

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
FACULTA DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN TIC's
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y MECÁNICA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Trabajo Final de Graduación para optar por el título de
Licenciatura de Ingeniería Electromecánica

Diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio
Educativo Nueva Esperanza, ubicada en San Juan de Santa Bárbara de
Heredia

Autor: Daniel Alberto Bolaños Herrera

Heredia, Costa Rica

Fecha:2022

Tribunal Examinador



TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicado en San Juan de Santa Bárbara de Heredia, por el estudiante: Daniel Alberto Bolaños Herrera, fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Latina de Costa Rica, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica:



Ing. Luis Andrés Brenes Osés

Tutor



Ing. Andrés Gerardo Chavés Zamora

Lector



Ing. Jonathan Jesús Hernández Hernández

Representante

Carta Tutor

Heredia, 18 de agosto de 2022

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicado en San Juan de Santa Bárbara de Heredia, elaborado por el estudiante Daniel Alberto Bolaños Herrera puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Luis Andrés Brenes Oses

Tutor

Carta Lector

Heredia, 18 de agosto de 2022

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicado en San Juan de Santa Bárbara de Heredia, elaborado por el estudiante Daniel Alberto Bolaños Herrera puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Andrés Gerardo Chaves Zamora

Lector

Carta Filóloga



M. L. Vilma Isabel Sánchez Castro
Bachiller y Licenciada en Filología Española U.C.R.



A QUIEN INTERESE

Yo, Vilma Isabel Sánchez Castro, Máster en Literatura Latinoamericana, Bachiller y Licenciada en Filología Española, de la Universidad de Costa Rica; con cédula de identidad 6-054-080; inscrita en el Colegio de Licenciados y Profesores, con el carné N° 003671, hago constar que he revisado el siguiente documento. Y he corregido en él los errores encontrados en ortografía, redacción, gramática y sintaxis. El cual se intitula

**DISEÑO DE UN PLAN BÁSICO DE INCENDIOS A LA INSTITUCIÓN
COLEGIO EDUCATIVO NUEVA ESPERANZA, UBICADA EN SAN JUAN DE
SANTA BÁRBARA DE HEREDIA**

DANIEL ALBERTO BOLAÑOS HERRERA

**LICENCIATURA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y MECÁNICA
UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA**

Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado en la ciudad de San José a los once días del mes de agosto de dos mil veintidós. La filóloga no se responsabiliza por los cambios que se le introduzcan al trabajo posterior a su revisión.


M.L. Vilma Isabel Sánchez Castro
Máster en Literatura Latinoamericana, UCR.
Bachiller y Licenciada en Filología Esp. UCR.
Cédula 60540080-Carné 003671

Teléfonos 2227-8513. Cel 8994-76-93 Apartado 563-1011 Y griega
Correo electrónico: vilma_sanchez@hotmail.com-info@chavezysanchezfilologos.com
Página Web: Chavez y Sanchez filólogos
Wase Chavez y Sánchez filólogos

Declaración Jurada

Declaración Jurada

Yo, Daniel Alberto Bolaños Herrera estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy el Autor Intelectual del Proyecto de Graduación , titulado:

Diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicada en San Juan de Santa Bárbara de Heredia

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Heredia Costa Rica, 18 de agosto de 2022



Daniel Alberto Bolaños Herrera

Licencia De Distribución No Exclusiva

Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico)

Universidad Latina de Costa Rica

Yo (Nosotros):	Daniel Alberto Bolaños Herrera
De la Carrera / Programa:	Ingeniería Electromecánica
Modalidad de TFG:	Proyecto de Graduación
Titulado:	Diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicada en San Juan de Santa Bárbara de Heredia.

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el "AUTOR"), declara lo siguiente: PRIMERO: Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la "OBRA"). SEGUNDO: El AUTOR autoriza y cede a favor de la UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L. con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la "UNIVERSIDAD"), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la OBRA necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la OBRA con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. TERCERO: El AUTOR acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la UNIVERSIDAD no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. CUARTO: El AUTOR garantiza la originalidad de la OBRA, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la OBRA, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del AUTOR y este garantiza mantener indemne a la UNIVERSIDAD ante cualquier reclamo de algún tercero. QUINTO: El AUTOR se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la UNIVERSIDAD SEXTO: La presente autorización y cesión se regirá por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el AUTOR y la UNIVERSIDAD, en forma voluntaria e incondicional. SÉPTIMO: El AUTOR acepta que la UNIVERSIDAD, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la OBRA, y el AUTOR, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la UNIVERSIDAD, por lo que el AUTOR haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. OCTAVO: El AUTOR concede a UNIVERSIDAD., el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El AUTOR acepta que UNIVERSIDAD. puede, sin cambiar el contenido, traducir la OBRA a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. NOVENO: El AUTOR acepta que UNIVERSIDAD puede conservar más de una copia de este envío de la OBRA por fines de seguridad, respaldo y preservación. El AUTOR declara que el envío de la OBRA es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. DÉCIMO: El AUTOR manifiesta que la OBRA y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la OBRA contiene material del que no posee los derechos de autor, el AUTOR declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a UNIVERSIDAD los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el AUTOR autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la UNIVERSIDAD utiliza la OBRA sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO. La presente autorización se extiende el día 18 de agosto de 2022 a las 8:30 pm

Firma del estudiante(s):



HOJA DE AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme salud, conocimiento y su inmenso amor quien me permite entregar este proyecto final de graduación.

A don Nelson Monge y al Centro Educativo Nueva Esperanza por abrirme las puertas y permitirme realizar este proyecto en tan extraordinaria institución.

A la Universidad Latina de Costa Rica y sus educadores quienes me formaron en la carrera de Ingeniería Electromecánica, brindándome herramientas y conocimientos para poder desarrollar este proyecto de graduación.

Reconocimiento a mis padres quienes me brindaron fortaleza y me incentivaron a no darme por vencido para finalizar este trabajo.

Un gran agradecimiento a mis abuelos Marco Tulio Bolaños y Flora Ramírez quienes me impulsaron, ayudaron y motivaron a realizar este proyecto de graduación.

Para finalizar el agradecimiento a mi compañera con quien formé mi hogar, quien me apoyó, me brindo su amor, cariño y motivación durante este proceso para lograr cumplir esta importante meta en mi vida.

HOJA DE DEDICATORIAS

A Dios por permitirme llegar a esta valiosa etapa de mi vida, brindándome la fortaleza, perseverancia para superar todos los obstáculos.

A mis padres quienes me han apoyado y me siguen apoyando incondicionalmente en todas las etapas de la vida, inculcándome la importancia de estudiar y de superarme cada día más en la vida, siempre siendo una mejor persona.

A mis abuelos Marco Tulio Bolaños y Flora Ramírez quienes siempre me han brindado su mano para continuar mis estudios, también me han inculcado estar siempre en los cambios de Dios.

A mi madrina quien siempre me apoyó y me impulso a estudiar, a quien siempre tengo presente.

A mi compañera con quien he formado mi hogar, quien me ha apoyado brindándome su amor, impulso, cariño y motivación para avanzar en la vida y seguir luchando para construir un mejor futuro.

RESUMEN

El riesgo de un conato de incendio está presente en cualquier institución, en Costa Rica el Benemérito Cuerpo de Bomberos según la Ley de la Republica N°8228 es la encargada de brindar las regulaciones las cuales deben de ser de acatamiento obligatorio para toda institución en Costa Rica nuevas y existentes, por lo cual es fundamental estar en constante actualización con las nuevas regulaciones que brinden para generar un ambiente seguro a los que habiten las instalaciones y cumplir con la Ley de la Republica N°8228.

Es de vital importancia la protección de los centros educativos debido a la gran cantidad de aforo de niños, jóvenes y adultos que la habitan, por lo que se deben de implementar todas las regulaciones que Bomberos de Costa Rica soliciten como ente encargado de velar por la seguridad de los ciudadanos.

Actualmente el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos de Costa Rica solicita la incorporación de un plan básico de incendios a toda institución de Costa Rica, en el cual se encuentra regulado por requisitos mínimos a cumplir.

Los requisitos mínimos estipulados en el reglamento son la implementación de medios de egreso, control de fuentes de ignición, detección y alarma de incendios, construcción, compartimentación, barreras resistentes al fuego y sistemas de supresión de incendios.

El presente documento tiene como fin brindar la relevancia de la aplicación de los requisitos mínimos de un plan básico de incendios a los centros educativos, así como describir los requisitos y elementos mínimos para cumplir con un plan básico de incendio, y aplicar las regulaciones realizando una propuesta de diseño para el Colegio Educativo Nueva Esperanza desde el área electromecánica y de esa manera la institución pueda efectuar las mejoras cumpliendo con el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.

Este documento nombra los equipos básicos requeridos y sus requisitos de diseño para un centro educativo en los sistemas de protección contra incendio para un correcto diseño basado en las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.

ÍNDICE GENERAL

HOJA DE AGRADECIMIENTOS	II
HOJA DE DEDICATORIAS	III
RESUMEN	IV
CAPÍTULO I.....	1
1. PROBLEMA Y PROPÓSITO	2
1.1. Síntoma.....	2
1.2. Causas.....	2
1.3. Pronóstico	2
1.4. Control al pronóstico	3
1.5. Formulación del problema.....	3
1.6. Sistematización del problema.....	3
1.7. Objetivo General	5
1.8. Objetivos Específicos	5
1.9. Estado actual de la investigación.....	5
1.10. Metodológica	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Marco Situacional.....	8
2.2. Antecedentes Históricos de la empresa	8
2.3. Misión de la empresa.....	8
2.4. Visión de la empresa	8
2.5. Ubicación espacial.....	9

2.6. Organigrama	10
2.7. Marco Conceptual o Marco Teórico del Objeto de Estudio.....	11
2.8. Hipótesis	62
2.9. Limitaciones	63
2.10 Alcances	63
2.11 Temporalidad.....	65
CAPÍTULO III	66
4. DESARROLLO.....	67
4.1 Diseño de iluminación de emergencia.....	67
3.2 Diseño de Control de fuentes de ignición.....	70
3.3 Diseño de detección y alarma de incendio.....	71
3.4 Diseño de sistema de supresión por medio de extintores	88
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES.	91
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	92
GLOSARIO.....	95
ANEXOS.....	A
Matriz de congruencia	A
Planos	D
Planos del sistema de iluminación de emergencia.	D
Planos de señalización de salidas.	D
Planos de clasificación de áreas para control de fuentes de ignición.	D
Planos de sistema de detección y alarma de incendio.	D
Planos de sistema de supresión por medio de extintores.....	D

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Color del humo según el tipo de material.....	19
Tabla 2. Dimensiones para escaleras	22
Tabla 3. Esparcimiento de detectores de calor	36
Tabla 4. Tipos de agentes extintores	51
Tabla 5. Cobertura de un rociador ESFR.....	54
Tabla 6. Distanciamientos de rociador ESFR a cielo rasos	55
Tabla 7. Típicos Niveles de Ruido en Ambiente	76
Tabla 8. Consumo de luces estroboscópica con sirena P2RL	77
Tabla 9. Luces estroboscópicas en salas	78
Tabla 10. Cálculos en amperios de consumo por NAC.....	79
Tabla 11. Cálculo de baterías en panel de incendio	80
Tabla 12. Cálculo de fuente remota de incendio.....	81
Tabla 13. Consumo de lazo SLC en diseño propuesto	83
Tabla 14. Cálculo de voltajes totales por NAC	85
Tabla 15. Matriz para programación panel de incendio	86

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de Colegio Nueva Esperanza.....	9
Ilustración 2. Organigrama del Complejo Educativo Nueva Esperanza	10
Ilustración 3. Incendios estructurales ocurridos en el año 2021	13
Ilustración 4. Incendios estructurales clasificados por fuente de ignición, ocurridos en el año 2021.....	15
Ilustración 5. Representación del Tetraedro del fuego.....	17
Ilustración 6. Fuego por conducción.....	18
Ilustración 7. Fuego por convección	18
Ilustración 8. Fuego por Radiación.....	18
Ilustración 9. Esparcimiento del humo.....	29
Ilustración 10. Tipos de detectores.....	33

Ilustración 11. Sensor de humo	34
Ilustración 12. Ubicación de los detectores en el cielo raso de 2 aguas.....	34
Ilustración 13. Ubicación de los detectores en el cielo raso de 1 aguas.....	35
Ilustración 14. Sistema de aspiración	38
Ilustración 15. Esparcimiento en salas para aparatos visibles ubicados en pared.....	42
Ilustración 16. Cableado clase A	43
Ilustración 17. Cableado clase B	43
Ilustración 18. Extintor portátil	48
Ilustración 19. Extintor sobre ruedas	49
Ilustración 20. Etiqueta de extintor	50
Ilustración 21. Rociador.....	53
Ilustración 22. Funcionamiento de un rociador.....	53
Ilustración 23. Fórmula del factor K.....	55
Ilustración 24. Gabinete para mangueras.....	56
Ilustración 25. Siamesa de inyección	59
Ilustración 26. Luz de emergencia E-40 marca Sylvania.....	67
Ilustración 27. Distanciamiento de luz de emergencia en plano	68
Ilustración 28. Altura de luz de emergencia.	68
Ilustración 29. Señalización de SALIDA en escalera	69
Ilustración 30. Señalización de SALIDA en pasillo e indicación de NO ES SALIDA en largo pasillo.....	69
Ilustración 31. Indicación en planos de los riesgos en las áreas	70
Ilustración 32. Ubicación de panel.....	71
Ilustración 33. Ubicación de anunciador remoto.....	72
Ilustración 34. Detalle de instalación de estación manual	72
Ilustración 35. Cobertura de sensor de humo.....	73
Ilustración 36. Cobertura de sensor térmico y distanciamiento en planos.	74
Ilustración 37. Ubicación de sensores de gas en cilindros de gas y calentador a gas.....	75

Ilustración 38. Distanciamiento de luces estroboscópicas con sirena en corredores.....	75
Ilustración 39. Detalles de instalación de Luz estroboscópica con sirena	76
Ilustración 40. Distribución correcta de luces estroboscópicas en salas.....	78
Ilustración 41. Distribución de luz estroboscópica en área de piscina	79
Ilustración 42. Propiedades del cable propuesto	83
Ilustración 43. Voltaje de operación equipos.....	84
Ilustración 44. Especificación eléctrica panel propuesto	84
Ilustración 45. Propiedades del cable propuesto NAC	85
Ilustración 46. Diseño de instalación de extintor en área clase B	88
Ilustración 47. Diseño de instalación de extintor en área clase A	88
Ilustración 48. Detalle de instalación de extintor en pared	89
Ilustración 49. Hoja para permiso de trabajo.....	C

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA Y PROPÓSITO

1.1. Síntoma

La institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, no cuenta con un plan básico de protección contra incendios solicitado en la Ley de la República N°8228, según visita realizada.

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos de Costa Rica en los apartados 3. Obligatoriedad, 3.2. Edificios existentes y 3.3. Plan Básico de protección contra incendios, solicita la incorporación de un plan básico en los edificios existentes.

1.2. Causas

Esta causa es arrastrada debido a que la fundación de la institución fue en 1997 y la Ley de la Republica N°8228 fue creada en el 2002, por lo que el edificio fue creado antes de la aprobación de la Ley, acarreando la situación desde el inicio de la Ley y conforme fue evolucionando el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos de Costa Rica con los nuevos requerimientos de un plan básico.

1.3. Pronóstico

La institución Colegio Educativo Nueva Esperanza en caso de la ejecución del proyecto estaría cumpliendo con Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos de Costa Rica, por ende con la Ley de la Republica N°8228 desde el área electromecánica, quedando pendiente el estudio y diseños de mejoras desde la obra civil para el cumplimiento total de la ley y reglamento.

Por lo que la institución tendría mayores herramientas que les ayudarán a actuar ante un conato de incendio, brindando un ambiente más seguro a los estudiantes y personal docente y administrativo.

1.4. Control al pronóstico

Se realizará tomando en cuenta la Ley de la Republica N°8228, el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos de Costa Rica, y las normativas NFPA (National Fire Protection Association) para un correcto diseño de un plan básico de incendio en el Colegio Educativo Nueva Esperanza.

Generando un diseño que cumpla con todos los puntos electromecánicos que solicitan en la incorporación de un plan básico, y pueda ser utilizado para una mejora en la institución; ofreciendo un ambiente más seguro a los trabajadores, estudiantes y visitantes.

1.5. Formulación del problema

Debido a la carencia de un plan básico de incendio en la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, surge la idea de brindarles un diseño que incorporen todos los elementos mínimos de un plan básico de incendios con base en las Leyes, Reglamentos y Normas que aplican en Costa Rica, para que puedan ofrecer un ambiente seguro a las personas que laboren, estudien o visiten el centro educativo; generando este proyecto de graduación un impacto positivo para minimizar los riesgos ante un conato de incendio en la institución.

1.6. Sistematización del problema

Se debe iniciar con las siguientes interrogantes para generar un diseño exitoso que cumpla con un plan básico de incendio.

1. ¿Cuál es la importancia de la implementación de un plan básico de incendio?
2. ¿Cuáles son los elementos que componen un plan básico de incendio?
3. ¿Cómo crear el diseño de un plan básico?

Al conocer la respuesta a las interrogantes se podrá abordar la propuesta de diseño y la importancia de la implementación en la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza.

1.7. Objetivo General

- Crear una propuesta de diseño de un plan básico de incendio a la institución

Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicada en San Juan de Santa Bárbara de Heredia.

1.8. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la importancia de la aplicación de un plan básico de incendio en la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza.
- Analizar qué elementos componen un plan básico de incendio.
- Realizar un diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza.

1.9. Estado actual de la investigación

Realizada la visita al Colegio Educativo Nueva Esperanza se determinó la carencia de un plan básico de incendio, de planos arquitectónicos y del conocimiento sobre la importancia de la implementación.

Por lo tanto, se determinó conveniente realizar un estudio de los beneficios obtenidos al implementar un plan básico de incendio.

Posteriormente surge la necesidad de la creación de los planos arquitectónicos, para que a partir de ellos realizar el estudio de las áreas de riesgo y áreas seguras.

Por lo que, según la información obtenida al estudiar la importancia de un plan básico, así como los equipos requeridos, sus criterios de diseño y la creación de los planos arquitectónicos, se podrá construir un diseño donde se incorporen todos los elementos mínimos para el cumplimiento de un plan básico de incendio según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio llevando a cabo el proyecto propuesto.

1.10. Metodológica

Ojeda (2007) define como método “el camino que nos conduce a un punto, a una meta o a la obtención de un resultado” p.12, por lo que se trabajará bajo un enfoque cualitativo para la recolección de la información.

1.10.1 Enfoque Cualitativo

Este enfoque nos permite la recolección de datos. Barrantes (2020) indica que “la recolección de datos puede realizarse de diferentes formas, como la entrevista en profundidad, la observación participante, el video, las biografías, las grabaciones, los talleres, las conferencias, entre otros.” p.95

Los datos de este proyecto serán recolectados mediante las leyes, reglamentos y normativas que rigen en Costa Rica. Por medio de los criterios de diseño obtenido se llevará a cabo el diseño de un plan básico de incendio al Colegio Educativo Nueva Esperanza.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Situacional

2.2. Antecedentes Históricos de la empresa

Somos un centro educativo bilingüe fundado en 1993. Nos enfocamos en una educación moderna e innovadora para el desarrollo multiculturalismo por nuestra diversidad en lenguas, conciencia ecológica y un sistema de enseñanza multimodal, apoyado en el uso de tecnología para el aprendizaje y formando seres humanos con integridad y sensibilidad humana para la convivencia de la sociedad.

2.3. Misión de la empresa

Brindar a la sociedad costarricense ciudadanos con sensibilidad humana, moral y espiritual, mediante una preparación académica humanista y de desarrollo social, que propicie la formación integral y el desarrollo de habilidades, que favorezca la autonomía, responsabilidad sentido crítico y la capacidad de mantener una adecuada convivencia humana.

2.4. Visión de la empresa

Nueva Esperanza es una institución educativa moderna e innovadora que desarrolla el multiculturalismo por su diversidad de lenguas, con una amplia conciencia ecológica, un modelo de enseñanza multimodal, centrado en el uso de la tecnología como herramienta de aprendizaje, formando seres humanos con integridad, capaz de comunicarse asertivamente y con éxito Entrar en el mundo competitivo de acuerdo con las demandas de la sociedad.

2.5. Ubicación espacial

San Juan de Santa Bárbara de Heredia latitud 10.02615937185641, longitud - 84.16251346490508



Ilustración 1. Ubicación de Colegio Nueva Esperanza

Fuente: Google maps (2022)

2.6. Organigrama.



Ilustración 2. Organigrama del Complejo Educativo Nueva Esperanza

Nota. Organigrama del Centro Educativo Nueva Esperanza. Fuente: Información Dirección Secundaria.
Diseño: elaboración propia.

2.7. Marco Conceptual o Marco Teórico del Objeto de Estudio

2.7.1 Ley de la Republica de Costa Rica N°8228

La Ley de la Republica de Costa Rica N°8228 fue creada en el año 2002, decretada como Ley del Cuerpo de Bomberos del Instituto Nacional de Seguros, sufriendo cambios a través de los años hasta su versión 5 que se encuentra actualmente vigente.

En el 2008 la Ley N°8228 se decreta como la Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica donde indica como función “emitir la normalización técnica y el ordenamiento, que serán de acatamiento obligatorio para las personas, físicas o jurídicas, así como para las entidades, públicas o privadas, en materia de seguridad, de protección contra incendio y de seguridad humana.” (Ley de la República N°8228, 2008, Artículo 7 inciso F)

Brindándole la potestad para emitir normativas técnicas de protección contra incendio y de seguridad humana, por lo que el diseño de un plan básico contra incendios planteado es realizado con base al Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de la institución Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

En el año 2013 Bomberos de Costa Rica genera el documento Manual de Disposiciones Técnicas 2013 para estipular los requerimientos de un plan básico de incendio el cual ya no se encuentra vigente llegando a ser sustituido por el reglamento actual, Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios 2020.

2.7.2 Plan Básico de Incendio

La Ley de la Republica N°8228 describe como un plan básico como el “documento que contiene las acciones planificadas para prevenir y atender una situación específica de emergencia.” (Ley de la República N°8228, 2008, Artículo 4 inciso b)

El documento que rige durante la elaboración de presente diseño en Costa Rica es el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio en la versión 2020, donde el

punto 3.3 expone los elementos mínimos que deben incluir un plan básico de incendio que son:

- Medios de Egreso.
- Control de Fuente de ignición.
- Detección y alarma de incendio.
- Construcción, compartimentación y barreras resistentes al fuego.
- Sistema de supresión de incendio.

Los elementos anteriormente mencionados son incluidos desde el área electromecánica en el diseño propuesto para cumplir con lo indicado en el apartado 3.2.1 del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, (2020), “para los edificios existentes, todo incumplimiento con el presente reglamento debe readecuarse, repararse, renovarse o modificarse según lo indicado en el presente reglamento.” p.7

2.7.2.1 Importancia de un plan básico

Incendios registrados por la unidad de Ingeniería de Bomberos de Costa Rica

Según las estadísticas realizadas por el cuerpo de Bomberos en Costa Rica en el año 2020 se produjeron 918 incendios y aumentó en un 5.23% para el año 2021, produciendo 14 muertes en el año 2020 y 15 muertes en el año 2021.

En el año 2021 la unidad de Ingeniería de Bomberos de Costa Rica investigó 95 incendios clasificándolos por tipos de ocupación arrojando el siguiente gráfico

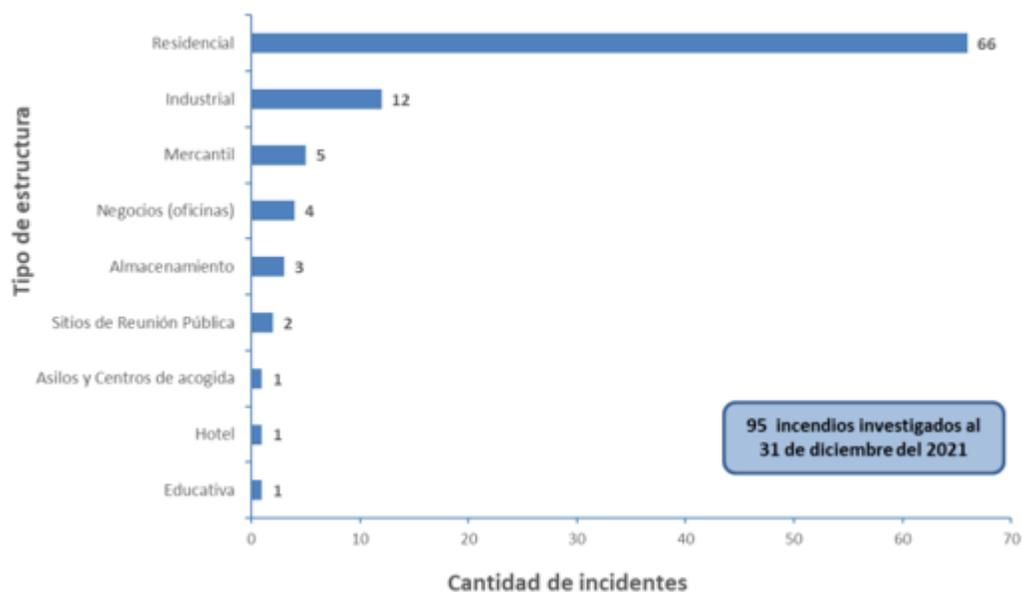


Ilustración 3. Incendios estructurales ocurridos en el año 2021

Nota. La figura muestra los incendios clasificados por tipo de ocupación, generándose 1 incendio en un centro educativo. Fuente: Programa de Investigación de Incendios 2021, unidad de Ingeniería de Bomberos.

Moral

Debemos actuar desde una perspectiva moral tomando las precauciones, sin esperar que estas sean impuestas en nuestro actuar, sobre todo en temas de seguridad humana, yendo en pro de la protección de la vida; Aguillón (2011) define el término moral como el “conjunto de creencias y normas de una persona o grupo social que determinará el obrar (es decir, que orienta acerca del bien o del mal -correcto o incorrecto- de una acción o acciones)” p.16

Por lo que desde una perspectiva moral la importancia de implementar un plan básico radica en salvaguardar la vida de los ocupantes del sitio ante un conato de incendio y al personal de rescate que actúe ante una emergencia.

Ético

Las instituciones que velan por proteger la vida humana sean visto obligadas a implementar normas y regulaciones para que sean incorporadas en las instituciones, regulando que sean cumplidas para la protección de la vida en caso de emergencias realizándolo desde la ética; Aguillón (2011) define el término de ética como “La perpetua y constante voluntad por conocer, comprender y aplicar los valores morales por convicción y responsabilidad en nuestra conducta cotidiana, tanto en lo individual como en lo colectivo.” p.11

Por lo que el gobierno de Costa Rica de la mano con el Benemérito Cuerpo de Bomberos, han trabajado en la protección de la vida humana estableciendo la Ley de la República N°8228 y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios donde decreta como requisito la implementación de un plan básico de incendio tanto en edificaciones nuevas como existentes; obligando a las instituciones públicas y privadas su incorporación.

Medios de egreso

La importancia de un medio de egreso es la creación de una o varias rutas de evacuación seguras, sin obstrucciones, para ser utilizada ante una emergencia; brindando la capacidad adecuada de acceso a salidas y salidas para una evacuación de los habitantes del edificio.

Control de fuentes de ignición

Se debe tener conocimiento de los materiales y su grado de riesgo, ubicaciones de elementos críticos para proteger y evitar su afectación ante un incendio o bien minimizar el riesgo que pueda provocar su afectación, es de vital importancia el conocimiento de los materiales a la hora realizar un trabajo, exponerle a la empresa o contratista los materiales del área para que puedan tomar acciones pertinentes para evitar un conato de incendio.

En el 2021 Ingeniería de Bomberos estudió 95 incendios, generando el siguiente gráfico según su fuente de ignición:

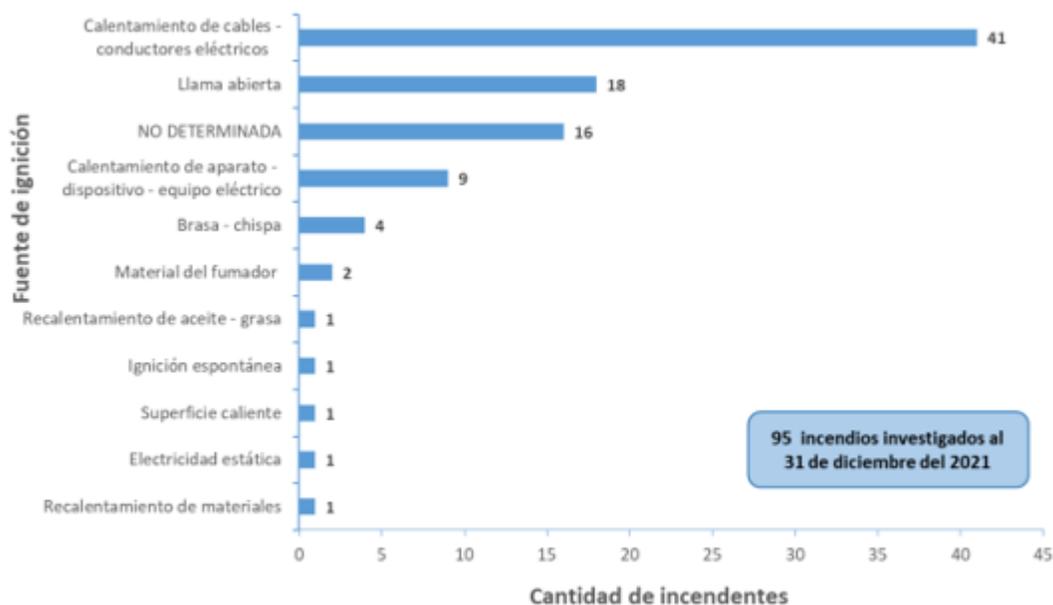


Ilustración 4. Incendios estructurales clasificados por fuente de ignición, ocurridos en el año 2021

Nota. Gráfico muestra los incendios ocurridos en el 2021 según su ocupación. Fuente: Programa de Investigación de Incendios 2021, unidad de Ingeniería de Bomberos.

Detección y alarmas de incendio

El sistema de detección y alarma de incendios es un equipo que permite identificar un incendio de forma temprana, con el fin de alertar a los ocupantes ante un incendio, para que realicen la evacuación del edificio, evitando o minimizando las pérdidas humanas gracias a una anticipada evacuación.

Por lo que es de suma importancia su implementación en cualquier institución, para la protección de la vida humana a causa de un incendio, alertando al personal para su evacuación o bien de ser posible su temprana intervención de parte del personal capacitado tomando las medidas pertinentes para la extinción del conato de incendio.

Construcción, compartimentación y barreras resistentes al fuego

Este sistema busca evitar al máximo la propagación del incendio, por lo que implementa en su estructura barreras capaces de retener el fuego por tiempos prolongados, reteniéndolo el conato de incendio lo máximo posible, para proteger elementos peligrosos y áreas de evacuación críticas salvaguardando las áreas no afectadas para la protección de la vida.

Sistema de supresión de incendio.

El sistema de supresión son los elementos y equipos que buscan atacar un incendio en el menor tiempo de respuesta, logrando apagar o reducir su intensidad, protegiendo a las personas habitantes del edificio, personal que atiende la emergencia y la infraestructura de grandes daños.

2.7.2.2 Elementos de un conato incendio

Fuego

El término fuego en la sociedad es asociado con llamas, pero no siempre se presenta este fenómeno en las fases del fuego, la RAE (2022) define la palabra fuego como “fenómeno caracterizado por la emisión de calor y de luz, generalmente con llama.”

Tetraedro del fuego

Para que se presente el fuego es necesario que reaccionen tres elementos, los cuales son una fuente de calor, un combustible y un comburente.

Siendo el calor cualquier energía de activación, combustible, el material a ser consumido y el comburente el oxígeno requerido para mantener la activación.

Todos los elementos brindándose de manera simultánea y en proporciones adecuadas genera una reacción en cadena conformando el tetraedro del fuego.

El tetraedro del fuego es normalmente representado de la siguiente manera:



Ilustración 5. Representación del Tetraedro del fuego.

Fuente: Barreneche (2020) de p.33

Incendio

La RAE define incendio como “fuego grande que destruye lo que no debería quemarse”.

Por lo que podemos interpretar que un incendio es fuego no controlado o difícil control que provoca daños generando una emergencia.

Formas de propagación del calor

El calor se propaga de varias maneras desde un lugar de alta temperatura hacia uno de menor temperatura, por lo que es crucial el conocer las formas de propagación del fuego para el diseño de sistemas de protección, así como para actuar ante una emergencia.

Las formas de propagación del calor son divididas de 3 maneras

- Conducción
- Convección
- Radiación

Conducción

Se producen por el contacto directo del calor lo cual provoca su extensión

En la siguiente ilustración se puede observar como el fuego se propaga por el contacto directo entre el fuego y la estructura superior provocando su extensión.



Ilustración 6. Fuego por conducción

Nota. Ejemplo de fuego por conducción. Fuente: Barreneche (2020) de p.37

Convección

Consiste en el calor que es transmitido por el transporte de las moléculas hacia otro sitio, un ejemplo de este es la propagación del humo que al llegar a una habitación superior en contacto con el aire y al calentar un material se produce un incendio.

Se puede observar en la siguiente ilustración como se produce llamas en los niveles 1 y 4 y no así en los niveles 2 y 3, se debe a que por medio del transporte del humo pudo calentar un material en el nivel 4 teniendo presencias adecuadas de oxígeno se originó un incendio en dicho nivel.

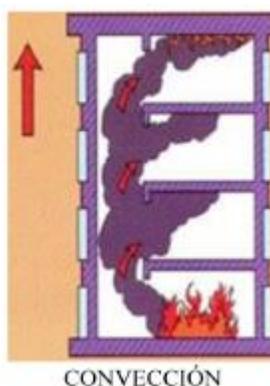


Ilustración 7. Fuego por convección

Nota. Ejemplo de fuego por convección. Fuente: Barreneche (2020) de p.37

Radiación

La radiación del calor se realiza cuando se logra transmitir el calor entre dos cuerpos si necesidad del contacto directo de los mismos.

Un ejemplo es cuando dos casas están cerca y por medio de radiación se transmite el calor expandiendo el calor a la casa no afectada.



Ilustración 8. Fuego por Radiación

Nota. Ejemplo de fuego por radiación. Fuente: Barreneche (2020) p.37

Por lo que es importante el conocimiento de estos conceptos para actuar ante una emergencia, conociendo como se propaga el calor, ya sea para enfriar un material no afectado evitando la propagación del incendio o en la búsqueda de rutas de evacuación por verse comprometidas por medio de la conducción y convección.

Humo

El humo son partículas liberadas durante la combustión, es definido por la RAE como

“mezcla visible de gases producida por la combustión de una sustancia, generalmente con puesta de carbono, y que arrastra partículas en suspensión”

Por lo que dichas partículas pueden reaccionar al encontrarse con oxígeno provocando llamas aun estando a distancia de la base del incendio.

Colores de humo

El color del humo varía según el material que es consumido, por lo que es importante su conocimiento a la hora de actuar ante el incendio por parte del personal de emergencia.

Tabla 1. Color del humo según el tipo de material.

Color del humo	Causa
Negro	Se da en reacciones con derivados del petróleo. Baja participación de oxígeno. Temperatura elevada.
Blanco	Se presenta en reacciones con combustibles vegetales. Presencia intensa de oxígeno y vapor de agua.
Amarillo	Hay presencia de azufre
Verde	Indica la presencia de cloro
Violeta	Se da cuando el yodo forma parte de los combustibles
Azul	Se presenta en incendio de hidrocarburos

Adaptado de Hitado Escudero (2015)

Nota. Tabla indica el color del humo según el tipo material afectado. Fuente: Libro fuego, arquitectura y ciudad p.44

Clasificación del fuego según su tipo reacción

Escudero citado por Ocampo (2020) clasifica el fuego en cinco tipos

1. Fuego con llama: Es el fuego la fase gaseosa; produce calor, luz y gases.
2. Fuego latente: Existencia de una reacción exotérmica de oxidación lenta, el cual no se aprecia luz visible, pero sí existencia de incremento de temperatura y presencia de humo.
3. Fuego incandescente: Existencia de luz visible y producción de calor con ausencia de llamas.
4. Fuego espontáneo: Cuando es iniciado sin aporte de calor externo.
5. Fuego de propagación: Cuando el fuego posee un desplazamiento de su punto de origen.

Escudero citado por Ocampo (2020) lo clasifican según su velocidad de reacción:

1. Fuego lento: baja presencia de oxígeno y de velocidad de desplazamiento. Se debe tener mucho cuidado con este tipo de incendios, ya que si logra ingresar una gran masa de oxígeno puede generar una rápida reacción en cadena.
2. Fuego vivo o normal: existencia de buen oxígeno, su velocidad de propagación es más rápida al fuego lento.
3. Fuego Instantáneo: propagación muy rápida con detonaciones.

2.7.2.3 Elementos de un plan básico

2.7.2.2.1 Clasificación de la Ocupación

Según el Reglamento Nacional de Protección contra Incendio (2020) se clasifica como educacional el sitio que cumpla con “Ocupación utilizada para propósitos educacionales, hasta el duodécimo grado, por seis o más personas, durante cuatro o más horas diarias, o más de 12 horas semanales.” p.18

2.7.2.2.2 Medios de Egreso

El Medio de Egreso el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios lo define como “recorrido continuo y sin obstrucciones desde cualquier punto, en un edificio o estructura hasta una vía pública, consiste en tres partes separadas y distintas: (1) El

acceso a salida (2) La salida (3) La descarga de salida. “(Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, 2020, p.13).

Los medios de egreso el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios lo divide en 3 partes.

- Acceso a salida
- Salida
- Aberturas y penetraciones.

2.7.2.2.2.1 Elementos de medios de egreso

2.7.2.2.2.1.1 Puertas

Ancho libre

Según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, el ancho libre de la puerta no debe ser menor a 90 cm salvo en casos donde la habitación no exceda los $6.5 m^2$ y no se requiera accesibilidad para personas con impedimentos de movilidad se permite accesos mayores a 61 cm.

Dirección y fuerza de apertura

Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios indica que la puerta debe abrir en dirección del recorrido de egreso, y la fuerza de apertura no debe exceder 67 N para liberar el pestillo, 133 N para colocar la puerta en movimiento y 67 N para la apertura hasta el ancho mínimo requerido.

2.7.2.2.2.1.2 Escaleras

Las características de las escaleras para la elaboración del diseño de un plan básico se basarán en la norma NFPA 101 donde brinda la siguiente tabla para las escaleras existentes

Tabla 2. Dimensiones para escaleras

Característica	Criterios dimensionales	
	pie/pulg.	mm
Ancho mínimo libre de toda obstrucción, excepto las proyecciones no mayores de 4½ pulg. (114 mm) a o por debajo de la altura del pasamanos, a cada lado	36 pulg.	915
Altura máxima de las contrahuellas	8 pulg.	205
Profundidad mínima de las huellas	9 pulg.	230
Altura libre mínima	6 pies 8 pulg.	2030
Altura máxima entre los descansos	12 pies	3660
Descanso	Ver 7.2.1.3 y 7.2.1.4.3.1.	

Nota. La tabla indica las dimensiones mínimas que deben poseer una escalera. Fuente: NFPA 101 ed 2021, p.76 en español.

Es importante destacar el punto 15.3.1.3 de la norma NFPA 101, donde se indica el cuándo no es requerido los cerramientos en las escaleras.

2.7.2.2.2.1.3 Pasamanos

Las escaleras y rampas deben poseer pasamanos, debe poseer una altura de 90 cm por encima de la superficie o escalón según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.

2.7.2.2.2.1.4 Barandas

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios solicita la colocación de barandas en sitios abiertos que puedan generar caídas y se encuentren a 75 cm de altura del nivel de piso inferior.

La altura solicitada para las barandas no debe ser menor a 1.07 m del piso y debe poseer barras intermedias donde no puede existir espacios mayores a 10 cm.

2.7.2.2.2.1.5 Rampas

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios indica que las rampas deben poseer las siguientes pendientes:

- Del 10 al 12% en tramos menores a 3 metros.
- Del 8 al 10 % en tramos de 3 a 10 metros.
- Del 6 al 8% en tramos mayores a 10 metros

Adicionalmente nos indica que el ancho del descanso debe ser no menor al ancho de la rampa, siendo 1.5 m el mínimo requerido.

2.7.2.2.2.1.6 Ancho mínimo de pasadizos de salida

El ancho mínimo de pasadizo según la NFPA 101 debe ser no menos que dos tercios del ancho de la escalera de salida.

2.7.2.2.2.1.7 Ancho mínimo de corredores

Según la norma NFPA 101 requerimiento 15.2.3.2 no deben ser menor a 1830 mm de ancho libre.

2.7.2.2.2.1.8 Corredores de Acceso a Salidas

“Este requisito no debe aplicarse a edificios existentes, siempre que no cambie la clasificación de la ocupación” (NFPA 101, 2021, p101-61)

2.7.2.2.2.1.9 Cerramientos de escaleras

Según la NFPA 101 apartado 15.3.1.2 p.220 indica no deben requerirse cerramientos de escaleras donde se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) La escalera sirve solamente a un piso adyacente, distinto de un sótano.
- (2) La escalera no está conectada con las escaleras que sirven a otros pisos.
- (3) La escalera no está conectada con los corredores que sirven a otros pisos distintos de los dos pisos involucrados.

2.7.2.2.2.1.10 Cantidad de medios de egreso

Según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios la cantidad de medios de egreso en ocupaciones menores a 500 personas debe de ser como mínima de 2.

2.7.2.2.2.1.11 Áreas de refugio

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios solicita que las áreas de refugio deben tener acceso a una vía pública sin requerir ingresar al edificio, debe estar rotulado con la leyenda “ÁREA DE REFUGIO”.

2.7.2.2.2.1.12 Distancias de recorrido a las salidas

Según la sección 15.2.6.2 de la norma NFPA 101, la distancia del recorrido a una salida no debe superar los 46 metros desde cualquier punto del edificio.

2.7.2.2.2.1.13 Iluminación de emergencia

Los edificios deben de disponer de iluminaciones de emergencia en las vías de salida según lo indicado en el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020) el cual indica los siguientes requisitos:

- El sistema de iluminación de emergencias debe proveer automáticamente la iluminación en caso de falla de la iluminación normal.
- La iluminación de emergencias debe ser autónoma con baterías.
- Deben de ser listadas para su uso.
- Deben de mantenerse en funcionamiento por al menos 90 minutos.
- Deben instalarse a lo largo de pasillos, accesos a salidas de emergencia, escaleras, descarga de escaleras y otros medios de egreso.
- Deben proveer una iluminación inicial de 10.8 lux y en cualquier punto no menos de 1 lux.

2.7.2.2.2.1.14 Señalización de medios de egreso

Los edificios deben de disponer rotulaciones en las vías de salida según lo indicado en el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020) el cual indica los siguientes requisitos:

-Salidas diferentes a puertas principales de salida al exterior, deben señalizarse con carteles aprobados que sean fácilmente visibles desde cualquier dirección del acceso a la salida.

-Los accesos a salidas deben señalizarse con rótulos de salida fácilmente visibles donde la salida no sea evidente para los ocupantes.

- La señalización de la ruta de evacuación debe colocarse a lo largo de esta, en pasillos, accesos a salidas, escaleras, descarga de escaleras, y en todos los cambios de dirección de la ruta.

- Cualquier puerta, pasaje o escalera que no sea una salida ni un camino de acceso a salida y que esté ubicada o dispuesta de manera tal que pueda ser confundida con una salida, debe identificarse con un cartel con la leyenda: NO ES SALIDA

-Todos los rótulos de salida deben estar adecuadamente iluminados externa o internamente y deben ser legibles tanto en el modo de iluminación normal como en el modo de emergencia

2.7.2.2.3 Control de fuente de ignición

Es de vital importancia la clasificación de las áreas de la institución, con base en esta clasificación podremos realizar la selección de extintores, tomar las precauciones pertinentes que pueden provocar el realizar trabajos como trabajos en calientes, soldaduras, cortes, uso de dispositivos de llamas u otros trabajos que puedan causar un conato de incendio.

Trabajo en caliente

La NFPA 51B (2019) define como trabajo en caliente como “trabajo que implica pulido, soldadura o una operación similar que tiene la capacidad de iniciar incendios o explosiones.” P.6

Proceso para trabajos en áreas

PAI es la persona a cargo de la autorización del permiso, la cual debe velar por reducir los riesgos de un conato de incendios causado por trabajos en calientes en áreas.

Es sumamente importante designar un encargado PAI en las instituciones, que posea el conocimiento técnico para autorizar los trabajos.

La NFPA 51B (2019) apartado 4.2.3 indica que el PAI debe garantizar la protección de los combustibles contra igniciones a través de los siguientes puntos.

1. Considerar métodos alternativos para el trabajo en caliente.
2. Traslado del trabajo a una ubicación en la que no haya combustible.
3. Si el trabajo no puede ser trasladado, considerar el traslado de los combustibles a una distancia segura o resguardar adecuadamente los combustibles contra ignición.
4. Programación de los trabajos en calientes, de manera que no se inicien operaciones que puedan exponer los combustibles a la ignición durante las operaciones de trabajo en caliente.

El apartado 4.2.4 de la NFPA 51B (2019) indica que, en caso de no cumplir con los puntos anteriormente mencionados, el trabajo en caliente no debe de ser llevado.

Medidas a tomar por el operador del trabajo y PAI

La NFPA 51B (2019) apartado 4.3 solicita que el operador del trabajo debe manipular los equipos de manera segura y utilizarlos según lo a continuación, de manera de no poner en peligro vidas ni propiedades:

1. El operador debe ser aprobado por el PAI antes de comenzar las operaciones del trabajo en caliente.
2. Todos los equipos deben ser examinados para garantizar que estén en condiciones operativas seguras: si se observara la imposibilidad de llevar a cabo una operación segura y confiable, los equipos deben ser reparados por personal calificado antes de su próximo uso o deben ser puestos fuera de servicio.

3. El operador debe detener las operaciones de trabajo en caliente si se presenta alguna condición insegura y debe notificar a la gerencia, al supervisor o al PAI para reevaluar la situación

Contratista

Según la NFPA 51B (2019) “Antes de cualquier trabajo en caliente, los contratistas y sus clientes deben debatir el proyecto planificado en su totalidad, lo que incluye el tipo de trabajo en caliente que se va a llevar a cabo y los riesgos presentes en el área.” p.8

Vestimenta de protección

La NFPA 51B (2019) apartado 5.1 indica “la vestimenta debe ser seleccionada con el fin de minimizar el potencial de ignición, quemaduras, lesiones por chispas candentes y descargas eléctricas.” p.8

Por lo que es de vital importancia del compromiso de la empresa a suministrar el servicio, así como de sus trabajadores y del miembro PAI o encargado de la vigilancia para la revisión y uso de los equipos de protección necesarios para realizar el trabajo.

Extintores

La NFPA 51B (2019) apartado 7.4.1 solicita que los sitios a realizar el trabajo posean un extintor portátil de tamaño y tipo apropiado acuerdo con la NFPA 10. p.10

Formulario

Formulario para trabajos en calientes según NFPA 51B (2019), ver anexo C.

2.7.2.2.3.1 Clasificación de riesgos

Se clasifican los riesgos según el Reglamento Nacional de Protección contra Incendio (2020) en 3 tipos que son como:

Riesgo Leve: cuando el nivel de combustibilidad es tan bajo que no puede ocurrir una auto propagación del fuego.

Riesgo Ordinario: se debe clasificar aquellas áreas donde el material tiene la posibilidad de arder con una rapidez moderada o que generan un volumen de humo considerable.

Riesgo Elevado: aquellos sitios donde material tienen la posibilidad de arder con extrema rapidez o de generar una explosión.

2.7.2.2.3.2 Tipos de Fuego

Reglamento Nacional de Protección contra Incendio (2020) clasifican los tipos de fuego según la materia combustible como:

Clase A: se refiere a fuegos en materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho y plásticos.

Clase B: son fuegos en líquidos o gases, inflamables o combustibles, por ejemplo: aceites, grasas, alquitranes, base de pinturas y lacas.

Clase C: involucran equipos eléctricos energizados, donde la conductividad eléctrica del medio de extinción es importante.

Clase D: son fuegos en metales que al estar divididos en partículas tienen la capacidad de entrar en combustión. Entre éstos se cita: magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio, potasio y otros.

Clase K: fuegos en utensilios o áreas de cocina que involucren un medio combustible (aceites minerales, animales y grasas).

2.7.2.2.4 Detección y alarma de incendio

La finalidad de este sistema es definida como:

Indicar y advertir las condiciones ambientales anormales que se generan en el local, alertar y convocar el auxilio adecuado, y controlar las facilidades de evacuación de los ocupantes, con el fin de resguardar la seguridad de las personas afectadas frente a la eventualidad de la ocurrencia de un incendio. (Barreneche, 2020, p.145)

Por lo que un sistema de detección y alarma de incendio es un conjunto de equipos comunicados entre sí, con el fin de detectar y alertar a los ocupantes en caso de un conato de incendio para iniciar la evacuación del sitio.

Su activación puede ser iniciada de forma automática, por un humano o bien de forma mixta.

Activación de forma automática:

Son activaciones que son detectadas por un equipo y no requiere la intervención de un ser humano para alertar, un ejemplo de este son los detectores de humo.

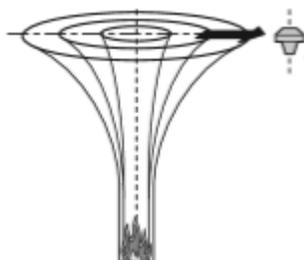


Ilustración 9. Esparcimiento del humo

Nota. la ilustración muestra cómo se desplaza el humo en un conato de incendios hasta llegar al sensor. Fuente: NFPA 72 p.359

Activación Humana:

Cuando una persona identifica un incendio y alerta el sistema de incendios de manera manual, un ejemplo para esta activación es el uso de estaciones manuales que solo puede ser accionado por un ser humano.

Según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios apartado 11.7.5 y la NFPA 101 requerimiento 15.3.4.1.1, las instalaciones educacionales deben contar con un sistema de detección y alarma de incendio.

Especificaciones básicas

Protección: Todas las áreas del edificio deben de estar protegidas por medio de equipos de detección de incendios basados en el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio y normas NFPA, en caso de que los equipos sean susceptibles a daños se deberá colocar equipos de protección sobre los equipos como jaulas o cajas de protección, sin que este afecte su uso o detección.

Cableado: El cableado debe de estar conforme a la normativa NFPA 101 y NFPA 70, certificado para el uso de sistemas de detección de incendios por una institución reconocida.

Canalización: Son todos los cables, tuberías, ductos, uniones, soportaría y demás accesorios requeridos para la instalación, deben de estar conforme a los requerido en la normativa NFPA 101 y NFPA 70.

Dispositivos del sistema de detección de incendios

- Panel o controlador principal
- Anunciador remoto
- Detectores de humo
- Detectores de temperatura
- Detectores de temperatura tipo ping
- Detectores de haz de luz o tipo beam
- Detectores de muestreo de aire
- Detectores de Gas
- Sensores de flujo

- Módulos de monitoreo
- Módulos de activación o relay.
- Fuentes de alimentación
- Cables térmicos

Dispositivos de anunciación

- Campanas
- Sirenas
- Luces estroboscópicas
- Luces estroboscópicas con sirena
- Parlantes
- Luces estroboscópicas con parlante

Elementos básicos del sistema de detección y alarma

2.7.2.2.4.1 Unidad de control de alarma de incendio (FACU)

La NFPA 72 apartado 3.3.100 lo define como “un componente del sistema de alarma de incendio provisto de fuentes de energía primaria y secundaria que recibe señales de los dispositivos iniciadores u otras unidades de control de alarma de incendio, y procesa tales señales.” p.29

Por lo que este dispositivo es el controlador principal, es el encargado de recibir las señales de los equipos periféricos para analizar los datos y enviar la señal de evacuación en caso de ser requerido, también es conocido como panel de detección de incendios.

Se debe alimentar con una fuente primaria la cual le brindará suministro eléctrico continuo, y una fuente secundaria la cual mantendrá en funcionamiento el sistema en caso de que el suministro eléctrico principal falle, la fuente secundaria está compuesta por un banco de baterías las cuales deben de realizarse un estudio previo para determinar la capacidad de las baterías para cumplir con lo establecido en la NFPA 72 donde el panel debe permanecer 24 horas de energía en standby y 5 minutos en alarma.

Debe proveer distintos tipos de alarmas

2.7.2.2.4.2 Anunciador

La NFPA 72 apartado 3.3.100 lo define como “unidad que contiene una o más lámparas indicadoras, visualizadoras alfanuméricas u pros medios equivalentes en los cuales cada indicación brinda información del estado de un circuito o condición o ubicación.” p.24

Este tipo de anunciador puede estar en conjunto con el controlador principal y/o remotamente en un área concurrida para informar de activaciones y fallos en el controlador principal o en sus periféricos.

2.7.2.2.4.3 Estación manual de alarma de incendio

La NFPA 72 (2016) apartado 3.3.12.3 lo define como “Dispositivo operado manualmente que se utiliza para activar una señal de alarma de incendio.”

Estos dispositivos manuales son utilizados para alertar de manera manual un conato de incendio, pueda ser operado por cualquier persona que visualice un conato de incendio y alerte al controlador principal para iniciar la alerta de evacuación, al ser operado por un ser humano se minimiza el riesgo de que sea una falsa alarma como ocurriría con otros dispositivos.

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio (2020) indican que estos equipos deben de colocarse dentro de los 1.5 metros de las puertas de salida, debe de colocarse de tal manera que no sea necesario recorrer 60 metros de distancia horizontalmente en el mismo piso para alcanzar una estación manual. Las Estaciones deben de estar visibles, accesibles y sin obstrucciones

La NFPA 72 (2016) en el apartado 17.14.5 indica que la instalación de las estaciones manuales debe realizarse a una altura mínima de 1.07 metros y una altura máxima de 1.22 metros con relación al piso terminado.

2.7.2.2.4.4 Detectores

La NFPA 72 (2016) apartado 3.3.12.3 lo define como “Un dispositivo provisto de un sensor que responde a un estímulo físico como el gas, el calor o el humo, adecuado para conectarse a un circuito.”

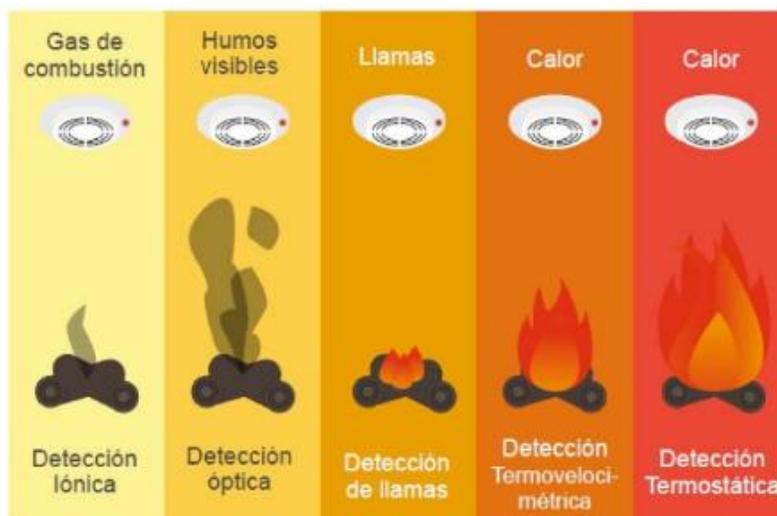


Ilustración 10. Tipos de detectores

Nota. La imagen muestra tipos de detectores. Fuente: Barreneche (2020) de p.151

Detector iónico

Son detectores que cuentan con un elemento radioactivo que al encontrar con partículas de humo afecta su corriente entrando en modo de alarma, su detección es muy rápida realizada en las primeras fases del incendio.

Estos detectores ya no son tan utilizados debido a que se debe desechar de una manera adecuada por su elemento radiactivo.

Detector de humo foto eléctrico o óptico

Son los detectores más comunes del mercado, están compuestos por una fotocelda y un led el cual mide el oscurecimiento en la cámara del detector alertando en caso de incendio.

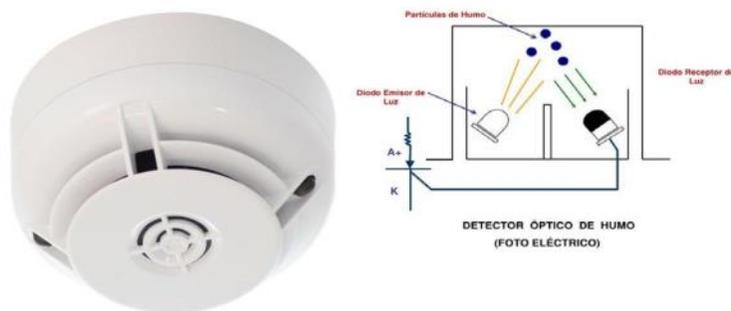


Ilustración 11. Sensor de humo

Nota. Imagen de sensor de humo y su forma de detección Fuente: Barreneche (2020) de p.154

La NFPA 72 (2016) indica que la distancia entre detectores de humo no debe exceder los de 9.1 metros.

Ubicación de detectores en cielo rasos con pendientes NFPA 72 (2016), p.243



Ilustración 12. Ubicación de los detectores en el cielo raso de 2 aguas

Nota. Esparcimiento de detectores de humo o calor en cielorraso de 2 aguas. Fuente: NFPA 72 (2016)

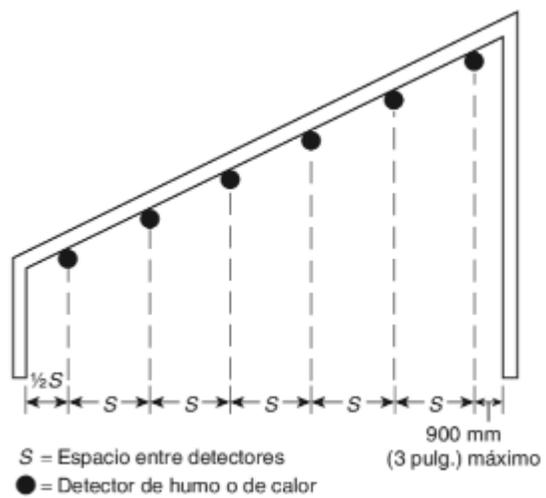


Ilustración 13. Ubicación de los detectores en el cielo raso de 1 aguas

Nota. Esparcimiento de detectores de humo o calor en cielorraso de 1 agua. Fuente: NFPA 72 (2016)

2.7.2.2.4.6 Detector de calor

La NFPA 72 (2016) apartado 3.3.66.9 lo define como “Detector de incendio de incendio que detecta tanto una temperatura alta anormal o un índice de crecimiento de temperatura.”

La NFPA 72 (2016) brinda la siguiente tabla para la reducción de cobertura según la altura del cielo raso.

Tabla 3. *Esparcimiento de detectores de calor*

Tabla 17.6.3.5.1 Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielorraso

Altura del cielorraso mayor de (>)		Hasta e inclusive		Multiplicar espaciamiento listado por
En pies	En m	En pies	En m	
0	0	10	3.0	1.00
10	3.0	12	3.7	0.91
12	3.7	14	4.3	0.84
14	4.3	16	4.9	0.77
16	4.9	18	5.5	0.71
18	5.5	20	6.1	0.64
20	6.1	22	6.7	0.58
22	6.7	24	7.3	0.52
24	7.3	26	7.9	0.46
26	7.9	28	8.5	0.40
28	8.5	30	9.1	0.34

Nota. La tabla muestra el factor numérico que se debe multiplicar la cobertura listada de un detector de calor para obtener el distanciamiento y nivel de cobertura según su altura. Fuente: NFPA 72 (2016)

Detectores de temperatura tipo ping

Son detectores de temperatura sellados usados normalmente en exteriores que son activados a una temperatura preestablecida por fábrica.

2.7.2.2.4.7 Sensores de haz de luz o tipo beam

Son detectores utilizados que cubren áreas como bodegas que son de gran alturas y largas distancias que dificultan el uso de detectores de humo y térmicos por su cobertura o

para brindarles mantenimiento, en el mercado se posee varios tipos de beam: emisor-receptor, emisor-varios receptores y emisor receptor- espejo.

Emisor- receptor

Consta que un equipo que emite una luz y un receptor revisa su opacidad u obstrucción.

Emisor-varios receptores

Es un emisor que brinda varios haces de luz que son recibidos por distintos receptores revisando su opacidad u obstrucción.

Emisor receptor- espejo

Consta de equipo que trabaja de emisor y a su vez de receptor, el cual emite una luz hacia un espejo especial que le hace revotar volviendo al equipo principal quien revisa la opacidad u obstrucción.

2.7.2.2.4.8 Detector de muestreo de aire

La NFPA 72 (2016) apartado 3.3.66.1 lo define como

Detector que constituye en una red de distribución de tuberías que se extiende desde el detector hasta el/las áreas a ser protegidas. Un ventilador de aspiración en la caja del detector toma aire del área protegida y lo lleva al detector a través de puertos y tuberías de muestreo. p.26



Detector de aspiración.

Ilustración 14. Sistema de aspiración

Fuente: Barreneche (2020) de p.155

Por lo que consiste en un panel que contiene un detector el cual por medio de un ventilador extrae el aire de la tubería que posee orificios donde toma la muestra en las áreas a proteger.

2.7.2.2.4.9 Detector de Gas

La NFPA 72 (2016) apartado 3.3.66.9 lo define como “Dispositivo que detecta la presencia de una concentración de gas”

2.7.2.2.4.10 Sensores de flujo

Son sensores provistos en tuberías de supresión de incendio húmedo, el cual posee un elemento que se mueve con el flujo del agua, brindando una señal de alerta al sistema de detección de incendios de activación del sistema de supresión.

2.7.2.2.4.11 Módulos de monitoreo

Son conectados a contactos secos que le brindarán señales al módulo en caso de su activación quien es el encargado de informar al panel o controlador principal, al cable que conecta las señales se le coloca una resistencia de final de línea el cual también es monitoreado por el módulo para alertar en caso de daño u corte del cable.

Algunas señales que son conectadas a módulos son:

- Señales brindadas por la bomba de incendio como combustible y arranque
- Apertura de puertas de emergencia
- Sensores de flujo
- Detectores no direccionables que brindan un contacto seco como detectores beam, de gas o sensores especiales.

2.7.2.2.4.12 Módulos de activación o relay

Son equipos creados con el fin de activar o apagar un equipo, brindando señales de contacto seco o bien suministrando o cortar la energía.

Son utilizados para enviar señales a elevadores, activación de válvulas con bobinas eléctricas para corte de suministro de gas, señales de arranque a extractores de CO₂, entre otros equipos.

2.7.2.2.4.13 Módulos de aislamiento

Módulos instalados entre cada 20 o 25 dispositivos, en caso de falla en el lazo SLC aísla el sector afectado entre los módulos protegiendo a los otros dispositivos no afectados de la falla y deshabilitando de funcionamiento el sector afectado.

2.7.2.2.4.14 Módulos supresores de picos

Son módulos utilizados para la protección del equipo, los cuales regulan el voltaje del cable enviando el exceso a tierra.

Se recomienda su uso en la entrada del voltaje principal panel y fuentes remotas, cuando el lazo NAC y SLC entra y sale de un edificio a otro.

2.7.2.2.4.15 Fuentes de alimentación remotas.

Son fuentes que alimentan los sistemas de notificación que se encuentran a largas distancia del panel principal u la capacidad del panel ya no es suficiente para alimentarlos, también son utilizadas para suministrar energía a equipos como sensores de haz de luz u otros que trabajen a 24 vdc del sistema de incendio que se requieran alimentar u posean una bobina eléctrica que requiera de 24vdc para su activación o apagado que se deban conectar al sistema de incendio.

2.7.2.2.4.16 Cable detector lineal de temperatura o cables de detección térmicos

Son un tipo de detector en el cual consiste en dos cables que al llegar a una temperatura predefinida se unen generando la activación de un módulo o sistema, alertando de un conato de incendio.

2.7.2.2.4.17 Señales de notificación

La NFPA 72 (2016) apartado 3.3.172.1.1 lo define como “Un componente de un sistema de alarma de incendio, como una campana, bocina, autoparlante, luz o visualizador de texto que emite señales audibles, táctiles o visibles, o cualquier combinación de éstas.”
p.33

Existen varios tipos de notificación entre ellas notificación de falla, de supervisión, notificación de evacuación.

Notificación de fallas

Son alertadas por el panel o controlador principal, indicando una falla e indicando el tipo de falla ya sea por medio de una pantalla, una luz o ambas, esta falla puede ser producida por perdida del suministro eléctrico de la fuente principal o secundaria, problemas de comunicación con algún dispositivo, problemas en el cableado, problemas en fallas a tierra entre otras.

Falla de supervisión

Son alertas causadas por dispositivos que alertan un posible problema o avería, pero no se requiere la evacuación inmediata, un ejemplo de este tipo de falla es la alerta por que se requiere suministrar combustible a la bomba de incendio o porque se vació el nivel del agua que alimenta la bomba de incendio.

Notificación de evacuación

Son señales emitidas por el panel a los equipos de notificación creados para este fin, que se encuentran a lo largo del edificio, con el fin de iniciar la evacuación.

Existen muchos equipos de notificación, los más usados son:

- Sirena: Son capaces de generar un sonido característico del sistema de incendio alertando la evacuación.
- Luces estroboscópicas: Es un tipo de luz que genera destellos que caracterizan al sistema de incendio para alertar la evacuación.
- Luces estroboscópicas con sirena: Son equipos que incorporan la sirena y la luz estroboscópica en un mismo equipo.
- Parlante: Son equipos que incorporan parlantes para brindar mensajes con instrucciones por medios de ellos para iniciar la evacuación general, ya sean pregrabados o realizados durante el incidente.
- Luz estroboscópica con parlante: Son equipos que incorporan los parlantes y la luz estroboscópica en un mismo equipo.

Los equipos anteriormente mencionados deben de ser listados y aprobados medio de una entidad reconocida para el uso en sistemas de detección de incendios incorporando las regulaciones solicitadas en la NFPA 72.

Luces estroboscópicas para notificación con sirena o parlante

La NFPA 72 (2016) en el apartado 18.4.8.1 indica que debe de ser instaladas a una altura no menor a 2.29 metros y debajo de cielo raso a una distancia no menor a 150 milímetros.

La NFPA 72 (2016) en el apartado 18.5.5.5 indica que debe de ser instaladas en corredores a no más de 4.57 metros del extremo del corredor y con una separación entre ellos de no más de 30.5 metros.

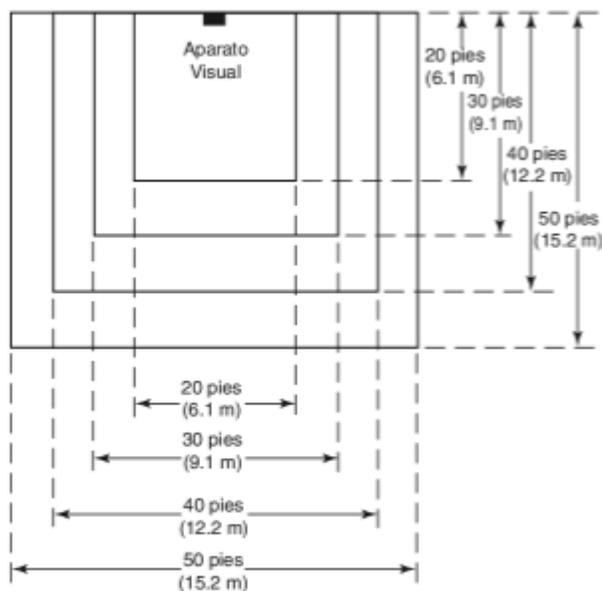


Figura 18.5.5.4.1 Espaciamiento en salas para aparatos visibles montados en paredes.

Ilustración 15. Esparcimiento en salas para aparatos visibles ubicados en pared.

Nota. Se muestra la cobertura de un equipo de notificación visual instalado en pared. Fuente: La NFPA 72 (2016) p.128

La NFPA 72 (2016) en el apartado 18.5.5.5.3 indica que los equipos de notificación visible deben estar listados para no menos de 15 cd y en el apartado 18.4.3.5.1, las sirenas deben de producir un nivel sonoro de al menos 15 db sobre el nivel sonoro ambiente promedio.

2.7.2.2.4.18 Tipo de cableado

Cableado Clase A

La NFPA 72 (2016) en el apartado 12.3.1 indica como cableado clase A al tipo que cumple con las siguientes condiciones:

- Una Vía redundante
- Si se realiza una única apertura la operación continua operativa
- Las afectaciones en el cableado son anunciadas como señal de falla.

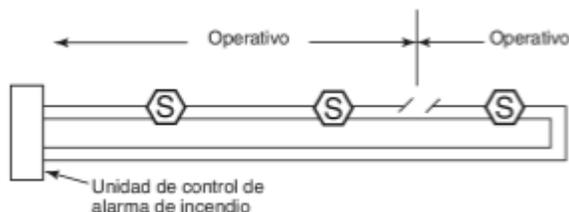


Ilustración 16. Cableado clase A

Nota. Ejemplo de un cableado clase A con una apertura en el cableado continuando operativo.

Fuente: NFPA 72 (2016) p.384

La imagen se aprecia la apertura del lazo y el lazo sigue operativo cumpliendo con lo establecido en el cableado tipo A

Cableado Clase B

La NFPA 72 (2016) en el apartado 12.3.2 indica como cableado clase A al tipo que cumple con las siguientes condiciones

- No posee vía redundante
- Si se realiza apertura la operación operativa se detiene
- Las afectaciones en el cableado son anunciadas como señal de falla.

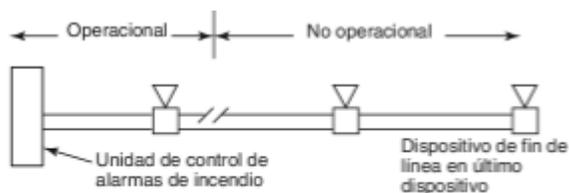


Figura F.2.9 Aparatos de notificación de alarma conectados a circuitos de Clase B (de dos hilos).

Ilustración 17. Cableado clase B

Nota. Ejemplo de cableado clase B con una apertura en el lazo el cual causa que parte del circuito no se encuentre operativa. Fuente: NFPA 72 (2016) p.385

La imagen muestra un cable tipo B donde al abrirse el lazo se pierde la comunicación de los dispositivos después de la ruptura, quedando operativo lo equipos conectados antes de la ruptura del lazo y alertando al panel debido al no reconocimiento del dispositivo de final de línea ubicado en el último dispositivo.

Cableado Clase C

Son el tipo de cableado que cumple con la siguiente característica.

- Cuando la línea principal sale ramales hacia otros dispositivos, pero la integridad de los ramales no es monitoreada.
- Se indica la pérdida de comunicación de extremo a extremo como una señal de falla.

Cableado Clase D

Se clasifican para los cableados que su funcionamiento sea aprueba de fallas, no se anuncia ningún tipo de falla y su funcionamiento continúe.

Cableado Clase E

Según la NFPA 72 son los cableados que no se monitorean su integridad.

Cableado Clase N

La NFPA 72 clasifica a este tipo de cableado si su desempeño cumple con los siguiente:

1. Incluye dos o más vías donde la capacidad operativa da la vía operativa y una vía redundante a cada dispositivo.
2. La pérdida de comunicación entre puntos finales es anunciada como señal de falla.
3. Una única falla a tierra de apertura, de cortocircuito o combinación de fallas en una vía no afecta ninguna otra vía.

4. Cuando las condiciones que afecten la operación de la vía o las vías son anunciadas como señal de falla cuando no pueda cumplir los requisitos operativos mínimos del sistema.
5. No debe permitirse que las vías primarias y redundantes compartan el tráfico en el mismo segmento físico.

Cableado Clase X

Según la NFPA 72 se clasifica al cableado como clase X si su desempeño cumple con los siguiente:

1. Una vía redundante
2. Cuando exista una única apertura en la línea debe enviar una señal de falla.
3. La capacidad operativa continúa cuando al producirse un único cortocircuito y la única falla de cortocircuito genere una señal de falla.
4. La capacidad operativa continúa al presentarse una combinación de falla de apertura y de fallo a tierra.
5. Las condiciones que afectan el funcionamiento previsto de la vía sean anunciadas como señal de falla.
6. La capacidad operativa se mantiene durante la aplicación de una única falla a tierra.
7. Una condición de puesta tierra única debe derivar en el aviso de una señal de falla.

2.7.2.2.5 Construcción, compartimentación y barreras resistentes al fuego

2.7.2.2.5.1 Construcción

Según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio indica “estructurales y no estructurales de los edificios, tales como, paredes exteriores portantes, paredes interiores portantes, columnas, vigas, viguetas, arcos estructuras, pisos y techos deben ser resistentes al fuego.” p.46

2.7.2.2.5.1.1 Tipos de construcción

Según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio los edificios y estructuras se clasifican en cinco tipos básicos de construcción.

Construcciones de Tipo I y Tipo II:

Construcciones en la que los muros cortafuego, los elementos estructurales, muros, arcos, pisos y techos son materiales no combustibles o de combustibilidad limitada.

Construcción Tipo III:

Construcción en el cual los muros exteriores y los elementos estructurales que forman parte de los muros exteriores son de materiales no combustibles o de combustibilidad limitada, y los muros cortafuego, elementos estructurales interiores, muros, arcos, pisos y techos son, total o parcialmente de madera de dimensiones más pequeñas que las del Tipo IV o son de materiales no combustibles o de combustibilidad limitada, o de otros materiales combustibles aprobados. (subtipos 211 y 200).

Construcción Tipo IV:

Construcción donde los muros cortafuego, muros exteriores y muros interiores portantes y los elementos estructurales que forman parte de estos muros son de materiales no combustibles o de combustibilidad limitada y otros elementos como estructurales interiores como pisos y techos son de madera maciza o laminada o de madera contra laminada con las dimensiones especificadas en la NFPA 220. (subtipo 2HH).

Construcción Tipo V:

Construcción en la que los elementos estructurales, muros, pisos y techos son total o parcialmente de madera u otro material aprobado.

2.7.2.2.5.2 Compartimentación

La compartimentación según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio es lograda por medio de barreras o muros cortafuegos, con el fin de mantener la integridad estructural u confinar el incendio en el sitio de origen.

2.7.2.2.5.3 Sellos Cortafuegos

Las penetraciones en paredes cortafuego según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio deben de estar protegidas por un sistema o dispositivo de sello cortafuegos.

2.7.2.2.5.4 Juntas

Las juntas dentro de las barreras cortafuego según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio deben estar protegidas con un sistema de juntas que posean la capacidad de liminar la transferencia de humo.

2.7.2.2.5.5 Barreras cortafuego

Las barreras cortafuego utilizadas para proveer cerramiento, subdivisión o protección, según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio se deben clasificar de la siguiente manera

- a) Clasificación de resistencia al fuego de 3 horas.
- b) Clasificación de resistencia al fuego de 2 horas.
- c) Clasificación de resistencia al fuego de 1 hora.
- d) Clasificación de resistencia al fuego de ½ hora.

2.7.2.2.6 Sistema de supresión de incendios

La NFPA 13 en el apartado 3.3.76 lo define como:

Marcada reducción de la tasa de liberación de calor de un incendio y prevención de su recrecimiento por medio de la aplicación en forma directa y suficiente a través de la columna de incendios hacia la superficie de los combustibles encendidos.

Por lo que podemos interpretarlos como un sistema capaz de actuar en una parte del tetraedro del fuego con el fin suprimir o minimizar la reacción química del fuego evitando al máximo su propagación.

Los sistemas de supresión son divididos en 3 tipos

- Sistemas móviles no automáticos
- Sistemas fijos automáticos
- Sistemas fijos no automáticos

Sistemas móviles no automáticos

2.7.2.2.6.1 Extintores portátiles

Los extintores portátiles los define Barreneche como “Elementos portátiles que contienen un agente extintor que puede proyectarse y dirigirse sobre fuego por la acción de una presión interna” (2020) p.234

Se pueden encontrar 3 tipos de extintores por su estructura

- Extintores portátiles: son los más conocidos en el mercado, su peso máximo es de 20 kg por lo que permite que una persona lo pueda alzar y transportarlo.



Ilustración 18. Extintor portátil

Fuente: Barreneche (2020) de p.235

- Extintores sobre ruedas: Son extintores que poseen ruedas para transportar al sitio donde se desea utilizar, su peso ronda entre los 25 y 150 kg según la capacidad adquirida.



Ilustración 19. Extintor sobre ruedas

Fuente: Barreneche (2020) de p.235

- Extintores dorsales: Son extintores creados para transportar sobre la espalda, son un peso máximo de 30 kg

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios solicita que los extintores portátiles deben de ser listados por un laboratorio reconocido bajo la normativa NFPA 10 e indica las siguientes consideraciones:

- Se debe considerar la naturaleza de los combustibles presentes.
- Las condiciones ambientales del lugar donde va a situarse el extintor.
- Si existen sustancias químicas en la zona que puedan reaccionar negativamente con el agente extinguidor.
- Si es eficaz contra los riesgos específicos presentes
- Los fuegos deben clasificarse en clase A, B, C, D y K; según el tipo de combustible.

Los extintores poseen una etiqueta indicando los tipos de incendio a cubrir



Ilustración 20. Etiqueta de extintor

Fuente: Ilustración, obtenida Barreneche (2020) de p.239

Tipos de extintores según su contenido

Los extintores más comunes en el mercado son los siguientes:

- Extintores de agua
- Extintores de Polvo
- Extintores de carbono

Según su contenido se puede clasificar su eficiencia o su uso en fuegos según su material combustible.

Tabla 4. Tipos de agentes extintores

Tipo de Agente extintor - Matafuego							
Clases de Fuego	Agua Pura	Espuma (AFFF)	Polvo	Dióxido de carbono	HCFC-123	Agua y sal de Potasio "tipo K"	Agua fraccionada
A Maderas - Papel - Carbón - Pasto - Telas - etc. SOLIDOS	Si muy Eficiente	Si Eficiente	Si muy Eficiente	Poco Eficiente	Si Eficiente	Poco Eficiente	Si muy Eficiente
B No Miscibles Hidrocarburos - Kerosene - Nafta - Pinturas - Aceites - Grasas - etc. LIQ. INFLAMABLES	No es Eficiente	Si muy Eficiente <small>La capa de espuma impide reinflamación.</small>	Si muy Eficiente	Si Eficiente	Si muy Eficiente	Si muy Eficiente <small>Para aceites de uso en cocinas de Restaurantes</small>	Poco Eficiente
B Alcoholes LIQ. INFLAMABLES	No es Eficiente	No es Eficiente <small>En alcoholes debe usarse espuma ATC</small>	Si muy Eficiente	Si Eficiente	Si muy Eficiente	Poco Eficiente	No es Eficiente
C Motores - Tableros - Transformadores - etc. EQUIPOS ENERGIZADOS	No debe Usarse	No debe Usarse	Si Eficiente	Si Eficiente	Si Eficiente	Si Eficiente	Si Eficiente
D Magnesio - Zinc - Aluminio - Sodio - Titanio - Potasio - Uranio - etc. METALES COMBUSTIBLES	Fuegos de la Clase D: es la clasificación que se les da a los fuegos en los que intervienen metales combustibles y que exigen la aplicación de técnicas y de agentes extintores especiales para combatirlos.						
PRINCIPAL EFECTO EXTINTOR	Refrigerante	Sofocador	Inhibidor de la Reacción en cadena	Sofocador	Inhibidor de la Reacción en cadena	Refrigerante	Refrigerante
NATURALEZA DEL AGENTE EXTINTOR	Líquido agua pura	Líquido Solución acuosa (espumig. en agua)	Polvo Compuesto químico y aditivos	Gas Dióxido de Carbono	Gas Halogen.	Líquido Solución (Sal de potasio en agua)	Líquido agua destilada

Nota. Tipo de agentes extintores y su efectividad según el material Fuente: Barreneche (2020) de p.238

Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio clasifica los riesgos en áreas en tres tipos

- A) Riesgo Bajo: áreas de Clase A y/o B de combustibilidad baja, donde se esperan incendios con bajas tasas de liberación de calor, combustibles inflamables menores a 3.9 litros.
- B) Riesgo Moderado: áreas de Clase A y/o B de combustibilidad moderada, donde se esperan incendios con moderadas de liberación de calor, combustibles inflamables entre 3.8 litros y 18.9 litros.

- C) Riesgo Alto: áreas de Clase A y/o B de combustibilidad alta, donde se esperan incendios con tasas altas de liberación de calor, grandes cantidades de material inflamable clase B, combustibles inflamables mayores a 18.9 litros.

En todos los sectores del edificio educativo se deben de brindar extintores para cobertura a los tres tipos de fuegos más comunes Clase A, Clase B, Clase C según el apartado 12.2.4 del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio.

En los lugares donde exista riesgo por potencial de incendios clase A, B, C, D o K, deberán tener una cobertura de extintores que corresponda con el riesgo presente según el apartado 12.2.5 del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio.

2.7.2.2.6.1.1 Instalación

- Deben instalarse en sitios de fácil acceso y sin obstrucciones.
- Deben estar debidamente identificado.
- Extintores menores a 18 kg deben estar a una altura no mayor a 1.25 metros.
- Extintores mayores a 18 kg deben estar a una altura no mayor a 1.07 metros.
- Deben instalarse a una altura mínima mayor de 10 cm del piso.
- El recorrido máximo no debe exceder los 23 metros desde cualquier ubicación a un extintor clase A y de 15 metros a un extintor clase B
- Se debe proveer extintores clase K de mínimo 6 litros a no más de 9 metros en riesgos donde hay potencial de incendios que involucren 14 litros o más de aceites y/o grasas vegetales o animales.

2.7.2.2.6.2 Sistemas fijos automáticos a base de agua

2.7.2.2.6.2.1 Rociadores automáticos.

Los rociadores automáticos o sprinklers son un elemento esencial de los sistemas de supresión, que permiten descargar agua sobre las áreas afectadas por las llamas.

Son elementos termosensibles, diseñados para reaccionar a temperaturas permitiendo la salida de agua una vez llegada a la temperatura preestablecida en el rociador.

Son colocados a lo largo de las tuberías de supresión a una distancia normada para cubrir un área específica, al activarse el rociador el agua saldrá solo por el rociador activado sin afectar otros rociadores no activados conectados a la misma tubería.

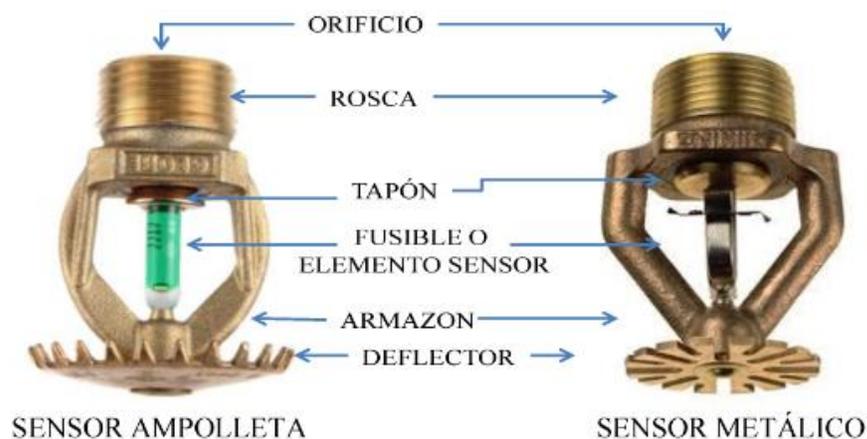
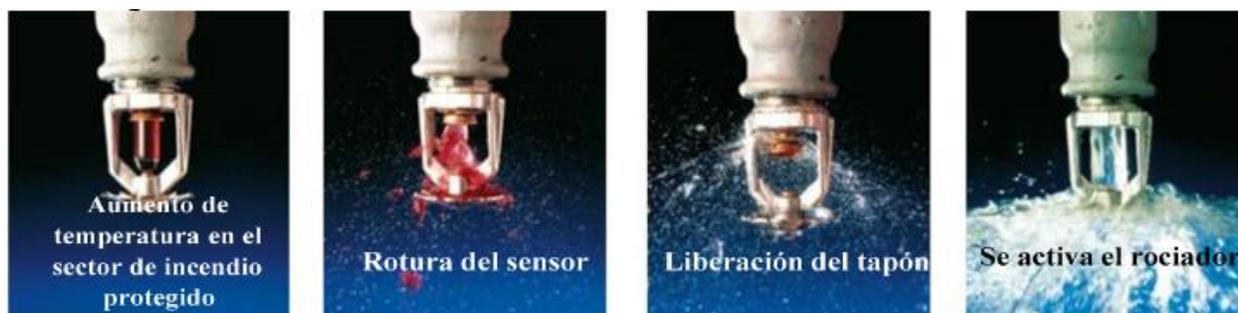


Ilustración 21. Rociador

Fuente: Protección y seguridad contra incendio Barreneche (2020) p.365



Activación de rociador automático.

Ilustración 22. Funcionamiento de un rociador.

Fuente: Protección y seguridad contra incendio Barreneche (2020) p.365

Tipos de rociadores

- Rociadores con modo de control para aplicaciones específicas o CMSA
- Rociadores de respuesta rápida y supresión temprana o ESFR.
- Rociador de cobertura extendida
- Rociador Residencial
- Rociador Especial

- Rociador pulverizador o de spray

Características de diseño para rociadores de respuesta rápida y supresión temprana o ESFR

La NFPA 13 en el apartado 3.3.205.4.5 (2019) lo define como “Rociador de respuesta rápida que tiene un elemento térmico con un RTI de 50 (metros-segundos)^{1/2} o menos.”

Según el apartado 14.2.8.2.1 de la NFPA 13 (2019) el área de cobertura de un rociador ESFR viene dada por la tabla 14.2.8.2.1

Tabla 5. Cobertura de un rociador ESFR

Tipo de construcción	Alturas de cielorraso/techo de hasta 30 pies (9.1 m)				Alturas de cielorraso/techo de más de 30 pies (9.1 m)			
	Área de protección		Espaciamiento		Área de protección		Espaciamiento	
	pie ²	m ²	pie	m	pie ²	m ²	pie	m
No combustible no obstruida	100	9	12	3.7	100	9	10	3.0
No combustible obstruida	100	9	12	3.7	100	9	10	3.0
Combustible no obstruida	100	9	12	3.7	100	9	10	3.0
Combustible obstruida	N/A		N/A		N/A		N/A	

Fuente: NFPA 13 (2019) p.124

La distancia entre los muros y rociadores no debe exceder la mitad de la distancia permitida admisible entre rociadores según el apartado 14.2.9.2 de la NFPA 13 p.125

Tabla 6. Distanciamientos de rociador ESFR a cielo rasos

Distancias de cielorrastos de rociadores ESFR		
K nominal	Distanciamiento por debajo de cielorrasto	
	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
K-14	150	350
K-16.8	150	350
K-22.4 y K-25.2	150	450
K-14	75	300
K-16.8	75	300

Nota. Distanciamiento de un rociador ESFR con respecto al cielo raso según su factor K Fuente: Elaboración propia según NFPA 13 (2019) apartados 14.2.10.1 al 14.2.10.1.6

El factor K de un rociador depende del diámetro del orificio de descarga, entre mayor sea su orificio mayor será su factor nominal.

$$K_n = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

dónde:

K_n = K equivalente en un nodo

Q = flujo en el nodo

P = presión en el nodo

Ilustración 23. Fórmula del factor K

Fuente: NFPA 13 (2019) Apartado 27.2.2.5 p.323

Estructuras que deben requerir rociadores

Según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio (2020) en el apartado 13.2.2 estable las edificaciones a requerir estos sistemas como requisito las cuales son:

- Edificios de gran altura.
- Las ocupaciones de reunión pública con un área igual o superior a los 1500 m²:
- Ocupaciones mercantiles con un área igual o superior a los 2500 m².
- Industrias de riesgo elevado con un área igual o superior a los 1500 m².
- Almacenamiento de riesgo elevado con un área igual o superior a los 1500 m².

- f) Centros comerciales con un área igual o superior a los 2500 m².
- g) Ocupaciones de Cuidado de la Salud.
- h) Ocupaciones de hoteles y dormitorios con una cantidad igual o superior a las 16 habitaciones.
- i) Ocupaciones de asilos y centros de acogida con un área igual o superior 500 m².
- j) Otras ocupaciones específicas, según se requiera en las normas o reglamentos aplicables previamente establecidos.

2.7.2.2.6.2.2 Sistemas de tuberías Verticales

Son sistemas creados para la conexión de mangueras, también pueden alimentar rociadores en sistemas combinados.

Son normados bajo la NFPA 14 según indica el Reglamento Nacional de Protección contra incendios en el apartado 13.3.1 p.65.



Ilustración 24. Gabinete para mangueras

Fuente: Protección y seguridad contra incendio Barreneche (2020) p.300

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios en el apartado 13.3.3 indica que la implementación de este sistema es requisito en áreas que cumplan con alguna de las siguientes características.

- a) Edificios con un área igual o superior a los 2500 m².
- b) Edificios de gran altura.

c) Donde sea requerido por otras secciones de este reglamento, la norma NFPA 1, NFPA 101 o normas NFPA específicas aplicables a cada proyecto.

2.7.2.2.6.2.3 Bombas contra incendio

Equipos cuya función es suministrarle el agua a las tuberías de supresión, cuando pierden la presión en la tubería debido al flujo de agua la bomba de incendio inicia su arranque, manteniendo la presión en la tubería y asegurando el flujo de agua hacia el incendio, está conectada a un tanque de agua quién le provee el agua para su funcionamiento, la bomba de incendio y su tanque deben de ser diseñados conforme al área a cubrir, la bomba de incendios instalado debe ser listado por un laboratorio reconocido para este uso.

Según el Reglamento Nacional Contra Incendios en el apartado 13.4.2 la bomba contra incendios puede ser sustituido por un tanque elevado u otro tipo de reserva que funcione por gravedad y se encuentre aprobado por la autoridad competente.

Instalación de una bomba de incendios según Reglamento Nacional Contra Incendios.

- El cuarto de bombeo donde se encuentre la bomba de incendios, debe de estar protegidos contra posibles interrupciones del servicio; como incendio, explosión, inundación, vandalismo u otras condiciones adversas.
- El cuarto de bombeo debe separarse 15 metros de los edificios.
- Se permite instalar a menos de 15 metros cuando se cuente con barreras cortafuego con resistencia mayor a 2 horas entre la casa máquinas y el edificio.
- Se permite instalar a menos de 15 metros cuando se cuente con una barrera cortafuego con resistencia de al menos 1 hora y la casa máquinas se encuentre protegido con rociadores automáticos.
- Se puede instalar una bomba contra incendio que sea operada por un motor eléctrico cuando esta esté alimentada por un generador eléctrico de respaldo, con transferencia eléctrica dedicada y la bomba sea listada para uso de incendio.
- El cuarto de bombas debe estar protegido por rociadores automáticos.

- La bomba contra incendio, los diagramas de instalación, los diámetros y accesorios de instalación deben cumplir con la norma NFPA20.

2.7.2.2.6.2.4 Tanque de abastecimiento

Deben cumplir con los establecido en la NFPA 22 y con los siguientes puntos según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.

- Se debe de alejar al menos 6 metros de cualquier material combustible o posible exposición a un incendio.
- De no ser posible alejarse más de 6 metros se requiere proveer un muro cortafuego con resistencia al fuego de 2 horas.

El suministro de agua debe ser suficiente para suplir el mayor de los dos valores siguientes:

a) El caudal nominal requerido contra incendios por al menos 30 minutos.

b) El tiempo que requiera el suministro de agua contra incendios según otro Reglamento Nacional aplicable al proyecto.

- Cuando el tanque sea compartido para procesos de producción, para consumo humano e incendio, las succiones de las bombas deben estar instaladas a diferentes alturas de manera que la reserva de agua para uso en caso de incendio siempre esté disponible y no exista la posibilidad de que se utilice en los procesos o servicios normales del edificio.
- Los tanques de agua contra incendios deben contar con un hidrante de succión.

2.7.2.2.6.2.5 Sistema de tuberías

La instalación de las tuberías de supresión de incendio, deben darse conforme a las normas NFPA 13 y NFPA 24 según el apartado 13.6.1 del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020) y con los siguientes puntos:

Las tuberías enterradas deben limitarse a Hierro dúctil, Acero o Plástico que cumplan con alguna de las siguientes normas de fabricación:

a) Hierro Dúctil: AWWA C104, AWWA C105, AWWA C110, AWWA C111, AWWA C115, AWWA C116, AWWA C153, AWWA C600.

b) Acero: AWWA C200, AWWA C203, AWWA C205, AWWA C207, AWWA C208, AWWA M11.

c) Plástico: AWWA C900, AWWA C905, AWWA C906.

Las tuberías expuestas deben limitarse a Hierro negro o Acero que cumplan con alguna de las siguientes normas de fabricación: ASTM A 795 ANSI/ASTM A 53 ANSI/ASME B 36.10ME ASTM A 135.

Se permiten otros tipos de tubería, siempre que estén listados para uso en incendios, incluyendo, CPVC si se instala de acuerdo con las limitaciones de su listado, incluyendo las instrucciones de instalación del fabricante.

Todos los accesorios que se coloquen en la tubería de incendios tales como válvulas, codos, acople tipo “te”, deben ser listadas para su uso en sistemas contra incendio.

2.7.2.2.6.2.6 Conexión del Cuerpo de Bomberos (Siamesa de inyección).

Este sistema consiste en una conexión de agua instalada para el uso de bomberos exclusivamente, donde ellos puedan inyectar agua en caso de que se necesite abastecer el sistema, ya que el incendio continuo o se requiera extraer para controlar un área no protegida o un área vecina.



Ilustración 25. Siamesa de inyección

Fuente: Protección y seguridad contra incendio Barreneche (2020) p.293

Requisitos de instalación solicitados por el Reglamento Nacional de Protección Contra incendios (2020) apartado 13.7 pp.70 y 71

- Todo sistema de supresión de incendios a base de agua debe contar con conexiones para el Cuerpo de Bomberos.

- Las conexiones para el Cuerpo de Bomberos deben instalarse según la norma NFPA 14.

- Los edificios de gran altura deben tener al menos dos conexiones para el Cuerpo de Bomberos remotamente ubicadas en cada zona.

- Cuando sea requerido por la autoridad competente, se deben proveer conexiones adicionales para el Cuerpo de Bomberos.

- Los tamaños de las conexiones a utilizar por el Cuerpo de Bomberos deben estar basados en la demanda del sistema de tubería vertical e incluir una entrada de 65 mm (2½ pulgadas) por cada 950 L/min (250 gpm).

- Cada conexión para el uso del Cuerpo de Bomberos debe tener al menos dos accesorios giratorios de rosca interna de 65 mm (2½ pulgadas) que tengan rosca NST.

- Las conexiones para el uso del Cuerpo de Bomberos deben estar equipadas con tapas para proteger el sistema de la entrada de basuras.

- Las conexiones para el uso del Cuerpo de Bomberos deben ser visibles y reconocibles desde la calle o estar ubicadas cerca del punto de acceso de las unidades del Cuerpo de Bomberos.

- Las conexiones para el uso del Cuerpo de Bomberos deben estar ubicadas y dispuestas de modo que las líneas de manguera puedan ser fijadas a las entradas sin interferencia de objetos cercanos, incluidos edificios, cercados, postes, terreno, vehículos.

- Cada conexión para uso del Cuerpo de Bomberos debe estar designada por una señal, con letras de al menos 25 mm (1 pulgada) de altura, que diga «TUBERÍA VERTICAL».

- Si los rociadores automáticos son también alimentados por la conexión para el uso del Cuerpo de Bomberos, el rótulo debe indicar los servicios designados (Ej.: «TUBERÍA VERTICAL Y ROCIADORES AUTOMÁTICOS»)

- Un aviso también debe indicar la presión requerida en las entradas para entregar la demanda del sistema.

- Donde una conexión para el uso del Cuerpo de Bomberos sirve múltiples edificios, estructuras o instalaciones, debe ser provisto un aviso indicando los edificios, estructuras o instalaciones servidas.

- Las conexiones para el uso del Cuerpo de Bomberos deben estar ubicadas a no más de 30 m del hidrante conectado a la red pública, hidrante de succión u otro suministro de agua aprobado por la autoridad competente.

2.7.2.2.6.2.7 Memoria de Cálculo

El Reglamento Nacional de Protección contra incendios (2020) en el apartado 13.9.1 indica:

Todo sistema fijo de supresión de incendios debe contar con una memoria de cálculo básica que permita verificar los parámetros de diseño. El documento debe ser presentado al Cuerpo de Bomberos y debe ser firmado por un profesional responsable del diseño según reglamentación que emita el CFIA. p.72

Por lo que indica que se debe cumplir con los siguientes puntos en la memoria de cálculo según se solicita en el reglamento:

- El Cuerpo de Bomberos publicará en su sitio Web una guía simplificada para la elaboración de memorias de cálculo.
- La memoria de cálculo debe incluir la información requerida en la norma NFPA 13, NFPA 14, NFPA 15 edición 2017 en español NFPA 24 edición 2013 en español u otras normas aplicables según correspondan al proyecto.
- La memoria de cálculo debe incluir una información descriptiva del sistema a instalar, la estrategia contra incendios que busca lograr y la información bibliográfica y normativa de referencia.
- La memoria de cálculo debe incluir como mínimo la presión residual del punto hidráulicamente crítico del sistema, considerando pérdidas de presión por elevación, velocidad y fricción. El cálculo de pérdidas de presión en la tubería debe corresponder con el caudal requerido.

- La memoria de cálculo debe indicar la ubicación física de los nodos o puntos calculados, indicando su caudal y presión residual.

2.7.2.2.6.2.8 Hidrantes

Son dispositivos diseñados con el fin de proveer agua a las unidades de Bomberos donde ellos se puedan abastecer para atender la emergencia.

Los hidrantes públicos o privados administrados por el operador del acueducto deben cumplir con la Ley de la Republica 8641 “Ley de Hidrantes” y en las redes privadas deben cumplir con la norma NFPA 24 según establece el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020) en el apartado 14.1.1 donde adicionalmente el reglamento anteriormente mencionado solicita la instalación de hidrantes en las siguientes estructuras:

- Todo edificio o grupo de edificios con un área de construcción mayor o igual a 2000 m² debe contar con un hidrante instalado a la red pública.
- Todo condominio horizontal, desarrollo residencial, comercial industrial, predio de contenedores, urbanización u obra de infraestructura, con un área construida superior a los 2000 m² debe contar con un hidrante instalado a la red pública.
- Toda estación de servicio debe contar con un hidrante. El hidrante debe solicitarse al operador del acueducto y debe retirarse como mínimo 50 m, medidos desde cualquiera de los accesos vehiculares. El hidrante debe ubicarse sobre la calle principal en el punto más elevado en relación con la estación de servicio, con el objetivo de que un derrame de combustible no comprometa la utilización del hidrante.

2.8. Hipótesis.

Los sistemas actuales para los protección, alerta y evacuación ante un conato de incendio de la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza no son suficientes para actuar ante una emergencia, por lo que se deben de mejorar los actuales sistemas e incorporar nuevos sistemas que ayudaran actuar de manera temprana, logrando un sitio seguro y protegido salvaguardando la vida de los ocupantes.

2.9. Limitaciones

2.9.1 Presupuesto

El diseño será brindado a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, con el podrá cotizar la implementación del proyecto, donde la limitante que se puede presentar es que la institución no posea los recursos económicos necesarios para implementar el diseño o bien no sea de interés de la institución implementar el diseño propuesto.

2.9.2 Actualización de las leyes y reglamentos vigentes en Costa Rica

Otras posibles limitantes es la actualización de las leyes y reglamentos que rigen en Costa Rica, ya que al momento de la implementación deban realizarse modificaciones en el diseño propuesto para ajustarse a las nuevas solicitudes.

2.9.3 Área Profesional

El presente diseño es realizado y enfocado al área electromecánica, por lo que se realizarán las observaciones y diseños de los sistemas para los equipos que se ajusten a esta área; excluyendo los diseños de obra civil que se requieran para cumplir en la totalidad con la Ley de la Republica y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio de Bomberos de Costa Rica.

2.10 Alcances

El proyecto propuesto se plantea como alcance el estudio de la importancia de la implementación de un plan básico de incendio, los elementos requeridos para su implementación; obteniendo como resultado final un diseño de planos donde se incorporen todos los elementos mínimos para el cumplimiento de un plan básico desde el área electromecánica, respaldo el diseño según lo establecido en la Ley de la Republica N°8228, el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos de Costa Rica y las normativas NFPA.

2.10.1 Profesión Electromecánica

El proyecto será basado en el área de Ingeniería Electromecánica, por lo que el alcance será desde esta profesión excluyendo los elementos correspondientes a otras profesiones.

En este proyecto se abarcará los siguientes sistemas desde el área electromecánica

- Medios de egreso se abarcarán los siguientes diseños
 - Iluminación de salida e iluminación de emergencia
 - Señalización
- Control de fuentes de ignición.
 - Se genera el diseño de clasificación de las áreas según el combustible presente en las áreas.
- Detección y alarma de incendios
- Sistemas de supresión de incendios por medio de extintores portátiles

No se abarcará el diseño de los siguientes sistemas:

- Medios de egreso: no se evaluará las obras civiles ni se realizará diseños de mejoras a las mismas al no ser alcance del área electromecánica.
- Construcción, compartimentación y barreras resistentes al fuego.
 - No se realizará inspección de cumplimiento ni se realizará diseños de estos sistemas al no ser alcance del área electromecánica.
- Sistemas de supresión de incendios.
 - No se realizará diseño del sistema de supresión mediante rociadores debido a que no es un requisito mínimo para el cumplimiento de un plan básico de incendio de un centro educativo.
 - No se realizará diseño del sistema de sistemas de tuberías vertical, ya que según las dimensiones del Colegio Educativo Nueva Esperanza no se requiere su implementación para el cumplimiento de un plan básico de incendio.

- No se realizará diseño para la implementación de hidrantes, ya que según las dimensiones del Colegio Educativo Nueva Esperanza no se requiere su implementación para el cumplimiento de un plan básico de incendio.

2.11 Temporalidad

El estudio y diseño propuesto se plantea a realizar el segundo cuatrimestre del año 2022, realizándose en las primeras cuatro semanas el estudio de la importancia de la implementación del proyecto, en las cuatro semanas posteriores el estudio de los elementos que se deben incorporar al diseño, así como los criterios de diseño que se deben incorporar; en las siguientes cuatro semanas se centrarán en la creación de planos arquitectónicos y del diseño de planos con base en lo anteriormente investigado y las últimas cuatro semanas finales se centrarán en la aprobación por parte del tutor, lector, filólogo y carta del tribunal examinador para la presentación del proyecto realizado.

CAPÍTULO III

4. DESARROLLO

4.1 Diseño de iluminación de emergencia

Se debe cumplir en el diseño con lo estipulado en el punto 2.7.2.2.1.13 del presente trabajo donde se solicita:

- Deben instalarse a lo largo de pasillos, accesos a salidas de emergencia, escaleras, descarga de escaleras y otros medios de egreso.
- Deben proveer una iluminación inicial de 10.8 lux y en cualquier punto no menos de 1 lux.

Distanciamiento de luces de emergencia

Fórmula de lux

$$lx = \frac{lm}{m^2}$$

lx: lux

lm: lumen

m: metros

Luz propuesta en el diseño

ESPECIFICACIONES FOTOMÉTRICAS / PHOTOMETRIC SPECIFICATIONS		
Característica	Dato	Unidad
Flujo Luminoso / Luminous flux	220	lm
Temp. de Color / Color temp.	6500	K
Color de luz / Light Color	Blanco frío / DL	-

Ilustración 26. Luz de emergencia E-40 marca Sylvania

Nota. Datos de luz de emergencia E-40 Sylvania Fuente: ficha técnica E-40 Sylvania

Por lo que al despejar la fórmula se obtendrá la distancia

$$m = \sqrt{\frac{lm}{lx}}$$

Al sustituir los valores de 220 lm brindados por la ficha técnica (ilustración 26) y el valor mínimo de 1 lux solicitado por el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios hallaremos la distancia máxima a cubrir por luminaria

$$m = \sqrt{\frac{220 \text{ lm}}{1 \text{ lx}}} = 14.83 \text{ m}$$

Se aplicará un factor de seguridad de 10% por lo que el nuevo valor será 13.34 metros de distanciamiento entre luminarias.

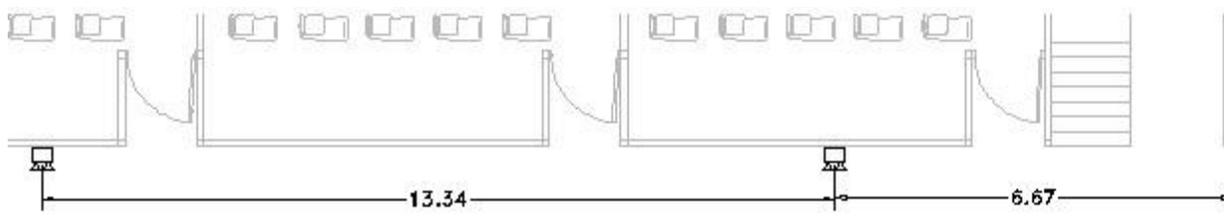


Ilustración 27. Distanciamiento de luz de emergencia en plano

Fuente: Elaboración propia

Ver diseño de plano en anexo D

Detalle de instalación luz de emergencia

Se debe instalar la luz de emergencia a una altura de 2,29 metros del nivel de piso terminado.

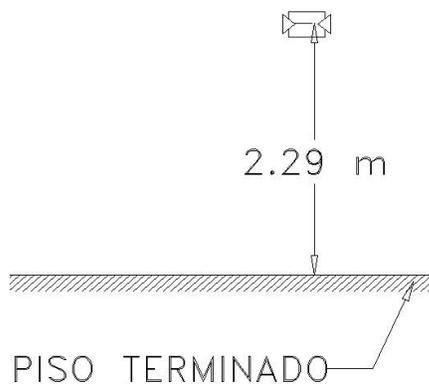


Ilustración 28. Altura de luz de emergencia.

Fuente: elaboración propia.

Diseño de señalización

Se debe cumplir en el diseño con lo estipulado en el presente trabajo en el punto 2.7.2.2.2.1.14 Señalización de medios de egreso.



Ilustración 29. Señalización de SALIDA en escalera

Fuente: elaboración propia.

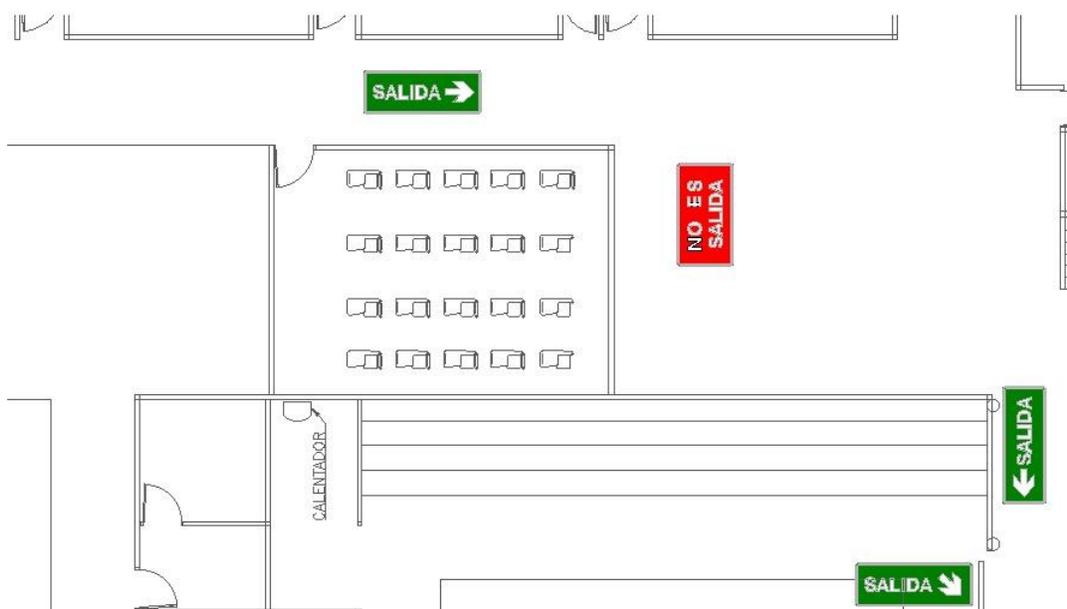


Ilustración 30. Señalización de SALIDA en pasillo e indicación de NO ES SALIDA en largo pasillo.

Fuente: elaboración propia.

Ver diseño de plano en anexo D

3.2 Diseño de Control de fuentes de ignición

Se debe cumplir en el diseño con lo estipulado en el presente trabajo en el punto 2.7.2.2.3 Control de fuente de ignición, así como la implementación de los procesos expuestos en dicho punto para la realización de trabajos en las áreas.

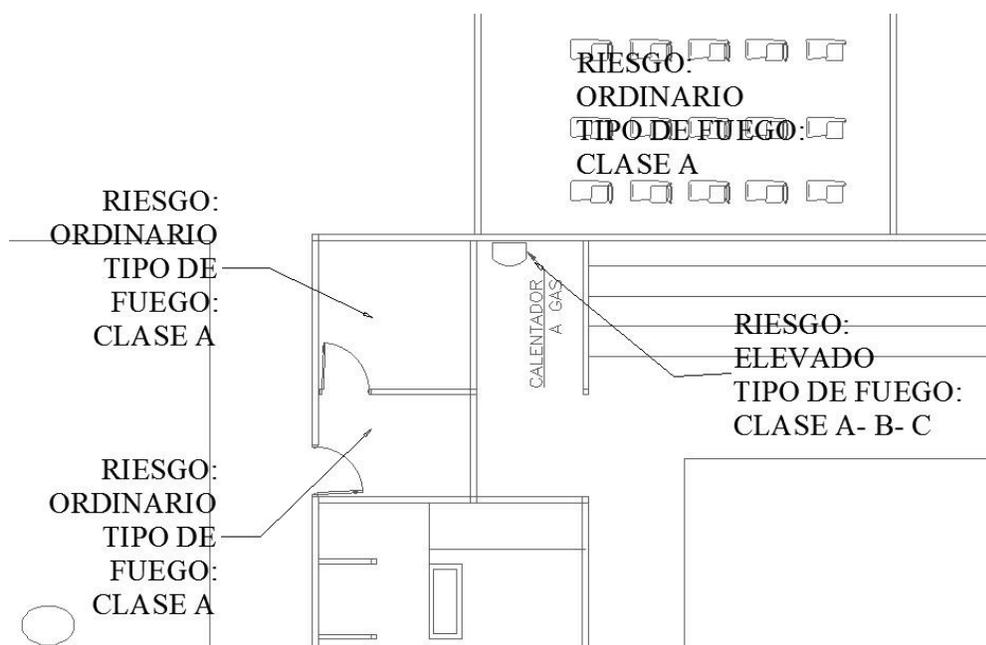


Ilustración 31. Indicación en planos de los riesgos en las áreas

Fuente: elaboración propia.

Ver diseño de plano en anexo D

3.3 Diseño de detección y alarma de incendio

Se debe cumplir en el diseño con lo estipulado en el presente trabajo en el punto 2.7.2.2.4 detección y alarma de incendio.

Panel de incendio

El panel de incendio se debe diseñar y cumplir con los requerimientos del punto 2.7.2.2.4.1 del presente trabajo.

Se propone la instalación en el área administrativa ubicada en el segundo nivel, en el área de tránsito para alertar al personal administrativo en caso de falla o indicar el área activada.

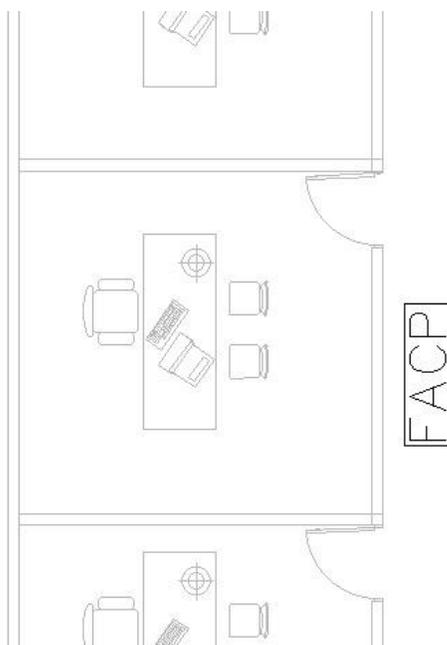


Ilustración 32. Ubicación de panel

Fuente: elaboración propia.

Se propone un panel con capacidad mínima de 4 NAC, 1.5 amp por NAC para alimentación de los dispositivos de iluminación, y con capacidad de 159 detectores y 159 módulos por lazo, ampliable a 2 lazos para crecimiento en una futura expansión del Colegio Educativo Nueva Esperanza.

Anunciador remoto.

El anunciador remoto de incendio se debe diseñar y cumplir con los requerimientos del punto 2.7.2.2.4.2 del presente trabajo.

Se propone la instalación en la entrada principal del Colegio Educativo Nueva Esperanza ubicada en el nivel 1, la cual es un área de tránsito para alertar en caso de falla o indicar el área activada.



Ilustración 33. Ubicación de anunciador remoto.

Fuente: elaboración propia.

Estación manual de alarma de incendio

La estación manual de incendio se debe diseñar y cumplir con los requerimientos del punto 2.7.2.2.4.3 del presente trabajo.

Se propone la instalación a 1.5 metros de distancia de la salida, así como una altura de 1.20 metros de altura con relación al piso terminado.

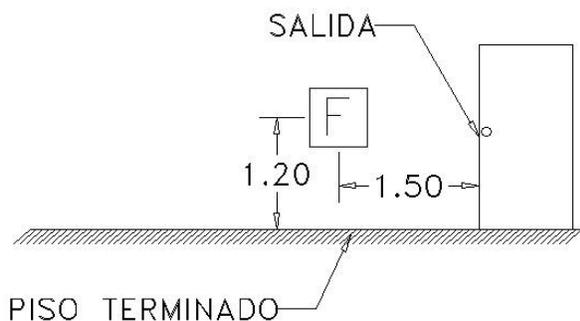


Ilustración 34. Detalle de instalación de estación manual

Fuente: elaboración propia.

Detectores de humo

Los detectores de humo se deben diseñar y cumplir con los requerimientos del punto 2.7.2.2.4.4 del presente trabajo.

Se propone el uso de sensores foto eléctricos debido a que son los comunes en el mercado, se realiza un diseño con un radio de cobertura por sensor de 4.5 metros.

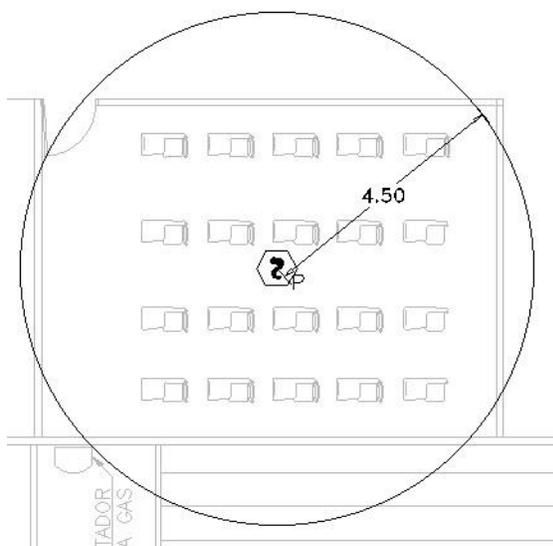


Ilustración 35. Cobertura de sensor de humo

Fuente: elaboración propia.

Detectores térmicos

Detectores térmicos de incendio se debe diseñar y cumplir con los requerimientos del punto 2.7.2.2.4.6 Detector de calor del presente trabajo.

Se propone el uso de sensores térmico listado para una cobertura de 15.24 metros de diámetro.

Se diseña instalar a una altura de tres metros por lo que su cobertura a esa altura será dada por el siguiente cálculo.

Diámetro a cubrir = Multiplicador * cobertura listada

Diámetro a cubrir = $0.91 * 15.24 = 13.86 \text{ m}$

Según los cálculos anteriores se diseña a utilizar los sensores con un esparcimiento menor a 13.86 m entre sensores.

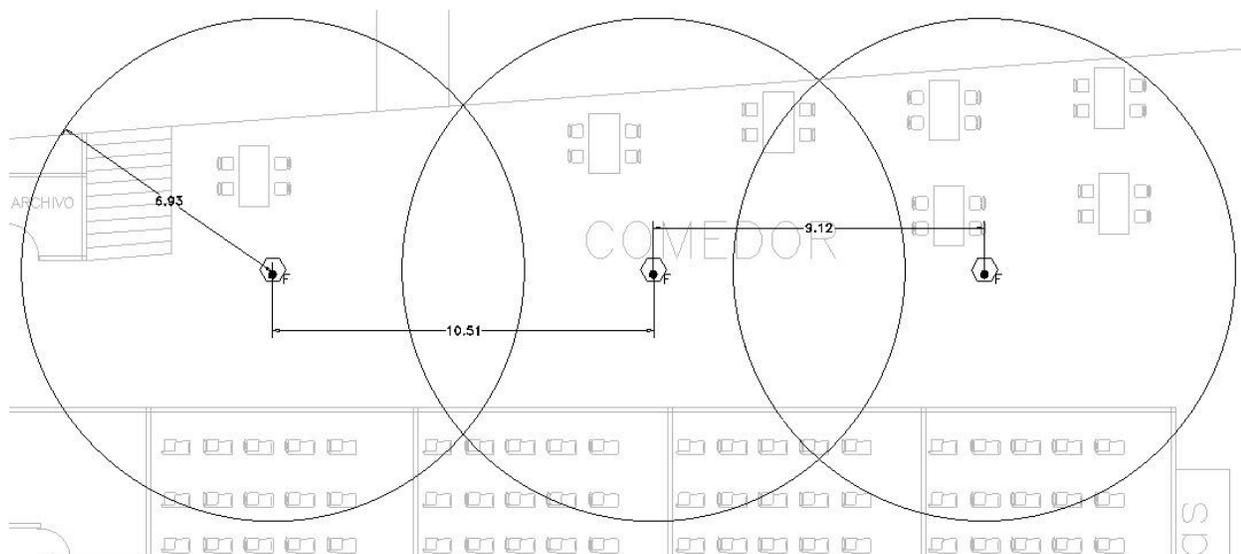


Ilustración 36. Cobertura de sensor térmico y distanciamiento en planos.

Fuente: elaboración propia.

Sensores térmicos tipo ping

El diseño propuesto se implementará con sensores térmicos tipo ping listados para su uso por un ente reconocido, para ser utilizados en áreas de cilindros exteriores, el cual alertará al sistema en caso de un incendio en el área de cilindros de gas o de altas temperaturas.

Deben instalarse junto un módulo de monitoreo, el cual recibirá la señal de contacto seco para alertar el sistema de incendios en caso de activación

Sensor de gas

Se diseña la instalación de sensores de gas en las áreas de cilindros de gas, cocinas de gas y calentador de agua de piscina a gas, con el fin de alertar el sistema ante una posible fuga a gas.

Se debe instalar sensores de gas listados para su uso por un ente reconocido, para uso exterior con certificaciones IP65, IP66 o IP67 (certificado de resistencia al agua y polvo) con un módulo de monitoreo para la recepción de señales y un módulo de relay para restablecer el sensor.

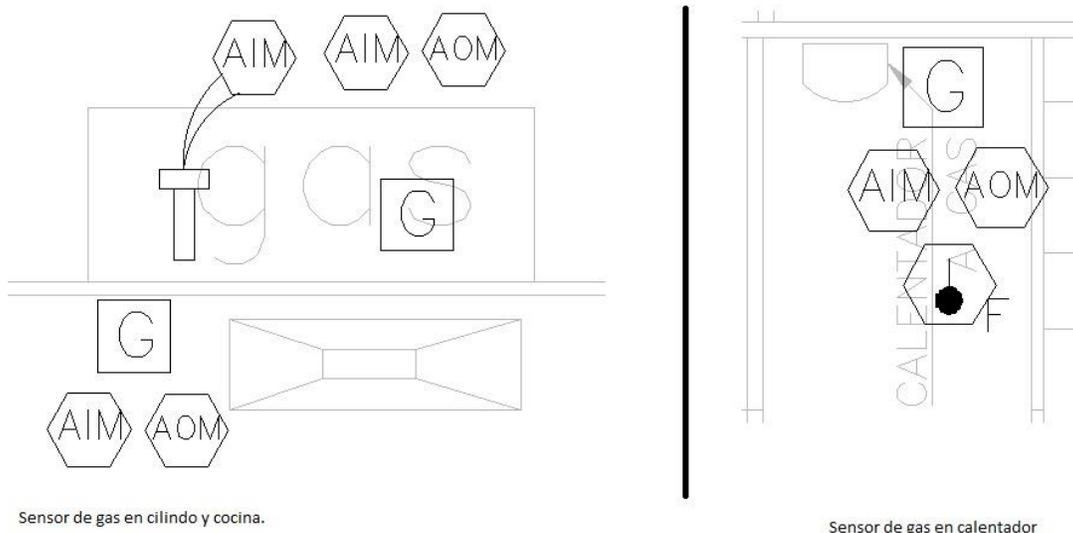


Ilustración 37. Ubicación de sensores de gas en cilindros de gas y calentador a gas

Fuente: Elaboración propia.

Módulos de Aislamiento

Se diseñará a instalar módulos de aislamiento cada 20 dispositivos y uno cuando el lazo sube o baja de nivel, para la protección del lazo SLC en caso de falla en un sector del circuito.

Módulos Supresores.

Se diseñará a instalar módulos supresores de 24 vdc cada vez que el circuito entra o sale del edificio y módulos supresores de 120 vac en la entrada de voltaje del panel y fuentes remotas.

Luces estroboscópicas con sirena.

La Luces estroboscópicas con sirena de incendio se debe diseñar y cumplir con los requerimientos del punto 2.7.2.2.4.17 del presente trabajo.

Se diseña a instalar las luces a 2.29 metros del piso terminado, con una distancia a la salida o final del corredor de 4.57 metros y con un distanciamiento entre luces estroboscópicas menor a 30.5 metros.



Ilustración 38. Distanciamiento de luces estroboscópicas con sirena en corredores

Fuente: Elaboración propia.

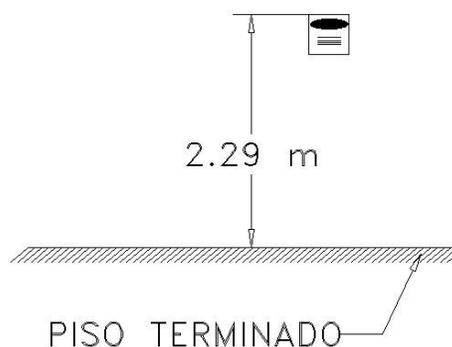


Ilustración 39. Detalles de instalación de Luz estroboscópica con sirena

Nota. Detalle de instalación de luz estroboscópica con sirena a una altura de 2.29 metros. Fuente. Elaboración propia.

Nivel sonoro requerido para una sirena en un centro educativo

Tabla 7. Típicos Niveles de Ruido en Ambiente

Area de Oficinas	55 dBA
Area Educativa o de Estudio	45 dBA
Industria Ocupada	80 dBA
Institutos de Gobierno Ocupados	50 dBA
Area Mercantil Ocupada	40 dBA
Muelles y estructuras marinas	40 dBA
Lugares de asamblea	55 dBA
Residencia Ocupada	35 dBA
Almacenes Ocupados	30 dBA
Vías de alta densidad urbana	70 dBA
Vías de media densidad urbana	55 dBA
Vías rurales o suburbanas	40 dBA
Torres de Oficinas Ocupados	35 dBA
Estructuras subterráneas y edificios sin ventanas	40 dBA
Vehículos y buques	50 dBA

Fuente: Intro to Basic Fire-SP 2014 Academia Fire-Lite

dBA= decibels donde se han filtrado las altas y bajas frecuencias

Según la NFPA 72 (2016) en el apartado 18.4.3.5.1 se requiere un nivel sonoro de al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiente.

Fórmula para nivel sonoro requerido

$$\text{Nivel sonoro requerido} = \text{Ruido ambiente} + 15 \text{ dB}$$

Según la tabla 7 el nivel sonoro ambiente de un centro educativo es de 45 dBA, por lo que el nivel mínimo requerido por sirena sería:

$$\text{Nivel sonoro requerido} = 45 \text{ dB} + 15 \text{ dB}$$

$$\text{Nivel sonoro requerido} = 60 \text{ dB}$$

dB = decibeles

Luz propuesta

Se diseñará a instalar luces estroboscópicas igual o similar a la P2RL de System Sensor la cual brinda una onda sonora de hasta 88 dBA y posee iluminación ajustable de 15, 30, 75, 95, 110, 135 y 185 candelas.

Tabla 8. Consumo de luces estroboscópica con sirena P2RL

UL Max. Current Draw (mA RMS), 2-Wire Horn Strobe, Candela Range (15–115 cd)									
DC Input	8-17.5 Volts		16-33 Volts						
	15cd	30cd	15cd	30cd	75cd	95cd	110cd	135cd	185cd
Temporal High	98	158	54	74	121	142	162	196	245
Temporal Low	93	154	44	65	111	133	157	184	235

Nota. Consumo en miliamperios de luz estroboscópica con sirena según la configuración lumínica. Fuente: System Sensor ficha técnica P2RL

Consumo de luces estroboscópicas por NAC

Según la NFPA 72 (2016) las luces estroboscópicas en corredores deben estar certificadas para no menos de 15 candelas y las luces estroboscópicas en pared en salas cerradas deben de realizarse de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 9. Luces estroboscópicas en salas

Tamaño máximo de la sala		Salida lumínica mínima requerida [intensidad efectiva (en CD)]	
		Una luz por sala	Cuatro luces por sala (una luz por pared)
En pies	En m		
20 × 20	6.10 × 6.10	15	NA
28 × 28	8.53 × 8.53	30	NA
30 × 30	9.14 × 9.14	34	NA
40 × 40	12.2 × 12.2	60	15
45 × 45	13.7 × 13.7	75	19
50 × 50	15.2 × 15.2	94	30
54 × 54	16.5 × 16.5	110	30
55 × 55	16.8 × 16.8	115	30
60 × 60	18.3 × 18.3	135	30
63 × 63	19.2 × 19.2	150	37
68 × 68	20.7 × 20.7	177	43
70 × 70	21.3 × 21.3	184	60
80 × 80	24.4 × 24.4	240	60
90 × 90	27.4 × 27.4	304	95
100 × 100	30.5 × 30.5	375	95
110 × 110	33.5 × 33.5	455	135
120 × 120	36.6 × 36.6	540	135
130 × 130	39.6 × 39.6	635	185

NA: No acceptable

Nota. Tabla de esparcimiento de luces estroboscópicas en salas según su área, ubicando 1 luz por pared. Fuente NFPA 72 (2016) apartado 18.5.5.4.1(a)

Ubicación correcta de luces estroboscópicas en salas

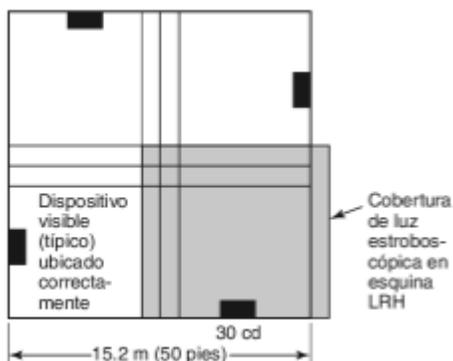


Ilustración 40. Distribución correcta de luces estroboscópicas en salas.

Fuente: NFPA 72 (2016) figura A.18.5.5.4

Distribución de luces estroboscópicas en diseño en el área de piscina (26.6 metros x 17.06 metros)

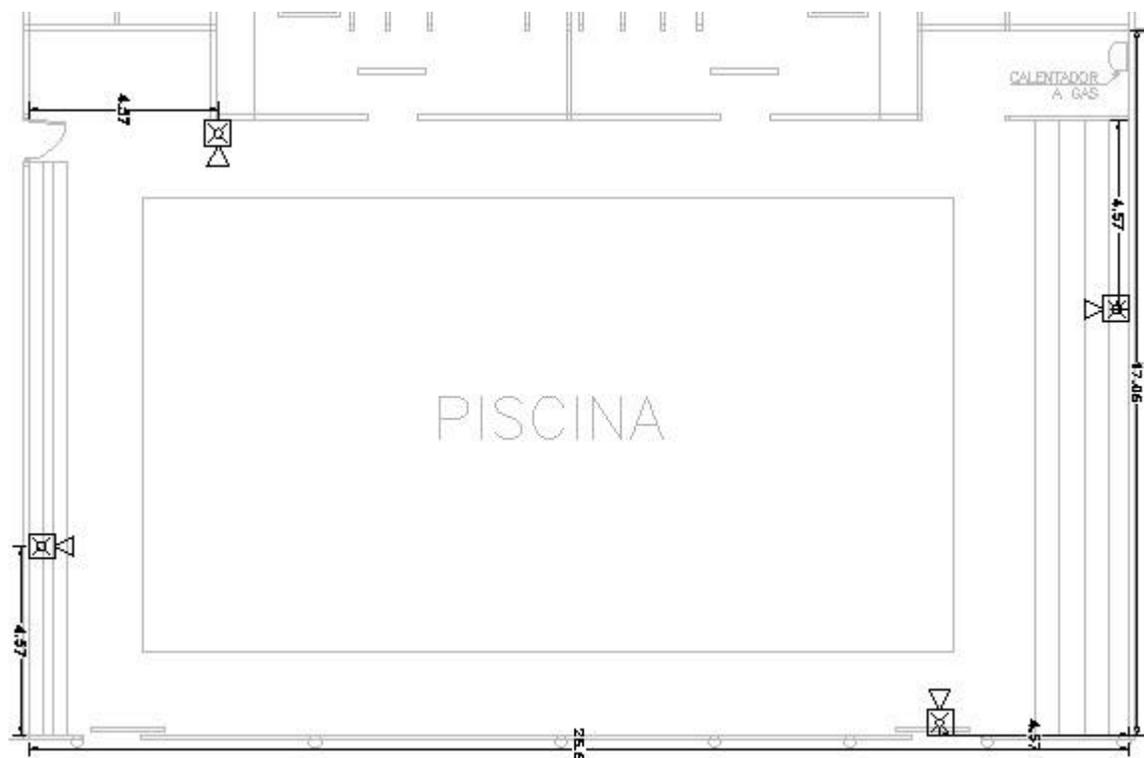


Ilustración 41. Distribución de luz estroboscópica en área de piscina

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Cálculos en amperios de consumo por NAC.

NAC 1 Luces estroboscópicas			
Unidades	Luces estroboscópicas	consumo u	Consumo total A
7	15 cd	0.054	0.378
NAC 2 Luces estroboscópicas			
Unidades	Luces estroboscópicas	consumo u	Consumo total A
8	15 cd	0.054	0.432
NAC 3 Luces estroboscópicas			

Unidades	Luces estroboscópicas	consumo A	Consumo total A
4	15 cd	0.054	0.216
4	95 cd	0.142	0.568
		Gran total A	0.784
NAC 4 Luces estroboscópicas			
Unidades	Luces estroboscópicas	consumo A	Consumo total A
6	15 cd	0.054	0.324
NAC 5 sensores de gas			
Unidades		consumo A	Consumo total A
2		0.1	0.2
NAC 6 sensores de gas			
Unidades		consumo A	Consumo total A
1		0.1	0.1

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de baterías de panel de incendio

Según lo solicitado en la NFPA 72 el sistema de alarma y detección de incendio debe mantenerse funcionado con la fuente secundaria durante 24 horas en estado normal (standby) más cinco minutos en alarma.

Tabla 11. Cálculo de baterías en panel de incendio

Consumo de equipos en Alarma			
	Unidades	Consumo en A unitario	Total de consumo en A
Panel	1	0.65	0.65
Anunciador remoto	1	0.064	0.064
Sensores de humo	53	0.0045	0.2385
Sensores térmicos	15	0.0045	0.0675
Módulos de monitoreo	7	0.005	0.035
Módulos de aislamiento	7	0.017	0.119
Módulos de relay	5	0.0065	0.0325
Estaciones manuales	20	0.005	0.1
Luces estroboscópicas NAC 1 y 2	15	0.054	0.81
		Total equipos en alarma	2.1165
		Carga 5 minutos en alarma (total * 0.84 h)	1.77786
Consumo de equipos en standby			

AH

	Unidades	Consumo en A unitario	Total de consumo en A	
Panel	1	0.25	0.25	
Anunciador remoto	1	0.064	0.064	
Sensores de humo	53	0.0002	0.0106	
Sensores térmicos	15	0.0002	0.003	
Módulos de monitoreo	7	0.00035	0.00245	
Módulos de aislamiento	7	0.00026	0.00182	
Módulos de relay	5	0.0004	0.002	
Estaciones manuales	20	0.005	0.1	
Luces estroboscópicas NAC 1 y 2	15	0	0	
Total equipos en alarma			0.43387	
Carga 24 horas standby (total *24H)			10.41288	AH
Total de fuente secundaria (Sumatoria de totales)			12.19074	
Factor de seguridad 1.2			14.628888	AH

Baterías mínimas requeridas	12 V 18 AH * 2u
-----------------------------	--------------------

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Cálculo de fuente remota de incendio

Consumo de equipos en Alarma			
	Unidades	Consumo en A unitario	Total de consumo en A
Fuente remota	1	0.002	0.002
Sensor de gas	3	0.1	0.3
Luces estroboscópicas NAC 3 y 4 a 15 cd	10	0.054	0.54
Luces estroboscópicas NAC 3 a 95 cd	4	0.142	0.568
Total equipos en alarma			1.41

		Carga 5 minutos en alarma (total * 0.84 h)	1.1844	AH
Consumo de equipos en standby				
Fuente remota	1	0.002	0.002	
Sensor de gas	3	0.065	0.195	
Luces estroboscópicas NAC 3 y 4 a 15 cd	0	0.054	0	
Luces estroboscópicas NAC 3 a 95 cd	0	0.142	0	
		Total equipos en alarma	0.195	
		Carga 24 horas stanby (total *24H)	4.68	AH
		Total de fuente secundaria (Sumatoria de totales)	5.8644	
		Factor de seguridad 1.2	7.03728	AH

Baterías mínimas requeridas	12 V 10 AH *2u
-----------------------------	----------------

Fuente: elaboración propia

Por lo que se diseñará a solicitar dos unidades de baterías de 12 voltios y 18 amperios hora para alimentar el panel de incendio y dos unidades de baterías de 12 voltios y 10 amperios hora para alimentar la fuente remota.

Cableado

Se diseñará a realizar en el lazo SLC con un cableado clase A con un cable 2x12 con blindaje, para asegurar el funcionamiento en caso de abertura en el lazo.

Se diseñará a realizar en el lazo NAC un cableado clase B con un cable 2x18 con blindaje.

Validación de calibre de cable propuesto en lazo SLC

Tabla 13. Consumo de lazo SLC en diseño propuesto

Consumo de lazo SLC			
	Unidades	Consumo en A unitario	Total de consumo en A
Sensores de humo	53	0.0045	0.2385
Sensores térmicos	15	0.0045	0.0675
Módulos de monitoreo	7	0.005	0.035
Módulos de aislamiento	7	0.017	0.119
Módulos de Relay	5	0.0065	0.0325
Estaciones manuales	20	0.005	0.1
Gran total de consumo en A			0.5925

Fuente: elaboración propia

Properties

Operating Voltage	300 Volts max.
DC Resistance	1.62 Ohms/1000' at 20°C
Capacitance	52.5 pF/ft. nom.
Impedance	29 Ohms nom.

Ilustración 42. Propiedades del cable propuesto

Fuente: ficha técnica cable 4410, Génesis Resideo.

Resistencia equivalente en metros

$$\text{Resistencia del cable} = \frac{1.62 \Omega}{1000 \text{ ft}} = 0,00162 \frac{\Omega}{\text{ft}}$$

$$\text{Resistencia del cable} = 0,00162 \frac{\Omega}{\text{ft}} * \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}} = 0,0053 \frac{\Omega}{\text{m}}$$

Distancia total de cableado 800 metros en lazo slc

Cálculo de resistencia del cable en lazo SLC

Al cable estar formado por dos líneas se debe multiplicar la distancia por dos para obtener la resistencia total del cableado

$$\text{Resistencia total del cable} = 0,0053 \frac{\Omega}{m} * 2 * 800 m = 8,48 \Omega$$

Caída de voltaje en lazo SLC

$$\text{voltaje} = \text{corriente de equipos en lazo slc} * \text{resistencia del lazo}$$

$$V = 0,59 A * 8,48 \Omega = 5 v$$

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Voltage range: 15 - 32 volts DC peak

Ilustración 43. Voltaje de operación equipos

Fuente: ficha técnica FSP-951 Notifier

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

- Primary input power:
 - NFS-320: 120 VAC, 50/60 Hz, 5.0 A.
 - NFS-320E: 220/240 VAC, 50/60 Hz, 2.5 A.
- Current draw (standby/alarm):
 - NFS-320(E) board: 0.250 A. Add 0.035 A for each NAC in use.
 - KDM-R2 (Backlight on): 0.100 A.
- Total output 24 V power: 6.0 A in alarm.

Ilustración 44. Especificación eléctrica panel propuesto

Fuente: ficha técnica NFS-320 Notifier

Voltaje total entregado

$$v = v \text{ total panel} - v \text{ caída}$$

$$v = 24 vdc - 5 vdc = 19 vdc$$

Por lo tanto, el cable propuesto para el lazo SLC va a mantener el equipo operativo según el consumo mínimo requerido por los equipos (ver ilustración 43).

Validación de calibre de cable propuesto en lazo NAC

Properties

Operating Voltage	300 Volts max.
DC Resistance	6.52 Ohms/1000' at 20°C
Capacitance	58.9 pF/ft. nom.
Impedance	32 Ohms nom.

Ilustración 45. Propiedades del cable propuesto NAC

Fuente: Ficha técnica cable 4602, Genesis Resideo.

Resistencia equivalente en metros

$$\text{Resistencia del cable} = \frac{6.52 \Omega}{1000 \text{ ft}} = 0,00652 \frac{\Omega}{\text{ft}}$$

$$\text{Resistencia del cable} = 0,00652 \frac{\Omega}{\text{ft}} * \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}} = 0,021 \frac{\Omega}{\text{m}}$$

Tabla 14. Cálculo de voltajes totales por NAC

	Distancia de cable (m) x 2	Consumo (A) tabla 10	Resistencia cable Ω/m	Resistencia de cable por NAC Ω/m	caída de voltaje (v)	Voltaje total entregado
NAC 1	220	0.378	0.021	4.62	1.74636	22.25364
NAC 2	374	0.432	0.021	7.854	3.392928	20.607072
NAC 3	360	0.784	0.021	7.56	5.92704	18.07296
NAC 4	320	0.324	0.021	6.72	2.17728	21.82272
NAC 5	85	0.2	0.021	1.785	0.357	23.643
NAC 6	55	0.1	0.021	1.155	0.1155	23.8845

Fuente: elaboración propia

Voltaje total entregado = 24 v - caída de voltaje (v)

Voltaje de operación de luz estroboscópica con sirena es de 16 hasta 33 vdc según tabla 8, por lo tanto, la caída de voltaje no afecta la operación de la luz estroboscópica con sirena con el cable propuesto.

Matriz de funcionamiento de panel de incendio

Tabla 15. Matriz para programación panel de incendio

MATRIZ DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ALARMA Y DETECCIÓN				Salidas del Sistema											
				Anunciación en Panel Principal						Notificación					
COLEGIO EDUCATIVO NUEVA ESPERANZA				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Activar indicadores visuales de señal de Alarma</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Activar señal Audible de Alarma</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Activar indicadores visuales de señal de Problema</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Activar señal Audible Problema</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Activar indicadores visuales de señal de Supervisión</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Previsión 1</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Previsión 2</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Activación de luces estroboscópicas</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Activación de sirena en baños discapacitados</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Previsión 1</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Previsión 2</div> </div>											
				LN	Entradas del Sistema		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Estación Manual	Nivel 1	●	●							●				1
2		Nivel 2	●	●								●			
3	Detectores Fotoeléctricos	Nivel 1	●	●							●				3
4		Nivel 2	●	●								●			4
5	Detectores Térmicos	Nivel 1	●	●							●				5
6		Nivel 2	●	●								●			6
7	Sensores de GAS	Nivel 1	●	●							●				7
8		Nive 2	●	●								●			8
9	Falla de alimentación AC				●	●									9
10	Falla de Batería Baja				●	●									10
11	Circuito Abierto				●	●									11
12	Falla a Tierra				●	●									12
13	Falla en Fuente Remota				●	●									13
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	

Fuente: elaboración propia.

Ver diseño de plano en anexo D

3.4 Diseño de sistema de supresión por medio de extintores

Se debe cumplir en el diseño con lo estipulado en el presente trabajo en el punto 2.7.2.2.6.1.1 Instalación.

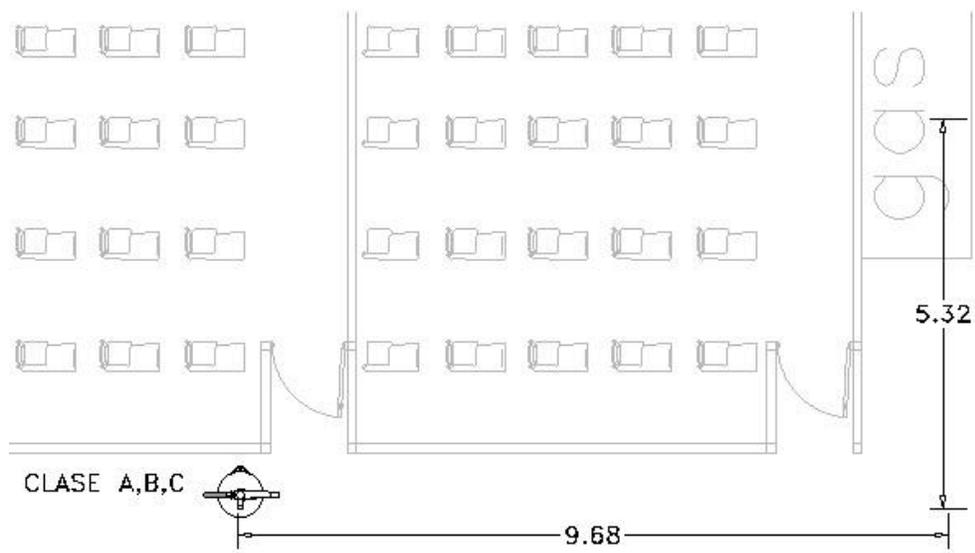


Ilustración 46. Diseño de instalación de extintor en área clase B

Fuente: Elaboración propia

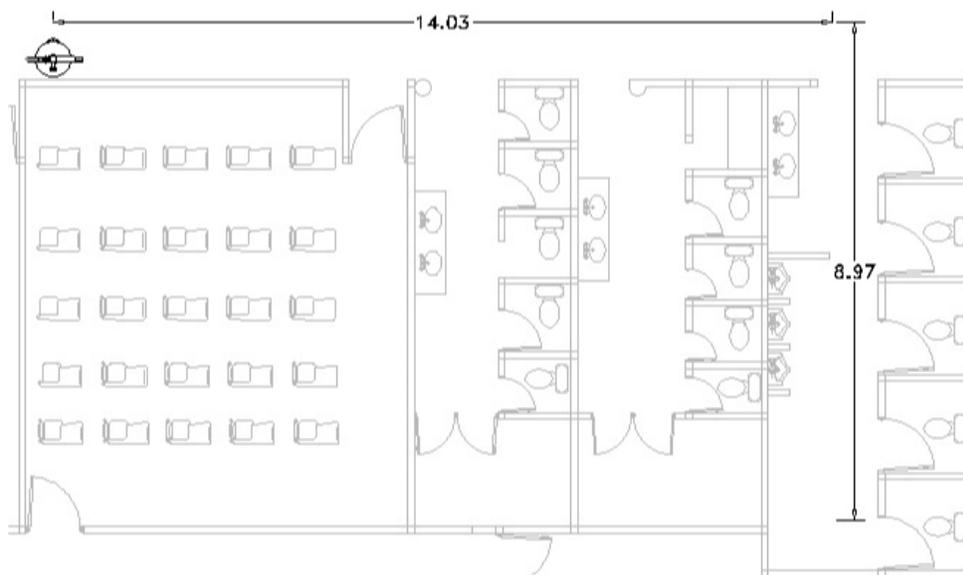


Ilustración 47. Diseño de instalación de extintor en área clase A

Fuente: Elaboración propia

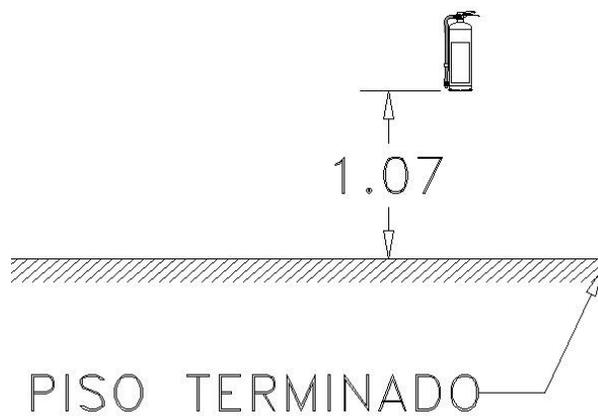


Ilustración 48. Detalle de instalación de extintor en pared

Fuente: Elaboración propia

Ver diseño de plano en anexo D

CONCLUSIONES.

Se debe estar en constante actualización ante las nuevas regulaciones del ente regulador en cuanto a los requisitos mínimos de un plan básico, y realizar las mejoras para el cumplimiento de estas que puedan ofrecer un ambiente seguro a los ocupantes y visitantes de la institución.

Se debe capacitar al personal del Colegio Educativo Nueva Esperanza de la importancia de un plan básico de incendio, que les permita conocer acerca de los distintos sistemas con el fin de que puedan implementarlos y utilizarlos en caso de emergencia.

La implementación del diseño propuesta proveerá de mayores recursos al Colegio Educativo Nueva Esperanza, adecuándose a los actuales requisitos mínimos establecidos en el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020) desde el área electromecánica, por lo que se deberá realizar un nuevo estudio desde el área civil completando la propuesta requerida para el cumplimiento total de la Ley de la Republica 8228 por ende con el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020).

RECOMENDACIONES.

Aplicar los diseños propuestos para el cumplimiento desde el área electromecánica con la Ley 8228 y del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio lo cual proveerá mayores herramientas que ayudarán a actuar ante una emergencia.

Contratar un Ingeniero Civil para que realice la evaluación y diseños de obra civil que se requieran para cumplir en la totalidad con la Ley de la República 8228 y con el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio (2020).

Estar en constante actualización con las leyes y reglamentos, realizar las mejoras necesarias para adecuarse a las nuevas regulaciones evitando rezagos.

Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo adecuado a los equipos actuales y nuevos a implementar, evitando deterioros y daños que puedan afectar su función.

En caso de futuras ampliaciones se debe de revalorar los diseños y verificar si se requiere añadir nuevos sistemas de protección contra incendios.

Se recomienda realizar una inspección a las tuberías de gas y a los circuitos eléctricos para validar que se encuentren en buenas condiciones para su operación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguillón León, I. (2011). Código de ética moral y calidad de vida del trabajador social. Editorial Miguel Ángel Porrúa. <https://elibro.utn.elogim.com/es/lc/biblioutn/titulos/41225>
- Barrantes Echeverría, R. (2014) Un camino al conocimiento. Un Enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto. ISBN 978-9968-31-984-3
- Barreneche, R. O. (2020). Protección y seguridad contra incendio. 1. Editorial Nobuko. <https://elibro.utn.elogim.com/es/lc/biblioutn/titulos/218383>
- Bomberos de Costa Rica (2020) Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio. Recuperado el 26 de abril del 2022 de <https://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2020/11/Reglamento-Nacional-de-Proteccion-Contra-Incendios-VF.pdf>
- Bomberos de Costa Rica (2022) Investigación de incendios 2021 https://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2022/05/Estadisticas-de-Incendios_diciembre_2021_Absoluto.pdf
- Centro Educativo Bilingüe New Hope (2021) Quienes Somos. <https://complejonewhope.co.cr/quienes-somos/>
- Ditek (2020) DTK-2MHLPB Series Data Sheet. <https://www.diteksurgeprotection.com/downloads?task=download.send&id=160&catid=17&m=0>
- Ditek (2022) DTK-HW Series Data Sheet. <https://www.diteksurgeprotection.com/downloads?task=download.send&id=184&catid=17&m=0>
- Google Maps (2022) Ubicación New Hope <https://www.google.co.cr/maps/@10.0264306,-84.163026,162m/data=!3m1!1e3?hl=es-419>
- Ocampo Hurtado, J. G. (2020). Fuego, arquitectura y ciudad. Editorial Universidad Nacional de Colombia. <https://elibro.utn.elogim.com/es/lc/biblioutn/titulos/190730>
- Ojeda, R. (2007). Las técnicas de investigación: manual para estudiantes de secundaria. Ediciones y Gráficos Eón. <https://elibro.utn.elogim.com/es/lc/biblioutn/titulos/121650>

- Procuraduría General de la República (2002) Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Recuperado el 26 de abril del 2022 de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=48308&nValor3=51437&strTipM=TC
- Real Academia Española (2022) definición de fuego. <https://dle.rae.es/fuego>
- Real Academia Española (2022) definición de incendio. <https://dle.rae.es/incendio?m=form>
- Real Academia Española (2022) definición de humo. <https://dle.rae.es/humo?m=form>
- Resideo (2018) Cable de incendio 4602. <https://www.resideo.com/us/en/pro/products/wire-cable/fire-life-safety/fire-alarm/46021004-18-awg-2c-sol-shielded-plenum-red-1000-ft-reel-46021004/#specifications>
- Resideo (2018) Cable de incendio 4410. <https://www.resideo.com/us/en/pro/products/wire-cable/fire-life-safety/fire-alarm/44101004-12-awg-2c-sol-shielded-riser-red-1000-ft-reel-44101004/>
- Honeywell Notifier (2020) NFS-320 Data Sheet. <https://www.securityandfire.honeywell.com/notifier/en-us/browseallcategories/control-panel/onyx-series/nfs-320>
- Honeywell Notifier (2022) FDU-80 Specifications. <https://www.securityandfire.honeywell.com/notifier/en-us/browseallcategories/annunciators-communicators/annunciators/fdu-80>
- Honeywell Notifier (2020) FSP-951 Series Intelligent Plug-In Photoelectric Smoke Detectors. <https://www.securityandfire.honeywell.com/notifier/en-us/browseallcategories/fire-alarm-peripheral-devices/intelligent-devices/951-series-photoelectric-smoke-detectors>
- Honeywell Notifier (2019) FST-951 Series Intelligent Thermal (Heat) Detectors <https://www.securityandfire.honeywell.com/notifier/en-us/browseallcategories/fire-alarm-peripheral-devices/intelligent-devices/951-series-thermal-heat-detectors>
- Honeywell Notifier (2015) Monitor Modules with FlashScan Data Sheet. <https://www.securityandfire.honeywell.com/notifier/en-us/browseallcategories/fire-alarm-peripheral-devices/intelligent-modules/fmm-1 fmm-101 fzm-1 fdm-1>

- Honeywell Notifier (2015) ISO-X(A) Fault Isolator Module Data Sheet. https://www.securityandfire.honeywell.com/notifier/en-us/browseallcategories/fire-alarm-peripheral-devices/intelligent-modules/iso-x_iso-6
- Olympia electronics (2017) User Manual BS-685 https://www.olympia-electronics.com/sites/default/files/921686000_09_017.pdf
- Sylvania (2020) EMERGENCIA-LED-E-40 <https://sylvaniacostarica.com/wp-content/uploads/P24255-EMERGENCIA-LED-E-40.pdf>
- System Sensor (2017) Indoor Output Horns, Strobes, and Horn Strobes for Wall Applications Data Sheet. <https://buildings.honeywell.com/us/en/products/by-category/fire-life-safety/notification-appliances/combination-strobes/l-series-2-wire-wall-horn-strobe>

GLOSARIO

Ley de la república N°8228

Es la Ley de la Republica de Costa Rica que es decretada como Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica que establece la facultad del Consejo Directivo del Cuerpo de Bomberos para emitir reglamentación técnica para las edificaciones.

Artículo 66 Decreto N°37615-MP

Publicado en la Gaceta 5 de abril del 2013. Adopción de la normativa de la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés). El Cuerpo de Bomberos adopta la totalidad de las normas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés), organismo internacional especializado en materia de prevención, seguridad humana y protección contra incendios.

Dichas normas serán de acatamiento obligatorio en el diseño de nuevas edificaciones, edificios existentes, remodelación de edificios, cambio de uso, diseño e instalación de sistemas contra incendios, tanto de protección activa como pasiva.

Artículo 67 Decreto N°37615-MP

Publicado en la Gaceta 5 de abril del 2013. Excepciones a la normativa de la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés). Con fundamento técnico o legal, el Cuerpo de Bomberos definirá las excepciones de aplicación de aquellas normas o parte de ellas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés), cuyo contenido no sea posible aplicar en el país.

Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio

Es un reglamento de Bomberos de Costa Rica que es de acatamiento obligatorio para todo diseño de nuevas edificaciones, edificios existentes, remodelaciones de edificios, cambio de uso, diseño e instalación de sistemas de protección contra incendios tanto de protección pasiva como activa, sea este temporal o permanente.

National Fire Protection Association (NFPA)

La NFPA es una organización sin fines de lucro, fundada en 1896 con el objetivo de eliminar muertes, lesiones, pérdidas económicas y de propiedad debido a incendios, peligros eléctricos y otros peligros relacionados.

Lo realiza mediante la creación de normas donde brinda información y conocimiento que pueden implementarse para reducir el riesgo ante una emergencia.

NFPA 101 Código de Seguridad Humana

Código creado para la proteger las personas en fusión de las características de construcción, protección y ocupación del edificio que minimizan los efectos del fuego y los peligros.

NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.

Código creado para brindar los requisitos para la implementación de un sistema de alarma de incendio.

ANEXOS

Matriz de congruencia

Fuente: Elaboración propia, 2022

Título	Problema	Objetivo General	Objetivos Específicos	Categorías o variables	Pregunta
Diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicada en San Juan de Santa Bárbara de Heredia.	¿Cuáles son los elementos que se deben integrar en un plan básico de incendios para la creación de un diseño?	Crear una propuesta de diseño de un plan básico de incendio a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza, ubicada en San Juan de Santa Bárbara de Heredia.	Diagnosticar la importancia de la aplicación de un plan básico de incendio en la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza.	Importancia	¿Cuál es la importancia de la implementación de un plan básico de incendio?
			Analizar qué elementos componen un plan básico de incendio.	Elementos	¿Cuáles son los elementos que componen un plan básico de incendio?
			Realizar un diseño de un plan básico de incendios a la institución Colegio Educativo Nueva Esperanza	Diseño de un plan básico	¿Cómo crear el diseño de un plan básico de incendio?

PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE

Procure aplicar un método alternativo/más seguro, si existe esa posibilidad.

Antes de comenzar con el trabajo en caliente, asegúrese de que se han tomado las debidas precauciones, según lo requerido en NFPA 51B y ANSI Z49.1. Asegúrese de que haya un extintor portátil apropiado fácilmente disponible.

Se requiere este permiso para trabajo en caliente para cualquier operación con llama abierta o en la que se generen calor y/o chispas. Entre estos trabajos se incluyen, aunque no de manera limitada, soldadura, soldadura no ferrosa, corte, pulido, descongelamiento de tuberías, aplicación de techos mediante soplete o soldadura química.

Fecha _____	Trabajo en caliente hecho por <input type="checkbox"/> empleado <input type="checkbox"/> contratista
Ubicación/edificio y piso _____	Nombre (en imprenta) y firma de la persona que hace el trabajo en caliente _____
Trabajo a llevar a cabo _____	Verifico que la ubicación arriba mencionada ha sido examinada, se han tomado las precauciones indicadas en la lista de verificación abajo incluida y se otorga el permiso para este trabajo.
Hora de inicio _____ Hora de finalización _____	Nombre (en imprenta) de la persona a cargo de la autorización del permiso (PAP) _____
ESTE PERMISO TIENE VALIDEZ SOLAMENTE POR UN DÍA	

- Los rociadores, chorros de manguera y extintores disponibles están en servicio y son operativos.
- Los equipos para trabajos en caliente están en buenas condiciones de funcionamiento de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Permiso especial obtenido para llevar a cabo trabajos en caliente en recipientes de metal o tuberías revestidas de caucho o plástico.

Requisitos dentro de 35 pies (11 m) del trabajo en caliente

- Líquidos inflamables, polvos, pelusas y depósitos oleosos eliminados.
- Atmósfera explosiva en el área eliminada.
- Pisos barridos, limpios y desechos eliminados.
- Pisos combustibles mojados o cubiertos con arena húmeda o materiales resistentes al fuego/no combustibles o su equivalente.
- Personal protegido contra descargas eléctricas cuando los pisos están mojados.
- Otros materiales de almacenamiento combustibles eliminados o cubiertos con materiales listados o aprobados (almohadillas, mantas o cortinas para soldadura; lonas resistentes al fuego), protectores metálicos o materiales no combustibles.
- Todas las aberturas de muros y pisos están cubiertas.
- Conductos y transportadores que podrían trasladar chispas hacia materiales combustibles distantes están cubiertos, protegidos o interrumpidos.

Requisitos para trabajos en caliente en muros, cielorrasos o techos

- La construcción es no combustible y no tiene cubiertas ni aislamientos combustibles.
- Se retira el material combustible del otro lado de muros, cielorrasos o techos.

Requisitos para trabajos en caliente en equipos con cerramientos

- Se limpia todo el combustible de los equipos con cerramientos.
- Se purgan los líquidos/vapores inflamables de los contenedores.
- Los recipientes, tuberías y equipos presurizados son puestos fuera de servicio, aislados y ventilados.

Requisitos para guardia de incendios y monitoreo de incendios de trabajos en caliente

- Se provee un guardia de incendios durante el trabajo en caliente y por un período mínimo de 1 hora posterior, incluso durante cualquier actividad que se efectúe durante el período de descanso.
- El guardia de incendios está provisto de extintores adecuados y, donde sea factible, de una pequeña manguera cargada.
- El guardia de incendios está capacitado en el uso de los equipos y en activación de alarmas.
- Puede requerirse un guardia de incendios en las áreas adyacentes, superiores e inferiores.
- Sí No Según PAP/guardia de incendios, se ha extendido el monitoreo del área del trabajo en caliente a más de 1 hora.

© 2018 National Fire Protection Association

NFPA 51B



© 2020 National Fire Protection Association. Este formulario puede ser copiado para uso individual excluyendo reventa. No puede copiarse para venta o distribución comercial

Ilustración 49. Hoja para permiso de trabajo

Fuente: Control de fuentes de ignición, NFPA (2018) 51B.

Planos

Planos del sistema de iluminación de emergencia.



PLANOS
ILUMINACIÓN DE EM

Planos de señalización de salidas.



PLANOS DE
ROTULACIÓN DE SA

Planos de clasificación de áreas para control de fuentes de ignición.



PLANOS
CLASIFICACIÓN DE Á

Planos de sistema de detección y alarma de incendio.



PLANOS ALARMA Y
DETECCIÓN INCEND

Planos de sistema de supresión por medio de extintores.



PLANOS UBICACIÓN
DE EXTINTORES.pdf

HOJA GUARDA

Hoja blanca para proteger la última hoja del trabajo.