo de construcción: Mixto | | | | | |
| Ventilación: Natural | | | | | |
| Número de pisos: 8 | | | | | |
| Número de bodegas: 1 | | | | | |
| Tiempo de edificación: 30 años | | | | | |
| Áreas de talleres y mantenimiento: 200 m ² en Operaciones Unitarias | | | | | |
| INSPECCIÓN | | | | | |
| SISTEMAS ELÉCTRICOS | | SI | NO | NA | OBSERVACIONES |
| 1 | Posee sistemas eléctricos internos, externos en buenas condiciones (reporte de mantenimiento) | | X | | |
| 2 | Dispone de Breakers para cortar el flujo de corriente eléctrica en lugares de fácil acceso e identificables | X | | | |
| 3 | Existe conexión a tierra para descargar la electricidad estática en las áreas de mayor riesgo de incendio | | X | | |
| 4 | Las áreas de mayor riesgo de incendio cuenta con iluminación antiexplosión | | X | | |
| 5 | La edificación dispone de sistema Pararrayos de acuerdo al Reglamento de Prevención de Incendios (Reporte Técnico cada 2 años) | | X | | |
| ESTRUCTURA Y RIESGOS DE INCENDIO | | | | | |
| 6 | El local está construido con materiales resistentes al fuego | X | | | |
| 7 | Cuenta con sistemas de extracción/ventilación para evitar la acumulación de partículas combustibles y/o vapores inflamables | | X | | |
| 8 | Los conductos de escaleras consideradas unicamente de escape están completamente cerrados sin ventanas ni orificios | X | | | |
| 9 | Las puertas de los conductos de escaleras son de materiales resistentes al fuego | | X | | |
| 10 | Las áreas que presentan mayor riesgo de incendio se encuentran alejadas de focos de ignición | | X | | |
| 11 | Los depósitos de sustancias peligrosas estan instalados a nivel del suelo | | X | | |
| 12 | La distribución de líquidos inflamables o combustibles desde los tanques es por medio de tuberías metálicas | | | X | |
| 13 | La edificación cuenta con una fachada accesible para ingreso de vehículos de emergencia (8 m. libre de obstáculos) | | X | | |

| | ALMACENAMIENTO | SI | NO | NA | OBSERVACIONES |
|----|--|----|----|----|--|
| 14 | El almacenamiento de materiales combustibles presentan orden y limpieza. Existen áreas exclusivas para el almacenamiento de insumos y misceláneos que presentan riesgo de incendio | | | X | |
| 15 | Existe un espacio de por lo menos 60 cm entre el último material almacenado y el techo de la edificación | | | X | |
| 16 | Los materiales peligrosos que presentan riesgos de incendio están en lugares aislados y estructurados de materiales incombustibles | | | X | |
| 17 | Todo producto químico esta almacenado separadamente en recipientes adecuados | | X | | |
| 18 | Se dispone de las hojas técnicas de seguridad (MSDS) de los productos químicos peligrosos | | X | | |
| 19 | La sustancias químicas que pueden reaccionar juntas están almacenadas separadamente unas de otras | | X | | |
| 20 | Los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y/o combustibles están a 5 metros de distancia mínimo de edificaciones | | | X | |
| 21 | Los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y/o combustibles cuentan con diques de contención del 110 % del volumen. | | | X | |
| 22 | Las grasas, aceites o sustancias combustibles están almacenados en recipientes metálicos y herméticos | | | X | |
| 23 | Los tanques estacionarios de GLP cuentan con certificado definitivo de factibilidad e idoneidad emitido por CBDMQ | | X | | |
| 24 | Las centrales de gas cuentan con certificado de aprobación de CBDMQ válido por un año. | | | X | |
| 25 | Los cilindros de gases industriales se encuentran almacenados adecuadamente y tienen dispositivos de fijación | | X | | |
| | SEÑALIZACIÓN | | | | |
| 26 | Los equipos contra incendios poseen señalización adecuada bajo norma INEN 439 | | X | | |
| 27 | Los materiales peligrosos cuentan con señalización bajo norma INEN 2266 | | X | | |
| 28 | Existe señalización adecuada en tuberías de acuerdo a la norma INEN 440 | | X | | |
| 29 | Los accesos, vías de circulación/evacuación y puertas de emergencia están señalizadas bajo norma INEN 439. | | X | | |
| | EQUIPOS CONTRA INCENDIOS | | | | |
| 30 | El local cuenta con Red Hídrica contra Incendios en buenas condiciones y operable (reporte de mantenimiento anual) | | X | | No tiene |
| 31 | La reserva de agua para incendios de la red hídrica tiene un volumen mínimo de 13 m ³ | | X | | No tiene |
| 32 | Los BIES se encuentran situados a una distancia máxima de 30 metros entre sí | | X | | No tiene |
| 33 | Los BIES cuentan con Manguera de 15 m y 1 1/2 pulg llave apanneli, boquilla o pitón, hacha de 5 lbr y extintor de 10 lbr. | | X | | No tiene |
| 34 | Los gabinetes se encuentran instalados a una altura de 1,20 m del piso acabado a la base del gabinete | | X | | No tiene |
| 35 | Gabinetes contra incendios se encuentran visibles, accesibles, identificables. | | X | | No tiene |
| 36 | La edificación posee sistemas de detección de incendios conectados a un panel de monitoreo | | X | | No tiene |
| 37 | La edificación posee pulsadores de alarma y difusores de sonido adecuados para la transmisión audible de alarmas | | X | | No tiene |
| 38 | Existe un extintor de 20 lbr o su equivalente por cada 200 m ² ó se halla colocado por cada 25 metros lineales máximo. | | X | | |
| 39 | Los extintores se encuentran en buen estado, cargados y operables. Los extintores se encuentran a una altura de 0,10 m como mínimo y a 1,50 m como máximo del piso al cuello del extintor. | | X | | Se hallan recargados , pero no en la posición adecuada |
| 40 | Los extintores se encuentran libres de obstáculos, accesibles, identificables | | X | | |
| 41 | Los extintores presentan etiquetas de revisión y señalización que indican las instrucciones para su uso | X | | | |
| 42 | Presentan documentación de registro de inspecciones y mantenimiento de los equipos contra incendios | X | | | |
| 43 | Presentan documentación de registro y mantenimiento de los tanques estacionarios de GLP. | | | X | |

| | SEGURIDAD HUMANA | SI | NO | NA | OBSERVACIONES |
|----|--|----|----|----|---------------|
| 44 | El personal ha recibido entrenamiento en el uso y manejo de equipos contra incendio | | X | | |
| 45 | Cuenta con un grupo de brigadas capacitadas, entrenadas y equipadas en seguridad contra incendios | | X | | |
| 46 | Tiene Plan de autoprotección para emergencias constatado por CBDMQ | | X | | |
| 47 | Las vías de evacuación, medios de egreso, gradas y puertas de emergencia poseen iluminación de emergencia | | X | | |
| 48 | Las vías de evacuación conducen a espacios exteriores abiertos | | X | | |
| 49 | Toda puerta ubicada en la vía de evacuación tiene un ancho mínimo de 86 cm y una altura nominal de 2,10 m. | X | | | |
| 50 | Se cuenta con un número adecuado de salidas suficientemente amplias y de fácil identificación | | X | | |
| 51 | Toda salida de escape esta a una distancia máxima de 25 m de los puestos de trabajo | | X | | |
| 52 | Los puntos de encuentro se hallan en espacios libres de riesgos | | X | | |
| 53 | El acceso a las salidas de escape están sin obstáculos de tal modo que permiten una libre evacuación | | X | | |
| 54 | Las puertas de emergencia cuentan con barra antipánico | | X | | |
| 55 | Las puertas de emergencia están sin seguros o dispositivos que impidan la salida | | X | | |

ANEXO II

**CHECK LIST IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN EL CASO DE
LOGRAR IMPLEMENTAR TODO EL PLAN DE EMERGENCIA
CONTRA INCENDIO, ESTE SERÍA EL RESULTADO**

| ANEXO No. II | | | | | |
|--|--|------------------------------------|--|----|---------------|
| CHECK LIST IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO (CUERPO BOMBEROS DMQ) | | | | | |
| EDIFICIO QUÍMICA ELÉCTRICA EPN Después de implementar las medidas correctivas | | | | | |
| ANÁLISIS DE LOS OCHO PISOS | | | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE | | | | | |
| Razón Social/Nombre Comercial: Escuela Politécnica Nacional | | | | | |
| Dirección; Calle Principal: Isabel La Católica | | Calle Secundaria: Veintimilla | | | |
| Sector: La Floresta | | Barrio: La Floresta | Punto de Referencia: Tras la Universidad Católica | | |
| Coordenadas: Latitud: | | Longitud: | | | |
| Representante Legal: Rector | | | | | |
| Actividad que realiza: Enseñanza superior | | | | | |
| Ocupantes fijos: 200 personas diariamente | | No. de visitas promedio diario: 40 | | | |
| Personal: Hombres: 500 | | Mujeres: 700 | Capacidades especiales: 4 (En el edificio por día) | | |
| CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES | | | | | |
| Tipo de construcción: Mixto | | | | | |
| Ventilación: Natural | | | | | |
| Número de pisos: 8 | | | | | |
| Número de bodegas: 1 | | | | | |
| Tiempo de edificación: 30 años | | | | | |
| Areas de talleres y mantenimiento: 200 m ² en Operaciones Unitarias | | | | | |
| INSPECCIÓN | | | | | |
| SISTEMAS ELÉCTRICOS | | SI | NO | NA | OBSERVACIONES |
| 1 | Posee sistemas eléctricos internos, externos en buenas condiciones (reporte de mantenimiento) | X | | | |
| 2 | Dispone de Breakers para cortar el flujo de corriente eléctrica en lugares de fácil acceso e identificables | X | | | |
| 3 | Existe conexión a tierra para descargar la electricidad estática en las áreas de mayor riesgo de incendio | X | | | |
| 4 | Las áreas de mayor riesgo de incendio cuenta con iluminación antiexplosión | | X | | |
| 5 | La edificación dispone de sistema Pararrayos de acuerdo al Reglamento de Prevención de Incendios (Reporte Técnico cada 2 años) | X | | | |
| ESTRUCTURA Y RIESGOS DE INCENDIO | | | | | |
| 6 | El local está construido con materiales resistentes al fuego | X | | | |
| 7 | Cuenta con sistemas de extracción/ventilación para evitar la acumulación de partículas combustibles y/o vapores inflamables | | X | | |
| 8 | Los conductos de escaleras consideradas unicamente de escape están completamente cerrados sin ventanas ni orificios | X | | | |
| 9 | Las puertas de los conductos de escaleras son de materiales resistentes al fuego | | X | | |
| 10 | La áreas que presentan mayor riesgo de incendio se encuentran alejadas de focos de ignición | X | | | |
| 11 | Los depósitos de sustancias peligrosas estan instalados a nivel del suelo | | X | | |
| 12 | La distribución de líquidos inflamables o combustibles desde los tanques es por medio de tuberías metálicas | | | X | |
| 13 | La edificación cuenta con una fachada accesible para ingreso de vehículos de emergencia (8 m. libre de obstáculos) | | X | | |

| | ALMACENAMIENTO | SI | NO | NA | OBSERVACIONES |
|----|--|----|----|----|---------------|
| 14 | El almacenamiento de materiales combustibles presentan orden y limpieza. Existen áreas exclusivas para el almacenamiento de insumos y misceláneos que presentan riesgo de incendio | | | X | |
| 15 | Existe un espacio de por lo menos 60 cm entre el último material almacenado y el techo de la edificación | | | X | |
| 16 | Los materiales peligrosos que presentan riesgos de incendio están en lugares aislados y estructurados de materiales incombustibles | | | X | |
| 17 | Todo producto químico esta almacenado separadamente en recipientes adecuados | X | | | |
| 18 | Se dispone de las hojas técnicas de seguridad (MSDS) de los productos químicos peligrosos | X | | | |
| 19 | La sustancias químicas que pueden reaccionar juntas están almacenadas separadamente unas de otras | X | | | |
| 20 | Los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y/o combustibles están a 5 metros de distancia mínimo de edificaciones | | | X | |
| 21 | Los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y/o combustibles cuentan con diques de contención del 110 % del volumen. | | | X | |
| 22 | Las grasas, aceites o sustancias combustibles están almacenados en recipientes metálicos y herméticos | | | X | |
| 23 | Los tanques estacionarios de GLP cuentan con certificado definitivo de factibilidad e idoneidad emitido por CBDMQ | | X | | |
| 24 | Las centrales de gas cuentan con certificado de aprobación de CBDMQ válido por un año. | | | X | |
| 25 | Los cilindros de gases industriales se encuentran almacenados adecuadamente y tienen dispositivos de fijación | X | | | |
| | SEÑALIZACIÓN | | | | |
| 26 | Los equipos contra incendios poseen señalización adecuada bajo norma INEN 439 | X | | | |
| 27 | Los materiales peligrosos cuentan con señalización bajo norma INEN 2266 | | X | | |
| 28 | Existe señalización adecuada en tuberías de acuerdo a la norma INEN 440 | | X | | |
| 29 | Los accesos, vías de circulación/evacuación y puertas de emergencia están señalizadas bajo norma INEN 439. | | X | | |
| | EQUIPOS CONTRA INCENDIOS | | | | |
| 30 | El local cuenta con Red Hídrica contra Incendios en buenas condiciones y operable (reporte de mantenimiento anual) | | X | | No tiene |
| 31 | La reserva de agua para incendios de la red hídrica tiene un volumen mínimo de 13 m ³ | | X | | No tiene |
| 32 | Los BIES se encuentran situados a una distancia máxima de 30 metros entre sí | | X | | No tiene |
| 33 | Los BIES cuentan con Manguera de 15 m y 1 1/2 pulg llave apanneli, boquilla o pitón, hacha de 5 lb y extintor de 10 lb. | | X | | No tiene |
| 34 | Los gabinetes se encuentran instalados a una altura de 1,20 m del piso acabado a la base del gabinete | | X | | No tiene |
| 35 | Gabinetes contra incendios se encuentran visibles, accesibles, identificables. | | X | | No tiene |
| 36 | La edificación posee sistemas de detección de incendios conectados a un panel de monitoreo | X | | | |
| 37 | La edificación posee pulsadores de alarma y difusores de sonido adecuados para la transmisión audible de alarmas | X | | | |
| 38 | Existe un extintor de 20 lb o su equivalente por cada 200 m ² ó se halla colocado por cada 25 metros lineales máximo. | X | | | |
| 39 | Los extintores se encuentran en buen estado, cargados y operables. Los extintores se encuentran a una altura de 0,10 m como mínimo y a 1,50 m como máximo del piso al cuello del extintor. | X | | | |
| 40 | Los extintores se encuentran libres de obstáculos, accesibles, identificables | X | | | |
| 41 | Los extintores presentan etiquetas de revisión y señalización que indican las instrucciones para su uso | X | | | |
| 42 | Presentan documentación de registro de inspecciones y mantenimiento de los equipos contra incendios | X | | | |
| 43 | Presentan documentación de registro y mantenimiento de los tanques estacionarios de GLP. | | | X | |

| | SEGURIDAD HUMANA | SI | NO | NA | OBSERVACIONES |
|----|--|----|----|----|---------------|
| 44 | El personal ha recibido entrenamiento en el uso y manejo de equipos contra incendio | X | | | |
| 45 | Cuenta con un grupo de brigadas capacitadas, entrenadas y equipadas en seguridad contra incendios | X | | | |
| 46 | Tiene Plan de autoprotección para emergencias constatado por CBDMQ | X | | | |
| 47 | Las vías de evacuación, medios de egreso, gradas y puertas de emergencia poseen iluminación de emergencia | X | | | |
| 48 | Las vías de evacuación conducen a espacios exteriores abiertos | X | | | |
| 49 | Toda puerta ubicada en la vía de evacuación tiene un ancho mínimo de 86 cm y una altura nominal de 2,10 m. | X | | | |
| 50 | Se cuenta con un número adecuado de salidas suficientemente amplias y de fácil identificación | | X | | |
| 51 | Toda salida de escape esta a una distancia máxima de 25 m de los puestos de trabajo | | X | | |
| 52 | Los puntos de encuentro se hallan en espacios libres de riesgos | X | | | |
| 53 | El acceso a las salidas de escape están sin obstáculos de tal modo que permiten una libre evacuación | | X | | |
| 54 | Las puertas de emergencia cuentan con barra antipánico | | X | | |
| 55 | Las puertas de emergencia están sin seguros o dispositivos que impidan la salida | | X | | |

ANEXO IV

TABLAS DEL MÉTODO GRÉTENER

Tabla AIV.1. Factores de los peligros de Incendio

| <i>Factor</i> | Designación de peligros | Símbolo abreviatura | <i>Atribución</i> |
|---------------|--|----------------------------|----------------------------------|
| q | Carga térmica mobiliaria. | Qm | Peligros inherentes al contenido |
| c | Combustibilidad. | Fe | |
| r | Formación de humos | Fu | |
| k | Peligro de corrosión/toxicidad | Co/Tx | |
| i | Carga térmica inmobiliaria. | Qi | Peligros inherentes al edificio |
| e | Nivel de la planta o altura del local. Tamaño de los compartimentos | E, H | |
| g | cortafuegos y su relación longitud/anchura | AB l:b | |

Tabla AIV.2. Determinación del tipo de construcción

| Tipo de Construcción | A MACIZA (Resistencia al fuego definida) | B MIXTA (Resistencia al fuego variable) | C COMBUSTIBLE (Escasa resistencia al fuego) |
|---|---|--|--|
| Compartimentado | | | |
| Células Locales 30-200 m ² | Z | Z ¹ G ² V ³ | V |
| Grandes superficies Plantas separadas entre ellas y > 200 m ² | G | G ² V ³ | V |
| Grandes volúmenes Conjunto del edificio, varias plantas unidas | V | V | V |

(Gretener, 1988, p. 17)

Tabla AIV.3. Cargas térmicas mobiliarias

| Qm (MJ/m²) | | q | Qm (MJ/m²) | | q | Qm (MJ/m²) | | Q |
|------------------------------|-----|----------|------------------------------|-------|----------|------------------------------|--------|----------|
| Hasta | 50 | 0,6 | 401 | 600 | 1,3 | 5 001 | 7 000 | 2,0 |
| 51 | 75 | 0,7 | 601 | 800 | 1,4 | 7 001 | 10 000 | 2,1 |
| 76 | 100 | 0,8 | 801 | 1 200 | 1,5 | 10 001 | 14 000 | 2,2 |
| 101 | 150 | 0,9 | 1 201 | 1 700 | 1,6 | 14 001 | 20 000 | 2,3 |
| 151 | 200 | 1,0 | 1 701 | 2 500 | 1,7 | 20 001 | 28 000 | 2,4 |
| 201 | 300 | 1,1 | 2 501 | 3 500 | 1,8 | Más de | 28 000 | 2,5 |
| 301 | 400 | 1,2 | 3 501 | 5 000 | 1,9 | | | |

Tabla AIV.4. Grado de combustibilidad según CEA

| Grado de Combustibilidad – Según CEA | c |
|---|----------|
| 1 | 1,6 |
| 2 | 1,4 |
| 3 | 1,2 |
| 4 | 1,0 |
| 5 | 1,0 |
| 6 | 1,0 |

(CEA, Comité de Seguros Europeo)

Tabla AIV.5. Peligro de humo y el factor r

| Clasificación de Materias y Mercancías | Grado | Peligro de humo | r |
|---|--------------|----------------------------|----------|
| Fu | 3 | Normal | 1,0 |
| | 2 | Medio | 1,1 |
| | 1 | Grande | 1,2 |

Tabla AIV.6. Peligro de corrosión y el factor k

| Clasificación de Materias y Mercancías | Peligro de Corrosión o Toxicidad | k |
|--|----------------------------------|-----|
| Co | Normal | 1,0 |
| | Medio | 1,1 |
| | Grande | 1,2 |

Tabla AIV.7. Carga de incendio inmobiliaria

| Elementos de fachadas, tejados | | Hormigón Ladrillos Metal | Componentes de fachadas multicapas con capas exteriores incombustibles | Maderas Materias sintéticas |
|--|---|--------------------------------|--|--------------------------------|
| <i>Estructura portante</i> | | <i>Incombustible</i> | Combustible protegida | Combustible |
| Hormigón, ladrillo, acero, otros metales | Incombustible | 1,0 | 1,05 | 1,1 |
| <i>Construcción en madera:</i> - Revestida Contrachapada* - Maciza* | Combustible Protegida Combustible | 1,1 | 1,15 | 1,2 |
| <i>Construcción en madera:</i> - Ligera | Combustible | 1,2 | 1,25 | 1,3 |

Tabla AIV.8. Carga mobiliaria según la altura del edificio

| EDIFICIOS DE UN SOLO NIVEL | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|---|
| Altura del local E** | e | | |
| | <i>Qm Pequeño</i> | <i>Qm Mediano</i> | Qm Grande > <i>1.000 MJ/m²</i> |
| más de 10 m | 1,00 | 1,25 | 1,50 |
| hasta 10 m | 1,00 | 1,15 | 1,30 |
| hasta 7 m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Tabla AIV.9. Factor de nivel de sótano con respecto a la altura útil

| <i>SÓTANOS</i> | | <i>e</i> |
|-----------------|-------|----------|
| Primer sótano | - 3 m | 1,00 |
| Segundo sótano | - 6 m | 1,90 |
| Tercer sótano | - 9 m | 2,60 |
| Cuarto sótano y | - 12m | 3,00 |
| Restantes | | |

Tabla AIV.10. Nivel de planta con respecto a la altura útil

| EDIFICIOS DE VARIAS PLANTAS | | |
|------------------------------------|---|----------|
| <i>Planta</i> | <i>E</i> ⁺ Cota de la planta Respecto a la Rasante | <i>E</i> |
| Planta 11 y Superiores | ≤34 m | 2,00 |
| Plantas 8, 9 y 10 | ≤25 m | 1,90 |
| Planta 7 | ≤22 m | 1,85 |
| Planta 6 | ≤19 m | 1,80 |
| Planta 5 | ≤16 m | 1,75 |
| Planta 4 | ≤13 m | 1,65 |
| Planta 3 | ≤10 m | 1,50 |
| Planta 2 | ≤7 m | 1,30 |
| Planta 1 | ≤4 m | 1,00 |
| Planta baja | | 1,00 |

Tabla AIV.11. Tamaño del compartimento cortafuego

| l:b Relación longitud/anchura del compartimento cortafuego | | | | | | | | Factor Dimensional |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------|
| 8:1 | 7:1 | 6:1 | 5:1 | 4:1 | 3:1 | 2:1 | 1:1 | g |
| 800 | 770 | 730 | 680 | 630 | 580 | 500 | 400 | 0,4 |
| 1 200 | 1 150 | 1 090 | 1 030 | 950 | 870 | 760 | 600 | 0,5 |
| 1 600 | 1 530 | 1 450 | 1 370 | 1 270 | 1 150 | 1 010 | 800 | 0,6 |
| 2 000 | 1 900 | 1 800 | 1 700 | 1 600 | 1 450 | 1 250 | 1 000 | 0,8 |
| 2 400 | 2 300 | 2 200 | 2 050 | 1 900 | 1 750 | 1 500 | 1 200 | 1,0 |
| 4 000 | 3 800 | 3 600 | 3 400 | 3 200 | 2 900 | 2 500 | 2 000 | 1,2 |
| 6 000 | 5 700 | 5 500 | 5 100 | 4 800 | 4 300 | 3 800 | 3 000 | 1,4 |
| 8 000 | 7 700 | 7 300 | 6 800 | 6 300 | 5 800 | 5 000 | 4 000 | 1,6 |
| 10 000 | 9 600 | 9 100 | 8 500 | 7 900 | 7 200 | 6 300 | 5 000 | 1,8 |
| 12 000 | 11 500 | 10 900 | 10 300 | 9 500 | 8 700 | 7 600 | 6 000 | 2,0 |
| 14 000 | 13 400 | 12 700 | 12 000 | 11 100 | 10 100 | 8 800 | 7 000 | 2,2 |
| 16 000 | 15 300 | 14 500 | 13 700 | 12 700 | 11 500 | 10 100 | 8 000 | 2,4 |
| 18 000 | 17 200 | 16 400 | 15 400 | 14 300 | 13 000 | 11 300 | 9 000 | 2,6 |
| 20 000 | 19 100 | 18 200 | 17 100 | 15 900 | 14 400 | 12 600 | 10 000 | 2,8 |
| 22 000 | 21 000 | 20 000 | 18 800 | 17 500 | 15 900 | 13 900 | 11 000 | 3,0 |
| 24 000 | 23 000 | 21 800 | 20 500 | 19 000 | 17 300 | 15 100 | 12 000 | 3,2 |
| 26 000 | 24 900 | 23 600 | 22 200 | 20 600 | 18 700 | 16 400 | 13 000 | 3,4 |
| 28 000 | 26 800 | 25 400 | 23 900 | 22 200 | 20 200 | 17 600 | 14 000 | 3,6 |
| 32 000 | 30 600 | 29 100 | 27 400 | 25 400 | 23 100 | 20 200 | 16 000 | 3,8 |
| 36 000 | 34 400 | 32 700 | 30 800 | 28 600 | 26 000 | 22 700 | 18 000 | 4,0 |
| 40 000 | 38 300 | 36 300 | 35 300 | 31 700 | 28 800 | 25 200 | 20 000 | 4,2 |
| 44 000 | 42 100 | 40 000 | 37 600 | 34 900 | 31 700 | 27 700 | 22 000 | 4,4 |
| 52 000 | 49 800 | 47 200 | 44 500 | 41 300 | 37 500 | 32 800 | 26 000 | 4,6 |
| 60 000 | 57 400 | 54 500 | 51 300 | 47 600 | 43 300 | 37 800 | 30 000 | 4,8 |
| 68 000 | 65 000 | 61 800 | 58 100 | 54 000 | 49 000 | 42 800 | 34 000 | 5,0 |

Tabla AIV.12. Medidas normales contra incendios

| n | MEDIDAS NORMALES | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|---------|----------------------|--------------------|--|--|---------|---------|---------|--|--|--|--|--|--|
| n1 | Extintores portátiles según RT2-EXT Suficientes <i>Insuficientes o inexistentes</i> | | 1,00 0,90 | | | | | | | | | | | | |
| n2 | Hidrantes interiores (BIE) Según RT2-BIE Suficientes Insuficientes o inexistentes | | 1,00 0,80 | | | | | | | | | | | | |
| | Fiabilidad de la aportación de agua <i>Reserva de agua**</i> Condiciones mínimas de caudal* Riesgo alto / más de 3.600 l/min. Riesgo medio / más de 1.800 l/min. Riesgo bajo / más de 900 l/min. <hr/> min. 240 m ³ <u>min. 480 m³</u> min. 120 m ³ <table border="1" data-bbox="967 993 1450 1136"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="967 993 1450 1031">Presión – Hidrante</th> </tr> <tr> <th data-bbox="967 1031 1130 1068">< 2 bar</th> <th data-bbox="1130 1031 1292 1068">> 2 bar</th> <th data-bbox="1292 1031 1450 1068">> 4 bar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="967 1068 1130 1106"></td> <td data-bbox="1130 1068 1292 1106"></td> <td data-bbox="1292 1068 1450 1106"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="967 1106 1130 1136"></td> <td data-bbox="1130 1106 1292 1136"></td> <td data-bbox="1292 1106 1450 1136"></td> </tr> </tbody> </table> Depósito elevado con reserva de agua para extinción o bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica, con depósito. Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica. Bomba de capa subterránea independiente de la red, sin reserva. Bomba de capa subterránea dependiente de la red, sin reserva. Aguas naturales con sistema de impulsión. | | | Presión – Hidrante | | | < 2 bar | > 2 bar | > 4 bar | | | | | | |
| Presión – Hidrante | | | | | | | | | | | | | | | |
| < 2 bar | > 2 bar | > 4 bar | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| n3 | Longitud de la manguera de aportación de agua Long. del conducto < 70 m Long. del conducto 70 –100 m (Dist. entre el hidrante y la entrada al edificio) Long. Del conducto > 100 m | | 1,00 0,95 0,90 | | | | | | | | | | | | |
| n5 | Personal instruido Disponible y formado Inexistente | | 1,00 0,80 | | | | | | | | | | | | |

Tabla AIV.13. Medidas especiales contra incendios

| MEDIDAS ESPECIALES | | | | | | | S | | |
|---------------------------|--------------------------|------|---|--|---------|-----------|---------|---------|------|
| Detección | S ₁ | 10 | Detección del fuego | | | | | | |
| | | 11 | Vigilancia : | Al menos 2 rondas durante la noche, y los días festivos rondas cada 2 horas. | | | 1,05 | | |
| | | 12 | Inst. detección: | Automática (según RT3-DET) | | | 1,10 | | |
| | | 13 | Inst. rociadores: | Automática (según RT1-DET) | | | 1,45 | | |
| Transmisión de alarma | S ₂ | 20 | Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra fuego. | | | | | | |
| | | 21 | Desde un puesto ocupado permanentemente (p.ej.:portería) y teléfono | | | | 1,05 | | |
| | | 22 | Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono. | | | | | | |
| | | 23 | Transmisión de la alarma automática por central de detección o de rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante un tele transmisor. | | | | 1,10 | | |
| | | 24 | Transmisión de la alarma automática por central de detección o sprinkler al puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica vigilada permanentemente (línea reservada o TUS) | | | | 1,10 | | |
| Intervención | S ₃ | 30 | Cuerpos de Bomberos oficiales (SP) | | | | | | |
| | | | Oficiales SP | SPE | SPE | SPE | SPE | Sin | |
| | | | | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 | Nivel 4 | SPE | |
| | | | Cuerpos SP | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,00 | |
| | | | SP+alarma simultánea | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,15 | |
| | | | SP+alarma simultánea+TP | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,30 | |
| | | | Centro B* | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,35 | |
| | | | Centro A* | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,80 | 1,40 | |
| | | | Centro A+ retén | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,85 | 1,45 | |
| | | | SP profesional | 1,70 | 1,75 | 1,80 | 1,90 | 1,60 | |
| Escalones de intervención | S ₄ | 40 | Escalones de intervención de los cuerpos locales de bomberos | | | | | | |
| | | | Escalón | Inst. sprinkler | | SPE | SPE | SPE | Sin |
| | | | Tiempo/distanc. | cl.1 | cl.2 | Nivel 1+2 | Nivel 3 | Nivel 4 | SPE |
| | | | E ₁ < 15 min. | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | | | < 5 Km. | | | | | | |
| | | | E ₂ < 30 min. | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | 0,80 |
| | > 5 Km. | | | | | | | | |
| | E ₃ > 30 min. | 0,95 | 0,90 | 0,75 | 0,90 | 0,95 | 0,60 | | |
| Instalación extinción | S ₅ | 50 | Instalaciones de extinción | | | | | | |
| | | 51 | Sprinkler cl. 1 (abastecimiento) | | | | 2,00 | | |
| | | 52 | Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o inst. de agua pulverizada | | | | 1,70 | | |
| | | 53 | Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc. | | | | 1,35 | | |
| | S ₆ | 60 | Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual) | | | | 1,20 | | |

* O un cuerpo local de bomberos equipado y formado de la misma

Tabla AIV. 14. Medidas inherentes a la construcción

| MEDIDAS INHERENTES A LA CONSTRUCCION | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|---|-----------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------|
| F | | F= f ₁ .f ₂ .f ₃ .f ₄ | | | f | | |
| f ₁ | 11 | Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares) | | | 1,30 | | |
| | 12 | F90 y más | | | 1,20 | | |
| | 13 | F30 / F60 | | | 1,00 | | |
| f ₂ | 21 | Fachadas | | | 1,15 | | |
| | 22 | Altura de las ventanas ≤ 2/3 de la altura de la planta | | | 1,10 | | |
| | 23 | F90 y más | | | 1,00 | | |
| F ₃ | 31 | Suelos y techos * | Número De Pisos | aberturas verticales | | | |
| | | | | Z + G | V | V | |
| | 32 | Separación horizontal entre niveles | | | ninguna u | protegida | no |
| | | | | | obturada | (*) | protegid as |
| | 31 | F90 | | ≤2 | 1,20 | 1,10 | 1,00 |
| | | | | | >2 | 1,30 | 1,15 | 1,00 |
| 32 | F30 / F60 | | ≤2 | 1,15 | 1,05 | 1,00 | |
| | | | | >2 | 1,20 | 1,10 | 1,00 |
| 32 | <F30 | | ≤2 | 1,05 | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | >2 | 1,10 | 1,05 | 1,00 |
| F ₄ | 33 | Superficie de células | | ≤10% | <10% | <5% | |
| | | Cortafuegos provistas de tabiques F30 puertas cortaf. | | | | | |
| | | T30. Relación de las superficies AF/AZ. | | | | | |
| | | AZ < 50 m ² | | 1,40 | 1,30 | 1,20 | |
| 41 | AZ < 100 m ² | | 1,30 | 1,20 | 1,10 | | |
| 42 | AZ ≤ 200 m ² | | 1,20 | 1,10 | 1,00 | | |
| 43 | | | | | | | |

* * Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio.

Tabla AIV.15. Peligro de activación (Factor A)

| FACTOR A | PELIGRO DE ACTIVACION | EJEMPLOS |
|----------|-----------------------|--|
| 0,85 | Débil | Museos. |
| 1 | Normal | Apartamentos, hoteles, fabricación de papel |
| 1,2 | Medio | Laboratorios químicos, talleres de pintura. |
| 1,45 | Alto | Laboratorios químicos, talleres de pintura. |
| 1,8 | Muy elevado | Fabricación de fuegos artificiales, fabricación de barnices y pinturas |

Tabla AIV.16. Exposición al riesgo de las personas ($P_{H,E}$)

| CLASIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|--------|-----------------------------|-------|-------|--------|-----------------------------|-------|-------|--------|-----------|--|
| 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | | |
| Situación del compartimento | | | | Situación del compartimento | | | | Situación del compartimento | | | | | |
| C.F. considerado | | | | C.F. considerado | | | | C.F. considerado | | | | | |
| Planta | Pisos | Pisos | Pisos | Planta | Pisos | Pisos | Pisos | Planta | Pisos | Pisos | Pisos | Valor | |
| baja + | 2-4 | 5-7 | 8 y | Baja + | 2-4 | 5-7 | 8 y | Baja + | 2-4 | 5-7 | 8 y | De | |
| 1º Piso | | | super. | 1º Piso | | | super. | 1º Piso | | | super. | $P_{H,E}$ | |
| >1000 | ≤30 | ..... | ..... | >1000 | ..... | ..... | ..... | >1000 | ..... | ..... | ..... | 1,00 | |
| ..... | ≤100 | ..... | ..... | ..... | ≤30 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 0,95 | |
| ..... | ≤300 | ..... | ..... | ..... | ≤100 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 0,90 | |
| ..... | ≤1000 | ≤30 | ..... | ..... | ≤300 | ..... | ..... | ..... | ≤30 | ..... | ..... | 0,85 | |
| ..... | >1000 | ≤100 | ..... | ..... | ≤1000 | ≤30 | ..... | ..... | ≤100 | ..... | ..... | 0,80 | |
| ..... | ..... | ≤300 | ..... | ..... | >1000 | ≤100 | ..... | ..... | ≤300 | ..... | ..... | 0,75 | |
| ..... | ..... | ≤1000 | ≤30 | ..... | ..... | ≤300 | ..... | ..... | ≤1000 | ≤30 | ..... | 0,70 | |
| ..... | ..... | >1000 | ≤100 | ..... | ..... | ≤1000 | ≤30 | ..... | >1000 | ≤100 | ..... | 0,65 | |
| ..... | ..... | ..... | ≤300 | ..... | ..... | >1000 | ≤100 | ..... | ..... | ≤300 | ..... | 0,60 | |
| ..... | ..... | ..... | ≤1000 | ..... | ..... | ..... | ≤300 | ..... | ..... | ≤1000 | ≤30 | 0,55 | |
| ..... | ..... | ..... | >1000 | ..... | ..... | ..... | ≤1000 | ..... | ..... | >1000 | ≤100 | 0,50 | |
| ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | >1000 | ..... | ..... | ..... | ≤300 | 0,45 | |
| ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ≤1000 | 0,45 | |
| ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | >1000 | 0,40 | |

NUMERO DE PERSONAS ADMITIDAS EN EL COMPARTIMENTO CORTAFUEGO CONSIDERADO

Tabla AIV.17. Hoja de cálculo resumen del método Gretener

| EDIFICIO | | LUGAR | | CALLE | |
|--------------------|--|----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|
| Parte del edificio | | VARIANTE... | | VARIANTE... | |
| Compartimento: | | I = b= | | I = b= | |
| Tipo de edificio: | | AB = | | AB = | |
| | | l/b = | | l/b = | |
| TIPO DE CONCEPTO | | | | | |
| q | Carga Térmica Mobiliaria | Qm= | | Qm= | Qm= |
| c | Combustibilidad | | | | |
| r | Peligro de humos | | | | |
| k | Peligro de Corrosión | | | | |
| i | Carga Térmica inmobiliaria e | | | | |
| P | PELIGRO POTENCIAL | qcrk · ieg | | qcrk · ieg | qcrk · ieg |
| n ₁ | Extintores portátiles | | | | |
| n ₂ | Hidrantes interiores. BIE | | | | |
| n ₃ | Fuentes de agua-fiabilidad | | | | |
| n ₄ | Conductos transp. Agua | | | | |
| n ₅ | Personal instr. en extinc. | | | | |
| N | MEDIDAS NORMALES | n ₁ ...n ₅ | | n ₁ ...n ₅ | n ₁ ...n ₅ |
| s ₁ | Detección de fuego | | | | |
| s ₂ | Transmisión de alarma | | | | |
| s ₃ | Disponib. de bomberos | | | | |
| s ₄ | Tiempo para intervención | | | | |
| s ₅ | Instalación de extinción | | | | |
| s ₆ | Instal. Evacuación de humo | | | | |
| S | MEDIDAS ESPECIALES | s ₁ ...s ₆ | | s ₁ ...s ₆ | s ₁ ...s ₆ |
| f ₁ | Estructura portante | F< | | F< | F< |
| f ₂ | Fachadas | F< | | F< | F< |
| | Forjados | F< | | F< | F< |
| f ₃ | - Separación de plantas | | | | |
| | -Comunicaciones verticales | | | | |
| | Dimensiones de las células | AZ = | | AZ = | AZ = |
| f ₄ | - Superficies vidriadas | AF / AZ = | | AF / AZ = | AF / AZ = |
| F | MEDIDAS EN LA CONSTRUC | f ₁ ...f ₄ | | f ₁ ...f ₄ | f ₁ ...f ₄ |
| B | Exposición al riesgo | | | | |
| A | Peligro de Activación | P / (N · S · F) | | P / (N · S · F) | P / (N · S · F) |
| R | RIESGO INCENDIO EFECTIV | B · A | | B · A | B · A |
| P _{h,e} | Situación de peligro para las personas | H = | | H = | H = |
| | | p = | | p = | p = |
| γ | SEGURIDAD CONTRAD INCENDIO | γ = R _u / R | | γ = R _u / R | γ = R _u / R |
| NOTAS: | | | | | |

ANEXO V

HOJA DE CÁLCULO DE INCENDIO (MÉTODO GRETENER)

| HOJA DE CALCULO RIESGO DE INCENDIO (MÉTODO GRETENER) | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|------------------------------|-------------|------------------------|-------------|-----------------------|---------|-------|--|
| EDIFICIO QUÍMICA-ELÉCTRICA | | | | | | | | | |
| PISO 6 (BODEGA BIBLIOTECA) | | | | | | | | | |
| RIESGO DE INCENDIO (Max Gretener) | | | | | | | | | |
| Datos del Edificio | | Localidad | EPN | Situación | | Quito | | | |
| Parte edificio | Todas las plantas | | | | l = | 4,5 | b = | 3 | |
| Compartimento | Bodega Biblioteca | | | | Nº Plantas | 8 | | | |
| Tipo edificio | Z | | | | A*B = | 13,5 | l / b = | "2:1" | |
| Actividad | Aulas de clase y laboratorios | | | | Qm = | 500 MJ/m ² | | | |
| Tipo de concepto | | Antes de Implementar | | Después de Implementar | | | | | |
| q.- Carga térmica mobiliaria | | | 1,20 | | 1,20 | | | | |
| c.- Combustibilidad | | | 1,40 | | 1,40 | | | | |
| r.- Peligro humos | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| k.- Peligro corrosión | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| i.- Carga térmica inmobiliaria | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| e.- Nivel de planta | | | 1,85 | | 1,85 | | | | |
| g.- Superficie compartimentos | | | 0,40 | | 0,40 | | | | |
| Peligro Potencial P | | | 1,24 | | 1,24 | | | | |
| n1.- Extintores portátiles | | | 0,90 | | 1,00 | | | | |
| n2.- Hidrantes. BIEs | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| n3.- Fuentes agua | | | 0,60 | | 1,00 | | | | |
| n4.- Conducción agua | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| n5.- Personal instruido | | | 0,80 | | 1,00 | | | | |
| Medidas Normales N | | | 0,43 | | 1,00 | | | | |
| s1.- Detección fuego | | | 1,05 | | 1,05 | | | | |
| s2.- Transmisión alarmas | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| s3.- Disponibilidad bomberos | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| s4.- Tiempo intervención | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| s5.- Instalación extinción | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| s6.- Instalación evacuación humo | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| Medidas especiales S | | | 1,05 | | 1,05 | | | | |
| f1.- Estructura portante | | F = 30 | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| f2.- Fachadas | | F = 30 | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| f3.- Forjados separación | | F = | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| f4.- Dimensiones Células | | AZ = NO | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| Superficies vidrio | | AF/AZ | | | | | | | |
| Medidas constructivas F | | | 1,00 | | 1,00 | | | | |
| B Exposición Riesgo | | P/N*S*F | 2,74 | | 1,18 | | | | |
| A Peligro de Activación | | 1 | | 1 | | | | | |
| R Riesgo Incendio Efectivo | | B * A | 2,74 | | 1,18 | | | | |
| Phe: Situación riesgo personas | | H = 1 | 1 | H= | 1 | | | | |
| | | E= 6 | | E= | 6 | | | | |
| Ru: Riesgo incendio aceptado | | 1,3 * Phe = | 1,3 | | 1,3 | | | | |
| γ Seguridad contra incendios | | γ = Ru/R | 0,47 | | 1,10 | | | | |
| RESULTADO | | NO ACEPTABLE | | ACEPTABLE | | | | | |
| Notas | | Variante 1 | | | | | | | |
| | | Extintores suficientes | | | | | | | |
| | | Nº BIEs adecuado | | | | | | | |
| | | Bombeo con agua red | | | | | | | |
| | | Con personal adiestrado | | | | | | | |
| | | Sin personal vigilancia | | | | | | | |
| | | Con detección incendios | | | | | | | |
| | | Con transm. alarmas | | | | | | | |
| | | Sin extinción autom. | | | | | | | |
| | | Con hidrantes externos | | | | | | | |
| | | Ocupación variable por zonas | | | | | | | |
| | | Bomberos externos | | | | | | | |
| | | Sin evacuación humo | | | | | | | |

ANEXO VI

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA No. 036-CG-CBDMQ-2009

RESOLUCION ADMINISTRATIVA No. 036 – CG – CBDMQ- 2009

Ab. Atahualpa Sánchez Granda
CORONEL DE BOMBEROS
COMANDANTE GENERAL DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO

Considerando

- Que,** el Directorio del Cuerpo Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, mediante Resolución adoptada en sesión del día 28 de mayo del 2008 aprobó la nueva estructura orgánica por procesos de esta Institución, en la que se determina el funcionamiento de las Jefaturas Zonales de Bomberos, a cuyos titulares les corresponde, entre otras, la atribución de otorgar permisos de funcionamiento a los locales comerciales, industriales, educativos, administrativos, residenciales y demás similares, previo el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios señalados en la Ley de Defensa Contra Incendios, su Reglamento de aplicación y en especial el Reglamento de Prevención de Incendios;
- Que,** los servicios que brinda el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito se rigen por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación, conforme lo dispone el art. 227 de la Constitución de la República;
- Que,** de conformidad a lo prescrito en los Arts. 35 de la Codificación de la Ley de Defensa Contra Incendios, 40 de su Reglamento general de aplicación y Art. 249 del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios para que los Cuerpos de Bomberos cumplan y hagan cumplir las normas técnicas y disposiciones establecidas en la Ley de Defensa Contra Incendios, es facultad de los primeros jefes de los cuerpos de bomberos del país, conceder permisos anuales de funcionamiento y la adopción de todas las medidas necesarias para prevenir flagelos dentro de su respectiva jurisdicción;
- Que,** el art. 35 de la Ley de Modernización del Estado, determina que en casos de conveniencia institucional, el máximo personero dictará acuerdos, resoluciones u oficios que sean necesarios para delegar sus atribuciones.
- Que,** el artículo 13 del Reglamento Orgánico Operativo de Régimen Interno y Disciplina de los Cuerpos de Bomberos del país, faculta al Jefe o Comandante designado como directo responsable ante las autoridades del funcionamiento, organización, dirección y control de la Institución a su mando en sus aspectos técnicos operativos y administrativos, los cuales reglamentará por medio de resoluciones internas.
- Que,** dentro del nuevo modelo de gestión técnico administrativa del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, es necesario optimizar y dinamizar, entre otros procesos, el de concesión de permisos de funcionamiento que otorga esta Institución previa inspección;

Que, mediante memorando No. 104-USSO-CB-DMQ, de 5 de junio del año en curso, el señor Tnte. (B) Carlos Marcillo, Jefe de la Unidad de Seguridad y Salud Ocupacional del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, solicita la aprobación del "Formato para Elaboración de Planes de Emergencia" para ser aplicado en el CB-DMQ, en beneficio de los ciudadanos que tienen que presentar este instrumento como requisito para la obtención del permiso de funcionamiento.

En ejercicio de las atribuciones previstas en los literales b) y c) del Art. 12 de la Ordenanza No. 114, sustitutivo del Art. 20 de la Ordenanza No. 039 y en el art. 35 la Ley de Modernización del Estado,

RESUELVE


Art. 1.- Aprobar el "Formato para la Elaboración de Planes de Emergencia" para estandarizar este requisito en las Jefaturas Zonales del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, reforzar y fortalecer las labores de inspección de los diferentes locales en aplicación al Sistema de Prevención y Control de Incendios

Art. 2.- Los Jefes Zonales del CB-DMQ, tendrán bajo su responsabilidad la revisión y supervisión del cumplimiento de este instrumento antes de otorgar el respectivo permiso de funcionamiento.

Art. 3.- De la presente Resolución, encárguese al señor Comandante Operativo y señores Jefes Zonales del CB-DMQ

Dado en Quito, Distrito Metropolitano, 15 de junio del 2009.

COMUNIQUESE.-


 Ab. Atahualpa Sánchez Granda
 CORONEL DE BOMBEROS
 COMANDANTE GENERAL DEL CUERPO DE BOMBEROS
 DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

ANEXO VII**PLANOS DEL EDIFICIO DE QUÍMICA – ELÉCTRICA DE LA EPN
CON LOS RECURSOS CONTRA INCENDIOS PROPUESTOS**