



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

MÉNDEZ MÉNDEZ IRMA LORENA

PONCE GIL ROBERTO ANTONIO

TUTOR:

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD IVÁN, MSc.

La Libertad, Ecuador

2021

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

MÉNDEZ MÉNDEZ IRMA LORENA

PONCE GIL ROBERTO ANTONIO


TUTOR:

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD IVÁN, MSc.

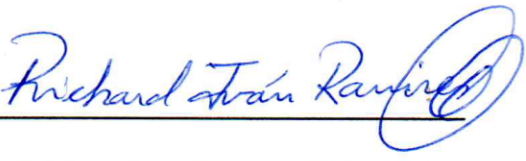
La Libertad, Ecuador

2021

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Jonny Raúl Villao Borbor, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Raúl Andrés Villao Vera, MSc.

DIRECTOR ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcivar, Mg.

SECRETARIA DEL TRIBUNAL

Esta tesis está dedicada:

A Dios quien me supo dar fortaleza, me ha guiado por el camino correcto, me ha dado salud, todos los días bendice mi vida con la gran oportunidad de estar y disfrutar junto a los seres que amo y me aman.

A mis padres **Oscar** y **Yolanda** quienes han sido un pilar fundamental en mi vida, gracias por haberme inculcado el ejemplo de esfuerzo, dedicación y valentía en cada situación adversa que se ha presentado en el camino.

A mi pareja **Roberto Ponce** por estar siempre a mi lado dándome su cariño, paciencia, por siempre creer en mí y en mi capacidad, por estar siempre a mi lado a pesar de las dificultades que muchas veces se han presentado. Te agradezco y te la dedico.

A mis hermanos **Julio, Nelcy, Brian y Doménica** por siempre mostrarme su cariño, aprecio y apoyo incondicional, por estar siempre presentes en mi vida, demostrando que ante cualquier dificultad siempre debemos estar firmes, unidos y agradecidos.

Familia, amigos y demás personas especiales en mi vida, seres que han sido muy importantes en muchas circunstancias como persona, ustedes son lo mejor y más valioso que Dios y la vida me ha entregado.

Irma Lorena Méndez Méndez

Dedico este trabajo:

Principalmente a Dios por bendecirme, cuidarme y brindarme buena salud a diario, por darme fuerzas y sabiduría para saber sobrellevar las adversidades y cumplir con mi meta.

A mi padre Camilo Ponce M. y mi madre Juanita Gil V., por el amor, la paciencia y el apoyo incondicional tanto económico como emocional durante lo que llevo de vida para poder alcanzar cada meta que me propongo y saberme guiar por el camino del bien.

A mis hermanos Camilo Alfredo y Luis Miguel, por el apoyo y sabios consejos que me han dado siempre, por ser guías y ejemplo en mi vida.

A mi pareja sentimental Irma Méndez M., por impulsarme a ser mejor y crecer profesionalmente cada día, por apoyarme y estar siempre incondicionalmente.

A toda mi familia en general en especial a mi Tío Sixto Gastón Gil Villavicencio, quien siempre está pendiente y apoyándome para que salga adelante.

A los que ya no están entre nosotros y me siguen apoyando desde el cielo, siempre los llevo en el corazón y en mis pensamientos.

Roberto Antonio Ponce Gil

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA”**, elaborado por los estudiantes **IRMA LORENA MÉNDEZ MÉNDEZ** y **ROBERTO ANTONIO PONCE GIL**, egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**, de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 4% de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

f. 

Ing. Richard Iván Ramírez Palma, MSc.

C.I. 0912246451

DOCENTE TUTOR

Document Information

Analyzed document	IRMA Y ROBERTO (TESIS).docx (D126008043)
Submitted	2022-01-24T19:20:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	antoniopg20@gmail.com
Similarity	4%
Analysis address	rramirez.upse@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA / ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIE NTE A LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS NORMAS NEC 2 014 Y NFPA..docx Document ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIE NTE A LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS NORMAS NEC 2 014 Y NFPA..docx (D51621955) Submitted by: rramirez@upse.edu.ec Receiver: rramirez.upse@analysis.arkund.com		1
SA	GOYA_JOFFRE_TRABAJO_TITULACIÓN_SANITARIA_AGOSTO_2019.docx Document GOYA_JOFFRE_TRABAJO_TITULACIÓN_SANITARIA_AGOSTO_2019.docx (D54841519)		1
SA	1600798128_TESIS - Rediseño de sistema contra incendio para empresa de camaron.pdf Document 1600798128_TESIS - Rediseño de sistema contra incendio para empresa de camaron.pdf (D79668451)		5
SA	CarlosGarvan2015MedidasdeSeguridadenlaIndustriaEnvasadoradeCilindrosdeGasLicuadodePetroleo.pdf Document CarlosGarvan2015MedidasdeSeguridadenlaIndustriaEnvasadoradeCilindrosdeGasLicuadodePetroleo.pdf (D34863501)		2
SA	TESIS DE POST GRADO DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA EL CENTRO COMERCIAL BATAN SHOPPING PERTENECIENTE A LA EMPRESA PIEDRA HUASI S.A CRISTIAN FLORES.pdf Document TESIS DE POST GRADO DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA EL CENTRO COMERCIAL BATAN SHOPPING PERTENECIENTE A LA EMPRESA PIEDRA HUASI S.A CRISTIAN FLORES.pdf (D42451354)		12
SA	1546664049_899__Proyecto_2.pdf Document 1546664049_899__Proyecto_2.pdf (D46522156)		1
SA	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA / Estudio de Diseño de Sistema Contra Incendio Teatro UPSE.docx Document Estudio de Diseño de Sistema Contra Incendio Teatro UPSE.docx (D51675942) Submitted by: manuely11@hotmail.com Receiver: rramirez.upse@analysis.arkund.com		1
W	URL: https://www.contraincendio.com.ve/area-de-cobertura-de-rociadores/ Fetched: 2022-01-24T19:21:00.0000000		1


SA	GOYA_JOFFRE_TRABAJO_TITULACIÓN_SANITARIA_AGOSTO_2019.docx Document GOYA_JOFFRE_TRABAJO_TITULACIÓN_SANITARIA_AGOSTO_2019.docx (D54837761)		1
SA	TESIS JFVC.docx Document TESIS JFVC.docx (D63671046)		2
W	URL: https://bascomex.com/products/codo-de-45-cem-x-cem-pvc-c40 Fetched: 2022-01-24T19:20:26.6030000		1

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **IRMA LORENA MÉNDEZ MÉNDEZ** y **ROBERTO ANTONIO PONCE GIL**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**, Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

f. 

Irma Lorena Méndez Méndez

Autor de Tesis

C.I. 0302723051

f. 

Roberto Antonio Ponce Gil

Autor de Tesis

C.I. 2400111361

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Richard Iván Ramírez Palma, MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA**”, previo a la obtención del Título de INGENIERO CIVIL elaborado por la Srta. IRMA LORENA MÉNDEZ MÉNDEZ y el Sr. ROBERTO ANTONIO PONCE GIL, egresados de la CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL, Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

f. 

Ing. Richard Iván Ramírez Palma, MSc.

C.I. 0912246451

DOCENTE TUTOR

CERTIFICACIÓN DEL GRAMATÓLOGO

Certificación de Gramatólogo

Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES

Magíster En Diseño Y Evaluación

De Modelos Educativos

La Libertad, enero 20 de 2022.

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de Ingeniero Civil de **MÉNDEZ MÉNDEZ IRMA LORENA y PONCE GIL ROBERTO ANTONIO**, cuyo tema es: **“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA”** me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Lic. Alexi Herrera R. MSc.

Docente de Español A: Literatura

Cel: 0963143788

e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

AGRADECIMIENTO

Gratitud a Dios por iluminar mi mente, por permitir estar en mi camino a la gente que han sido de soporte y compañía en todo mi periodo estudiantil. Él ha sido quien guía mi vida y quien me protege en todo momento, gracias a mi familia por el apoyo brindado en cada paso que doy, en especial en este logro, gracias por creer en mí, gracias a la vida por cada día enseñarme lo maravillosa y justa que es, no ha sido fácil, pero gracias a las experiencias de cada día hasta lo más complicado se puede llegar a cumplir, gracias a mis padres **Oscar y Yolanda** quienes fueron mis formadores desde que nací, todo su esfuerzo por inculcarme el bien se ven reflejados en cada paso que doy, gracias por motivarme hasta en mis peores momentos a salir adelante, gracias a mi pareja **Roberto** por ser tan comprensivo y paciente, por brindarme su amor y cariño, agradezco contar con su compañía porque hasta los peores momentos son más fáciles de sacarlos adelante, gracias por tus buenos deseos y anhelos para conmigo.

Agradezco a mis profesores y demás personas que fueron parte de este proceso de formación, quienes con sus valiosos conocimientos lograron brindar grandes aportes para mi crecimiento como profesional.

Gracias al Cuerpo de Bomberos del Cantón La Libertad, GAD del Cantón La Libertad, Aguapen-EP y Administrador del centro comercial Buenaventura Moreno por su predisposición para la realización de la prueba operativa y de presión del sistema contra incendios del centro comercial y por la información proporcionada para la elaboración del presente trabajo.

Gracias a la Ing. Mónica Burgos quien con sus conocimientos y experiencia contribuyo a la conclusión de esta tesis estando siempre dispuesta a brindar su apoyo.

Finalmente quiero agradecer al Ing. Richard Ramírez, quien colaboro con su experiencia, conocimiento y enseñanza para que este trabajo se lleve a cabo.

GRACIAS A TODOS.

Irma Lorena Méndez Méndez

AGRADECIMIENTO

Mi total agradecimiento a todo el personal que conforma la facultad de Ciencias de la Ingeniería y en especial a los que forman parte de la carrera de Ingeniería Civil quienes me guiaron durante todo el proceso de estudio.

Al Ing. Richard Iván Ramírez Palma, quien compartió sus conocimientos y nos dedicó tiempo extra para guiarnos y orientarnos profesionalmente en el presente trabajo.

A mi compañera de tesis Irma Lorena Méndez Méndez, por su paciencia, tiempo, predisposición y excelente desenvolvimiento en la creación de este trabajo de titulación.

A las entidades públicas GAD La Libertad, AGUAPEN y al administrador del C.C. Buenaventura Moreno Lic. Fabrizio Sánchez, quienes nos dieron un fácil acceso a la información para la realización de este trabajo.

A quienes conforman el Cuerpos de Bomberos del Cantón La Libertad administrativos y tropa, por su colaboración y ayuda en el proceso de inspección y prueba del sistema contra incendios actual del centro comercial.

Finalmente, a todas las personas que estuvieron pendientes y apoyándome durante mi proceso educativo.

Roberto Antonio Ponce Gil

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TABLA DE CONTENIDO	xii
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE TABLAS	xvii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de Investigación	3
1.2. Antecedentes	5
1.2.1. Ubicación Geográfica del Centro Comercial Buenaventura Moreno	7
1.3. Hipótesis.....	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
1.5. Justificación.....	9
1.6. Alcance.....	10
1.7. Variables	11
1.7.1. Variable Independiente	11
1.7.2. Variable Dependiente.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1. Aspectos del Fuego	12
2.1.1. Fuego.....	12
2.1.2. Calor.....	12
2.1.3. Llama.....	12
2.1.4. Incendio.....	12
2.1.5. Conato de Incendio	12
2.1.6. Elementos del fuego.....	13
2.2. Reacciones en Cadena.....	14
2.3. Clases de Fuego.....	14
2.3.1. Fuego Clase A	14
2.3.2. Fuego Clase B	14
2.3.3. Fuego Clase C	15
2.3.4. Fuego Clase D	15
2.3.5. Fuego Clase K.....	15
2.4. Clases de Fuego.....	16
2.4.1. Elementos del Triángulo del Fuego	16
2.5. Clases de Fuego.....	16
2.5.1. Riesgo Ligero.....	17
2.5.2. Riesgo Ordinario	17
2.5.3. Riesgo Extra.....	17

2.6.	Tipos de Extintores Según su Agente Exterior	18
2.6.1.	Extintores de Agua.....	18
2.6.2.	Extintores de Espuma.....	18
2.6.3.	Extintores de Polvo	18
2.6.4.	Extintores de CO2.....	18
2.7.	Uso de Extintores	19
2.8.	Definición de un Sistema Contra Incendios.....	19
2.8.1.	Tipos de Protección Contra Incendios	20
2.9.	Esquema de Gestión del Diseño de Protección Contra Incendios	22
2.10.	Diseño de la Seguridad Contra Incendios	23
2.11.	Tipos de Sistemas de Detección y Alarma Contra Incendio.....	24
2.11.1.	Convencionales	24
2.11.2.	Inteligentes	24
2.12.	Componentes de un Sistema de Alarma Contra Incendio.....	24
2.12.1.	Panel de Control Direccionable	24
2.12.2.	Panel de Control Direccionable	25
2.12.3.	Dispositivos Anunciadores Direccionales.....	26
2.13.	Medios de Egreso.....	26
2.13.1.	Iluminación de los Medios de Egreso	27
2.13.2.	Iluminación de los Medios de Egreso	28
2.14.	Medios de Extinción	33
2.14.1.	Enfriamiento.....	33
2.14.2.	Sofocación.....	33
2.14.3.	Segregación.....	33
2.14.4.	Eliminación	33
2.15.	Elementos Usados para la Extinción de Incendios	34
2.15.1.	Gabinetes Contra Incendios	34
2.15.2.	Hidrantes	35
2.15.3.	Válvulas.....	35
2.15.4.	Tuberías.....	37
2.15.5.	Bomba Contra Incendio	37
2.15.6.	Rociadores Automáticos	38
2.15.7.	Siamesa	39
2.16.	Clasificación de Riesgos según Ocupación.....	39
2.16.1.	Riesgo Extra-1.....	39
2.16.2.	Riesgo Extra-2.....	39
2.16.3.	Riesgo Leve.....	40
2.16.4.	Riesgo Ordinario 1	40
2.16.5.	Riesgo Ordinario 2	40
2.17.	Normativa NFPA	40
2.17.1.	Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios	40
2.17.2.	Norma Ecuatoriana de la Construcción Contra Incendios NEC HS CI	41

2.18.	Componentes del Sistema Contra Incendios	43
2.18.1.	Medios de Egreso	43
2.18.2.	Sistemas de Detección y Alarma.....	43
2.18.3.	Medios de Extinción	44
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		45
3.1.	Descripción del Centro Comercial Buenaventura Moreno	45
3.2.	Evaluación del Sistema Contra Incendios Actual del Centro Comercial Buenaventura Moreno con NFPA 25	45
3.2.1.	Conexiones para Mangueras	51
3.2.2.	Conexiones para Mangueras	52
3.2.3.	Mangueras	53
3.2.4.	Boquillas de Mangueras.....	53
3.2.5.	Boquillas de Mangueras.....	54
3.2.6.	Gabinetes.....	55
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		57
4.1.	Diseño del Sistema Contra Incendios para el Centro Comercial Buenaventura Moreno.....	57
4.1.1.	Clasificación por Ocupación y Uso del Centro Comercial Buenaventura Moreno	58
4.1.2.	Rociadores.....	60
4.1.3.	Gabinetes.....	66
4.1.4.	Bombas.....	68
4.1.5.	Descripción del Diseño	70
4.1.6.	Cálculo Hidráulico	77
4.1.7.	Resumen del Cálculo Hidráulico del Sistema Contra Incendio.....	103
4.1.8.	Gabinetes Contra Incendio.....	103
4.1.9.	Costos del Proyecto.....	104
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		108
5.1.	Conclusiones	108
5.2.	Recomendaciones.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		110
GLOSARIO.....		112
ANEXOS.....		116

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Siamesa del Centro Comercial Buenaventura Moreno.....	2
Figura 2. Extintor	2
Figura 3. Ubicación Geográfica General del Centro Comercial Buenaventura Moreno	7
Figura 4. Símbolo que Representa el Fuego Clase A	14
Figura 5. Símbolo que Representa al Fuego Clase B.....	15
Figura 6. Símbolo que Representa al Fuego Clase 3	15
Figura 7. Símbolo que representa al Fuego Clase D.....	15
Figura 8. Elementos del Triángulo del Fuego	16
Figura 9. Elementos del Tetraedro del Fuego	16
Figura 10. Medios de Egreso contra Incendios	23
Figura 11. Sistema de Detección y Alarma contra Incendios	23
Figura 12. Sistema de Extinción contra Incendios.....	23
Figura 13. Panel de Control Direccional	25
Figura 14. Dispositivos Iniciadores Direccionales.....	26
Figura 15. Dispositivos Anunciadores Direccionales	26
Figura 16. Gabinete contra Incendios con sus Elementos.....	34
Figura 17. Tipos de Hidrantes.....	35
Figura 18. Válvula de Retención.....	36
Figura 19. Válvula de Ángulo Reductora de Presión.....	36
Figura 20. Válvula de Alarma.....	36
Figura 21. Tubería de Acero ASTM A 53	37
Figura 22. Bombas para uso en Sistemas de Protección Contra Incendios	37
Figura 23. Grupo de Bomba Contra Incendios de Carcasa Dividida.....	38
Figura 24. Rociadores Contra Incendios.....	38
Figura 25. Siamesa Contra Incendios.....	39
Figura 26. Elementos del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno Planta Baja.....	46
Figura 27. Elementos del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno Planta Baja.....	47

Figura 28. Anomalías y Fugas en Conexiones para Mangueras en el Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno	48
Figura 29. Elemento Defectuoso en el Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno	48
Figura 30. Ausencia de Elementos en el Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno	48
Figura 31. Presencia de Procesos de Corrosión en el Sistema	49
Figura 32. Distancias de Rutas de Medios de Egreso de la Planta Baja del Centro Comercial Buenaventura Moreno	49
Figura 33. Distancias de Rutas de Medios de Egreso de la Planta Alta del Centro Comercial Buenaventura Moreno	50
Figura 34. Elementos Incompletos del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno	50
Figura 35. Presencia de Señalética de Extintores del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno	51
Figura 36. Prueba del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno	52
Figura 37. Obstrucciones Físicas que Impiden el Uso de los Gabinetes	56
Figura 38. Componentes Principales Sistema Sprinkler	57
Figura 39. Almacenamiento de Vehículos	59
Figura 40. Área de Reparación y Venta de Dispositivos Electrónicos	59
Figura 41. Almacenamiento de Mercadería	60
Figura 42. Densidad vs. Área	64
Figura 43. Curvas Densidad/Área	77
Figura 44. Variables en la Determinación del Área de Cobertura	80
Figura 45. Ubicación del Área de Diseño más Crítico del Centro Comercial Buenaventura Moreno	82
Figura 46. Ubicación de Rociadores en el Área de Diseño	84
Figura 47. Área de Diseño de cada Ramal con Rociadores	87
Figura 48. Diseño de Cisterna para el Sistema Contra Incendios	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Escaleras Nuevas 7.2.2.2.1.1 (a)	28
Tabla 2. Escaleras Existentes 7.2.2.2.1.1 (b)	28
Tabla 3. Ancho para Escaleras Nuevas 7.2.2.2.1.2 (B).....	29
Tabla 4. Rampas Nuevas.....	29
Tabla 5. Rampas Existentes 7.2.5.3 (b).....	30
Tabla 6. Escaleras de Escape de Incendio 7.2.8.4 (a)	30
Tabla 7. Equipos Evaluados y Estado del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno	45
Tabla 8. Revisiones en el Sistema Contra Incendios	47
Tabla 9. Condiciones Evaluadas de las Conexiones para Mangueras del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno	51
Tabla 10. Condiciones Evaluadas de las Tuberías del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno	52
Tabla 11. Condiciones Evaluadas de las Mangueras del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno de acuerdo con NFPA 1962:	53
Tabla 12. Condiciones Evaluadas de las Boquillas del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno:	54
Tabla 13. Condiciones Evaluadas de los Dispositivos de Almacenamiento de Mangueras del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno:.....	54
Tabla 14. Condiciones Evaluadas de los Gabinetes del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno:	55
Tabla 15. Determinación del Número de Rociadores por Tubería para Riesgos Ordinarios.....	63
Tabla 16. Requisitos de Abastecimiento de Agua para Sistemas de Rociadores.....	64
Tabla 17. Requisitos de Asignación para Chorros de Mangueras y Duración del Suministro de Agua para Sistemas Calculados Hidráulicamente	65
Tabla 18. Identificación de las Características de Descarga de Rociadores	65
Tabla 19. Caudales de las Bombas Contra Incendio Centrífugas	68
Tabla 20. Diámetro de Tuberías para Bombas.....	69

Tabla 21. Resumen de Datos de Riesgos en los Dos Niveles	77
Tabla 22. Área de Cobertura Máxima por Rociadores según Clasificación de Riesgo por Ocupación	79
Tabla 23. Separación entre Rociadores y Paredes	80
Tabla 24. Valor de Coeficiente de Fricción C para Calcular Perdidas de Presión por Fricción	85
Tabla 25. Factor de Descarga de un Rociador	87
Tabla 26. Valor de Coeficiente de Fricción C para Calcular Pérdidas de Presión por Fricción	89
Tabla 27. Caudales de las Bombas Contra Incendio Centrifugas	101
Tabla 28. Requerimiento para Selección de Bomba	101
Tabla 29. Requerimiento para Colocación de Soportes	102
Tabla 30. Resumen de Cálculos Hidráulicos del Sistema Contra Incendio.....	103
Tabla 31. Resumen de número de gabinetes	103
Tabla 32. Costos del Proyecto.....	104

“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA”

Autores: Irma Lorena Méndez Méndez y Roberto Antonio Ponce Gil

Tutor: Ing. Richard Iván Ramírez Palma

RESUMEN

El presente trabajo está basado en la ampliación y mejoramiento del sistema contra incendio para el centro comercial Buenaventura Moreno en el cual se usó normativa nacional vigente; Norma Ecuatoriana de la Construcción código NEC-HS-CI, Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, norma internacional Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) aplicable. En el capítulo I y II se encuentra detallado los aspectos generales de la propuesta y desarrollo de este documento y los conceptos generales del sistema contra incendios. El capítulo III hace referencia a la prueba operativa del sistema contra incendios realizada en el centro comercial Buenaventura Moreno basados en la norma NFPA 25. En el capítulo IV se obtiene los resultados de: caudal, presión, volumen de cisterna, accesorios, distribución de rociadores y gabinetes para el diseño propuesto. Para el cálculo hidráulico se definió un área crítica de 139.35m² por el método de densidad/área, se determinó las pérdidas de fricción mediante la ecuación de Hazel-Williams y el diámetro de tuberías se estableció con el programa Pipe Flow Expert. El presupuesto referencial da un total de \$174,728.77 valor que se calculó en base al costo de los materiales y mano de obra actuales.

PALABRAS CLAVE: Norma Ecuatoriana de la Construcción, Norma internacional, sistema contra incendio, cálculos hidráulicos, caudal, presión.

“EXPANSION AND IMPROVEMENT OF THE FIRE SYSTEM OF THE BUENAVENTURA MORENO SHOPPING CENTER OF THE CANTON LA LIBERTAD, PROVINCE OF SANTA ELENA, COMPLYING WITH THE TECHNICAL STANDARDS OF THE REGULATION OF PREVENTION, MITIGATION AND PROTECTION AGAINST FIRES OF ECUADOR, NEC HS CI AND NFPA”

Authors: Irma Lorena Méndez Méndez and Roberto Antonio Ponce Gil

Tutor: Ing. Richard Iván Ramírez Palma

ABSTRACT

This work is based on the expansion and improvement of the fire system for the Buenaventura Moreno shopping center in which the current national regulations were used; Ecuadorian Construction Standard NEC-HS-CI code, Regulations of Fire Prevention, Mitigation, and Protection Against Fire, international standard Association National Fire Protection (NFPA) applicable. Chapters I and II detail the general aspects of the proposal and the development of this document, as well as the general concepts of the fire system. Chapter III refers to the operational test of the fire system carried out at the Buenaventura Moreno shopping center based on NFPA 25. In Chapter IV the results of: flow, pressure, tank volume, accessories, sprinkler distribution and cabinets for the proposed design are obtained. For the hydraulic calculation, a critical area of 139.35m² was defined by the density/area method, friction losses were determined by the Hazen-Williams equation and the pipe diameter was established with the Pipe Flow Expert program. The reference budget gives a total value of \$174,728.77, which was calculated based on the cost of current materials and labour.

KEYWORDS: Ecuadorian Construction Standard, International standard, fire system, flow rate, pressure.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El Centro Comercial Buenaventura Moreno es un lugar muy concurrido por la población tanto local como turista ya que en esta zona su principal función es el comercio y servicio, partiendo de esta característica, el proyecto se enfoca en la mejora del sistema hidráulico contra incendios para el beneficio de los usuarios del Centro Comercial, basándonos en el análisis de la Norma NEC HS CI y en la normativa internacional de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) tomándola como recomendación, para su aplicabilidad en la prevención de incendios para Centros Comerciales, logrando así dar cumplimiento a las normas legales requeridas por el Cuerpo de Bomberos del Cantón La Libertad, mismo que dispone del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra incendios aplicable a nivel nacional en edificaciones nuevas como también en las existentes, siendo públicas o privadas, teniendo estas actividad de comercio, educación, salud, concentración pública, prestación de servicios o cualquier tipo de construcciones que representen un riesgo de siniestro.

El Centro Comercial Buenaventura Moreno actualmente dispone de un sistema hidráulico para la mitigación de incendios no adecuado para sus instalaciones comerciales y de almacenaje, ya que este no puede extinguir el fuego de distintas clases que se puedan presentar; ya que solo cuenta con una tubería seca (ver gráfico 1) y gabinetes (ver gráfico 2), tampoco cuentan con un sistema de rociadores en zonas requeridas, para reducir el riesgo en dichas zonas se recomienda un sistema contra incendio completo de control que cuente con medios de egreso, sistema de detección - alarma y medios de extinción.

El proyecto en desarrollo se refiere a la solución técnica en base a la norma vigente ya que actualmente tiene problemas debido a que en el sistema hidráulico de almacenamiento de agua y red contra incendios es ineficiente, se evaluó en el sitio conforme al Capítulo III de este documento para posteriormente rediseñar con criterios, fórmulas hidráulicas y trazado de tubería todos los elementos del Sistema Contra Incendios adecuado utilizando la normativa de diseño, seguridad y eficacia

como es la norma internacional NFPA (National Fire Protection Association), la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción), además de las políticas legales del Cuerpo de Bomberos del cantón La Libertad quienes son los que regulan el funcionamiento de edificaciones con un adecuado sistema contra incendios, logrando de esta forma proteger y salvar tanto vidas humanas como objetos materiales de la zona que se podría comprometer en caso de un siniestro, que en muchas ocasiones son producidas por accidentes en el lugar o por mal manejo de algún instrumento por parte de trabajadores o clientes del lugar.

Figura 1

Siamesa del Centro Comercial Buenaventura Moreno



Figura 2

Extintor



1.1. Problema de Investigación

Es de conocimiento general que en el País las edificaciones en general carecen de un sistema activo de seguridad para prevención y protección contra incendios, mismos que son de gran utilidad e indispensables en todas las edificaciones y en especial en centros comerciales, ya que ayudan a controlar los efectos perjudiciales causados por el fuego dependiendo de la categoría que se lo considere.

El Centro Comercial Buenaventura Moreno ubicado en la provincia de Santa Elena, cantón La Libertad, barrio Mariscal Sucre, calles 19/20 NE, avenida 5ta y 6ta, requiere en sus instalaciones de un sistema de protección activa para la prevención, protección y mitigación contra incendios, para lo cual se evaluará el sistema actual con el que cuenta, para posteriormente ampliarlo y dar mejoras de acuerdo con los requerimientos del lugar, basándonos en la normativa NFPA y NEC HS CI.

Dentro del Ecuador a partir del 2019 entra en vigencia la NEC HS CI, misma que se encarga de regular el sistema para el control de incendios, esta norma refiere a que su uso se base en la norma NFPA que es la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, misma que se fundó en Estados Unidos en el año 1878 con el objetivo de regular el uso de elementos para extinción de incendios, es recomendable la Norma Americana siempre y cuando se dé el uso adecuado, con criterio razonable de forma técnica dependiendo del caso y lugar en el cual se aplique.

La NEC HS CI (Norma Ecuatoria para la Construcción Contra Incendios) es clara en sus Disposiciones Generales: “Los procesos constructivos que inician a partir de la expedición de la presente reforma, deberán obligatoriamente cumplir con las normas ecuatorianas de la construcción que el ente rector en materia de hábitat y asentamientos humanos expedirá para el efecto. El alcance específico de su aplicación deberá ser detallado en los capítulos de la misma norma” y establece que: “Los gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos, en atención a consideraciones particulares del cantón, podrán desarrollar normativa técnica adicional y complementaria que regule los procesos constructivos, siempre que el contenido de estas no contravenga ni sea de menor exigibilidad y rigurosidad que los detallados en las Normas Ecuatorianas de la Construcción”.

Adicionalmente, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda ejecuta un plan de implementación y fortalecimiento de capacidades en coordinación y colaboración con el Comité Ejecutivo de la NEC, Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos, Cuerpos de Bomberos, gremios profesionales, academia y sociedad civil la aplicación de la norma NEC-HS-CI: Contra Incendios en todo el país.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos y Cuerpos de Bomberos serán los encargados de comprobar el cumplimiento y control de la aplicación de la presente normativa (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019).

La NEC HS CI se la aplica en el Centro Comercial Buenaventura Moreno ya que esta fue creada para edificaciones nuevas a partir de su vigencia a nivel nacional, pero también para edificaciones existentes las cuales necesiten alguna remodelación, ampliación o modificación, para edificaciones ya regularizadas, sin embargo cuando estas tengan alguna parte del sistema deteriorado o necesite una mejoría se debe presentar una solución para reducir el riesgo de un flagelo, de esa forma prevenir y proteger la vida de las personas.

En el trabajo que se presenta se tiene en cuenta que se debe evaluar el sistema actual con el que cuenta el Centro Comercial Buenaventura Moreno para posteriormente presentar con normativa vigente antes mencionada los diseños requeridos para este tipo de lugar mismo que es clasificado por su uso y aplicación en cuatro categorías mismas que son: Reuniones Públicas: Ocupación y uso (1) utilizada para reunir a cincuenta o más personas para deliberación, culto, entretenimiento, comida, bebida, diversión, espera de transporte o usos similares; o (2) utilizada como edificio de divertimento especial, independientemente de su carga de ocupantes [NFPA 101:6.1.2]. Mercantil / Comercial: Ocupación y uso utilizado para la exhibición y venta de mercancías. [NFPA 101:6.1.10]. Negocios / Oficinas / Servicios: Ocupación y uso utilizado para la transacción de negocios diferentes de las mercantiles/comercial. [NFPA 101:6.1.11]. Almacenamiento: Ocupación y uso utilizado principalmente para el almacenamiento o cobijo de bienes, mercaderías, productos o vehículos. [NFPA 101:6.1.13] (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019).

Se plantea realizar los respectivos cálculos hidráulicos para diseñar un tanque óptimo de almacenamiento de agua para poder controlar un conato de incendio de cualquier tipo en el lugar y es ahí donde radica su importancia ya que el Cuerpo de Bomberos podrá contar con la suficiente cantidad de agua y logrará controlar la emergencia apenas ocurra, porque es el momento en el cual se puede intervenir y apagar el mismo, caso contrario si no se cuenta con ello solamente se contaría con el agua de la unidad del Cuerpo de Bomberos y en ocasiones podría no ser suficiente, además con la normativa NFPA 101, 2018 Y NEC HS CI poder establecer el tipo de tuberías y accesorios necesarios, sus correctas instalaciones, la ubicación de todos sus elementos para que este distribuida de la manera adecuada dentro de toda el área en estudio ya que en la actualidad carecen de ello.

La problemática antes mencionada la resumimos en las siguientes preguntas que son la base para el desarrollo del proyecto:

- ✓ ¿Cómo se comportaría el sistema contra incendios instalado actualmente el Centro Comercial Buenaventura Moreno en caso de un evento de conato de incendio?
- ✓ ¿Qué cantidad de agua se necesitaría para poder extinguir un incendio?
- ✓ ¿De dónde se abastecería con agua para poder controlar un incendio?
- ✓ ¿Dónde se ubican los elementos para ser usados en un flagelo?

1.2. Antecedentes

El edificio permitió reordenar a los comerciantes informales que desarrollan sus actividades diarias ocupando la vía pública del casco comercial, fue inaugurado el 10 de agosto del 2003 por el Ing. Patricio Cisneros G. alcalde del cantón La Libertad 2000 – 2005.

La edificación es de hormigón armado con un área de 3225.45 m² en la planta baja, 3164.83 m² en la planta alta, cubierta metálica, con 2 niveles, posee 514 módulos, patio de comida, 2 cuartos de baños, guardería, guardianía permanente y los servicios básicos. Además, cuenta con estacionamiento, jardineras y cinco puertas de acceso. En un área adyacente a esta obra, cuya inversión es municipal, también se construyó una plazoleta central con escenario y un patio de comidas que aloja a vendedores de comidas preparadas (El Universo, 2003).

A través de la historia del centro comercial se ha suscitado distintas emergencias de incendios como se detalla a continuación:

18/ 03/ 2007.- Incendio en la planta alta del Centro Comercial Buenaventura Moreno.

05/ 06/ 2007.- Incendio en la planta alta del Centro Comercial Buenaventura Moreno.

15/ 03/ 2015.- Fuga de gas en el área de comedores.

09/ 08/ 2016.- Incendio en la planta baja del Centro Comercial Buenaventura Moreno.

26/ 09/ 2018.- Explosión de gases en alcantarilla por limpieza con cloro y ácido en ductos.

En el Centro Comercial Buenaventura Moreno se realizan actividades de comercio tales como venta de ropa, calzado, otra área se usa para venta de comidas, bebidas, existen zonas en las cuales se realiza la actividad de reparación y venta de dispositivos electrónicos, áreas ocupadas para venta de vehículos, y un sinnúmero de actividades que generan un riesgo a conato de incendio.

El Centro Comercial se encuentra ubicado a 500 metros del Cuerpo de Bomberos, mismo que si consideramos ocurra una emergencia en un día festivo como es navidad, fin de año o fiestas del Cantón o Provincia se tardarían alrededor de 6 minutos en llegar al lugar, por tal motivo hace que los principales responsables de la administración del Centro Comercial Buenaventura Moreno propongan y adapten un sistema eficiente, útil y de respuesta inmediata para salvaguardar ante una eventualidad o posibilidad de riesgo tanto de mercadería como de la vida de las personas que se encuentran en el área.

Con la finalidad de precautelar tanto el patrimonio material como el de las personas que se encuentran en el lugar y la necesidad de que se cumpla con la normativa legal vigente reguladas por el Cuerpo de Bomberos se realiza este proyecto de investigación para identificar todos los problemas que tiene el sistema hidráulico contra incendios, mismo que con el pasar de los años se ha vuelto obsoleto y se le ha dado un uso inadecuado.

Un sistema contra incendios se compone de una amplia cantidad de elementos que intervienen de forma activa en el proceso. No obstante, antes de hablar de dichos elementos es importante determinar los tipos de sistemas contra incendios.

1.2.1. Ubicación Geográfica del Centro Comercial Buenaventura Moreno

El Centro Comercial “Buenaventura Moreno” ubicado en la provincia de Santa Elena, cantón La Libertad, barrio Mariscal Sucre, calles 19/20 NE, avenida quinta y sexta.

Figura 3

Ubicación Geográfica General del Centro Comercial Buenaventura Moreno



Nota. La figura indica la ubicación del Centro Comercial Buenaventura Moreno. Tomado de Google Maps.

1.3. Hipótesis

Se pretende dar una solución a través del estudio del sistema contra incendio del Centro Comercial Buenaventura Moreno con normativa vigente (NEC – HS – CI) para posteriormente dar el mejoramiento adecuado al sistema hidráulico contra incendios ya que el lugar en la actualidad carece de ello, diseñar un tanque óptimo de almacenamiento para que abastezca el lugar en una emergencia por un tiempo establecido mediante reglamento, elaborar un mapa de recursos con la distribución y espaciamiento de los equipos contra incendio, elaboración de planos en AutoCAD de la zonificación de todos los elementos necesarios para controlar un incendio en el lugar, además el uso del programa Pipe Flow Expert ayudará con el diseño y dimensionamiento de tuberías para gabinetes, rociadores, válvulas reguladoras y capacidad de bombas.

Mediante normativa se establecería las dimensiones de tuberías y demás accesorios adecuados para el centro comercial en estudio, las presiones necesarias para una respuesta inmediata ante una emergencia, para lo cual primero se realizaría una prueba con la colaboración del Cuerpo de Bomberos del cantón La Libertad para la verificación del sistema contra incendios existente con el que cuenta el lugar para poder realizar las respectivas observaciones y poder brindar sugerencias de lo que es apto y correcto de manera técnica.

El Centro Comercial Buenaventura Moreno obtendría un sistema hidráulico contra incendios adecuado, con la normativa actual y que cumpliría con los requerimientos solicitados por el Cuerpo de Bomberos del cantón que son los encargados de hacer cumplir la reglamentación legal vigente en este tipo de centros comerciales y demás edificaciones.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Ampliar y rediseñar el sistema hidráulico de prevención y protección contra incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno basándonos en la norma internacional NFPA: 2018 y NEC HS CI: 2019 para proteger y salvar vidas, así como objetos materiales.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el sistema contra incendios actual a través de pruebas en el área de estudio para determinar si es eficiente y cumple con la normativa correspondiente.
- ✓ Ampliar y rediseñar el sistema contra incendios activo y pasivo del Centro Comercial Buenaventura Moreno basándonos en los planos arquitectónicos, la normativa internacional NFPA y NEC HS CI y con el software Pipe Flow Expert para determinar la ubicación de los elementos del sistema de acuerdo con cálculos hidráulicos, pérdidas de presión, capacidad de bombas, tanque de almacenamiento, gabinetes, válvulas de regulación y rociadores.
- ✓ Establecer recomendaciones para mitigar incendios en lugares de concurrencia masiva.

1.5. Justificación

La insuficiencia de un sistema hidráulico para controlar un conato de incendio, así como la necesidad de reducir el tiempo de respuesta de una emergencia para combatir incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno hace valiosa la ampliación y mejoramiento de un sistema de prevención, mitigación y protección contra incendios. También la concurrencia significativa de personas al lugar en mención hace que el área requiera de una evaluación y de acuerdo a los resultados obtenidos se proceda a realizar posteriormente una mejora al sistema contra incendios para estar listos ante cualquier evento de pequeña o gran magnitud que se presente.

En el Centro Comercial Buenaventura Moreno hay precedentes de incendios suscitados anteriormente (ver anexo 14), mismos que no pudieron ser controlados de una manera adecuada debido a la falta de un sistema eficiente y actualizado contra incendios ya que actualmente solo cuenta con una línea seca y gabinetes, no cuenta con un sistema de rociadores ni detectores de humo o temperaturas en zonas requeridas, carece de sirenas, luces estroboscópicas y pulsadores manuales de alarma, para reducir el riesgo en el área se recomienda un sistema completo de control que cuente con detección, alarma y control de incendios, razón por la cual el presente trabajo pretende estudiar, plantear y dar a conocer un diseño hidráulico adecuado para un sistema de control de incendios en todo lo que refiere el Centro Comercial Buenaventura Moreno ya que tenemos los criterios y competitividad instructiva en el área sanitaria, además usando la normativa NFPA y NEC HS CI podremos dar una solución al problema actual que tiene el lugar, así también se colabora con los sistemas de respuesta (Cuerpo de Bomberos) ante este tipo de eventos lamentables, por la ubicación en un lugar céntrico del cantón La Libertad.

Los beneficiarios potenciales de este trabajo de titulación son todas las personas que acuden a este lugar ya que se brindaría una respuesta inmediata ante cualquier emergencia de este tipo, de manera que no se perdería la mercadería que se encuentra en el lugar, y sobre todo lo que se busca siempre que es tener prevención, protección, seguridad para la vida. Se reflejaría un impacto positivo en el Cantón y en la Provincia ya que es un lugar muy popular al cual la gente asiste en cantidades significativas.

1.6. Alcance

El estudio del presente proyecto se realizará en el Centro Comercial Buenaventura Moreno, para el cual se contará con la evaluación y verificación en el área de construcción en lo que refiere a puertas, ventanas contra fuegos, terminaciones interiores, montajes para mangueras, corredores de acceso a salidas, medios de escape, salidas, puertas y medios secundarios de escape. En el área de hidráulica se estudiará y aplicará los cálculos y distribución de rociadores, tuberías, unión de tuberías y accesorios, válvulas, sistema de bombeo, almacenamiento de agua y conexiones para el Cuerpo de Bomberos, los sistemas de tuberías tanto húmeda como seca, sistemas de rociadores automáticos con conexiones ajenas al sistema de protección contra incendios, requerimientos para la instalación, posición, ubicación, espaciamiento y uso de los rociadores mediante el uso del programa AutoCAD para la elaboración de los planos. Se realizarán los respectivos cálculos para un diseño óptimo de un tanque de almacenamiento para el sistema contra incendios.

Con el apoyo del Cuerpo de Bomberos del Cantón La Libertad se realizará pruebas de presión del sistema actual contra incendios, para verificar si se cumple o no con la reglamentación vigente del mismo. Además, como sugerencia se establecerá criterios usados por la norma internacional NFPA ya que dentro del territorio nacional no se tiene una normativa propia, también se usará la NEC 2014 con los capítulos correspondientes para la evaluación del sistema en mención.

El alcance del proyecto se da por un correcto cumplimiento de la normativa para que se pueda desempeñar de manera óptima.

El campo de aplicación del trabajo en desarrollo es Sanitaria, los resultados del estudio podrán ser usados en el Centro Comercial Buenaventura Moreno que es el lugar que se ha tomado como referencia para llevar a cabo el estudio y Centro Comercial Engoroy debido a que este cuenta con una actividad comercial similar (ropa, calzado, accesorios y dispositivos electrónicos y más actividades en común).

El trabajo de investigación se limita a la elaboración de planos arquitectónicos, estructurales, incluye el estudio y elaboración de presupuestos (costos) para la obtención e instalación de los equipos de sistema contra incendio.

1.7. Variables

1.7.1. Variable Independiente

Sistema obsoleto debido a que no está trabajando como debería para brindar la seguridad adecuada y no tiene aplicación de normativa vigente.

1.7.2. Variable Dependiente

Evaluación de presiones, bombas y demás elementos de un sistema contra incendios por el uso inadecuado del sistema contra incendios.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Aspectos del Fuego

2.1.1. Fuego

Es el resultado de la quema de materiales combustibles. Emanan calor y luz, este se alimenta de sí mismo en el transcurso de que avanza con el tiempo y no sea intervenido.

2.1.2. Calor

Es la energía que genera una modificación del estado de los materiales sólidos y de los líquidos que se evaporan.

2.1.3. Llama

Se presenta en forma de luz y calor, es una masa volátil que resulta al consumirse los materiales combustibles.

2.1.4. Incendio

Es el fuego en tamaño significativo mismo que causa daños a la vida, a la propiedad, al medio ambiente a la operación de un lugar y al patrimonio al momento de la consumación de todo o parte del material combustible.

2.1.5. Conato de Incendio

Es el principio del incendio, comienza en una cantidad pequeña en la que se puede intervenir fácilmente para terminar con el incendio y no permitir la propagación.

2.1.6. Elementos del fuego

Para que comience o se dé inicio a lo que se denomina fuego se necesita la participación de tres elementos que forman el triángulo del fuego (figura 8), estos son: combustible, energía de activación y oxígeno.

El combustible se forma de energía de Activación o calor, fuego y comburente, aquí se incluye un cuarto elemento (figura 9) conocido como reacción en cadena para de esta forma denominarse el tetraedro del fuego.

- a) **El Material Combustible.** Son todos los materiales inflamables y pueden estar presentes en diferentes estados como son en estado sólido, líquido o gaseoso. Los sólidos se mantienen en este estado y se queman de manera sencilla y rápida como materiales plásticos, telas, carbón, madera, entre otros.

Los líquidos se inflaman de manera fácil, su estado normal es el líquido entre estos se encuentra la gasolina, pintura, aceite y demás que han sido producidos del petróleo, aquí también se encuentran las grasas por su comportamiento similar.

Los gaseosos son aquellos que se inflaman y explotan o producen fuego y su estado normal siempre va a ser en gaseoso, aquí podemos encontrar el propano, metano, acetileno, vapores de líquidos que se inflaman tales como ACPM o el alcohol.

- b) **Energía de Activación.** Se necesita la temperatura de activación para que un elemento pueda absorber y de esta manera se produzca o inicie el fuego, para que se dé inicio por lo general siempre su temperatura debe estar en 70° C.
- c) **Comburente.** Se necesita la temperatura de activación para que un elemento pueda absorber y de esta manera se produzca el fuego, para que se produzca por lo general su temperatura debe estar en 70° C.

2.2. Reacciones en Cadena

En un material la energía calorífica se transmite de una parte a otra y con el transcurso de la energía calorífica el cuerpo inflamable se va destruyendo hasta que se interrumpa la transmisión o hasta que el elemento se haya consumido por completo (SENA, 1990).

2.3. Clases de Fuego

La NFPA 10 Norma para extintores de incendios portátiles en el capítulo 5 clasifica al fuego como lo presentamos a continuación:

2.3.1. Fuego Clase A

Los fuegos clase A son fuegos en materiales combustibles presentes de manera común y ordinaria en cualquier lugar como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.

Figura 4

Símbolo que Representa el Fuego Clase A



Nota. Tomado de National Fire Protection Association (NFPA) edición española 2018 pag. 11. Si se usa color el triángulo debe ser de color verde.

2.3.2. Fuego Clase B

Los fuegos de clase B son fuegos que se encuentran en estado líquido como en inflamables, líquidos combustibles, grasas que se derivan del petróleo, alquitranes, aceites, pinturas a base de aceite, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.

Figura 5

Símbolo que Representa al Fuego Clase B



Nota. Tomado de National Fire Protection Association (NFPA) edición española 2018 pag. 11. Si se usa color el cuadrado debe ser de color rojo.

2.3.3. Fuego Clase C

Los fuegos clase C son fuegos que implican aparatos eléctricos energizados.

Figura 6

Símbolo que Representa al Fuego Clase 3



Nota. Tomado de National Fire Protection Association (NFPA) edición española 2018 pag. 11. Si se usa color el círculo debe ser de color azul.

2.3.4. Fuego Clase D

Los fuegos clase D son fuegos en metales, combustibles, tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio.

Figura 7

Símbolo que representa al Fuego Clase D



Nota. Tomado de National Fire Protection Association (NFPA) edición española 2018 pag. 11. Si se usa color la estrella debe ser de color amarillo.

2.3.5. Fuego Clase K

Los fuegos clase K son fuegos en aparatos de cocina que involucran medios de cocción combustibles (aceites y grasas vegetales o animales) (NFPA, 2018a).

2.4. Clases de Fuego

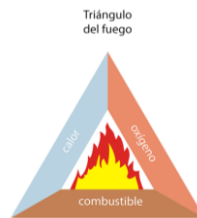
Muestra de forma sencilla los elementos que conforman el triángulo para saber cómo se crea en los materiales inflamables un incendio.

2.4.1. Elementos del Triángulo del Fuego

El triángulo muestra cómo se crea el fuego, el tetraedro en cambio muestra cómo se expande el fuego en los materiales inflamables debido a su reacción en cadena, tanto el triángulo del fuego como el tetraedro del fuego se pueden extinguir para esto lo que se debe hacer es eliminar uno de cualquiera de los elementos que los conforman y de esta manera se logra la extinción del fuego.

Figura 8

Elementos del Triángulo del Fuego



Nota. Tomado de Grupo Prointex

Figura 9

Elementos del Tetraedro del Fuego



Nota. Tomado de Grupo Prointex.

2.5. Clases de Fuego

La National Fire Protection Association (NFPA 10 Norma para extintores de incendios portátiles, p. 12) edición española 2018 clasifica los riesgos de la siguiente forma:

2.5.1. Riesgo Ligero

Las ocupaciones de riesgo ligero deben ser clasificadas como lugares donde la cantidad y combustibilidad de materiales combustibles clase A e inflamables clase B son bajas y en las que se prevé que los fuegos tendrán tasas de liberación de calor relativamente bajas. En estas ocupaciones los riesgos de fuego están representados por cantidades normalmente previstas de mobiliarios combustibles clase A y/o la cantidad total de materiales inflamables clase B que por lo general se prevé haya es menor de 1 galón (3.8 Litros) en cualquiera de las salas o áreas a la que refiera. Se puede denominar de riesgo ligero a ciertas edificaciones, oficinas, salones de clase o centros religiosos.

2.5.2. Riesgo Ordinario

Las ocupaciones de riesgo ordinario deben ser clasificadas como lugares donde la cantidad y combustibilidad de materiales combustibles clase A e inflamables clase B son moderadas y en las que se prevé que los fuegos tendrán tasas de liberación de calor moderadas. Estas ocupaciones presentan riesgos de fuego que solo ocasionalmente incluyen materiales combustibles clase A, más allá del mobiliario normalmente previsto y/o la cantidad total de materiales inflamables clase B que característicamente se estima es de 1 gal a 5 gal (3.8 L a 18.9 L) en cualquiera de las salas o áreas.

2.5.3. Riesgo Extra

Las ocupaciones de riesgo extra deben ser clasificadas como lugares donde la cantidad y combustibilidad de materiales combustibles clase A son altas o donde hay presencia de altas cantidades de materiales inflamables clase B y en las que se prevé que rápidamente se desarrollen fuegos con tasas altas de liberación de calor. Estas ocupaciones presentan riesgos de fuego involucrados con el almacenamiento, envasado, manipulación o fabricación de combustibles clase A y/o la cantidad total de materiales inflamables clase B que se prevé esté presente es de más de 5 gal (18.9 L) en cualquiera de las salas o áreas (NFPA, 2018a).

2.6. Tipos de Extintores Según su Agente Exterior

Los tipos de extintores que existen son:

2.6.1. Extintores de Agua

Sirven apagar fuegos de clase A, no se deben usar en presencia de electricidad, debido a que el agua puede hacer que se electrocute, se usan estos extintores externamente de las viviendas donde no haya presencia de riesgo eléctrico.

2.6.2. Extintores de Espuma

Son los indicados para fuegos de clase A y B, son peligrosos usarlos en presencia de energía eléctrica, sin embargo, NFPA (2018b, p. 13) dice que no deben utilizarse extintores de tipo de espuma formadora de película acuosa (AFFF) y tampoco de tipo de espuma de fluoro proteínica formadora de película (FFFP) para proteger los líquidos inflamables solubles en agua, mismos que pueden ser alcoholes, acetona, éteres, cetonas, etc., a menos que en la etiqueta del extintor indicara otra cosa.

2.6.3. Extintores de Polvo

Este es el más usado y frecuente en cualquier edificación. Se usa para controlar fuegos de clase A, B, y C, este evade el riesgo eléctrico por lo tanto es muy recomendable para viviendas, o cualquier tipo de edificaciones.

2.6.4. Extintores de CO₂

El CO₂ (gas) no transporta energía eléctrica, es indicado para fuegos de clase A, B, y C. Este se usa donde no se debe usar extintores que causen daños a los equipos que estén presentes en el área del riesgo de incendio ya que causarían más destrucción que el fuego, estos extintores al ser de gas evaden el problema de dañar equipos (Profuego, 2016).

2.7. Uso de Extintores

- a) Los extintores poseen una anilla de seguridad, empezamos estirando duro de la anilla de seguridad, está ubicada contigua al asa del extintor.
- b) Colocarse a 2 metros del fuego para desde ahí poder atacar de manera adecuada el flagelo.
- c) Siempre debemos mantener la calma y darle el uso adecuado al extintor para no desperdiciarlo.
- d) El extintor debe estar en posición vertical.
- e) Apuntar con el extintor a la base del fuego. Mover la manguera del extintor de izquierda a derecha para incluir toda la base del fuego.
- f) En lugares exteriores se debe descargar el extintor en la misma orientación que el viento.
- g) Jamás estar de espaldas al fuego al usar los extintores.
- h) Cuando tenemos varios extintores es mejor usarlos todos en el mismo momento y no reemplazar uno cuando se termine el otro.
- i) Así se haya logrado extinguir el incendio es recomendable vaciar el extintor, de esta manera se evita que vuelva a producirse el fuego (Protección de Incendios, 2011).

2.8. Definición de un Sistema Contra Incendios

La protección contra incendios es una materia de conocimiento multidisciplinar y transversal que afecta al conjunto del edificio y de su proceso proyectual: disposición del programa, estructuras, construcción.

Un texto aproximativo como este, corre el riesgo de ser demasiado generalista o de centrarse solo en algunos de los detalles, olvidando otros. En todo caso, ha de buscarse la consecución de tres objetivos: Seguridad de personas, protección de bienes, y continuidad, a ser posible, de las actividades teniendo que considerar dos conceptos:

- Prevención. Medidas tendentes a evitar que el riesgo se convierta en accidente o siniestro, evitando que, por conjunción de factores, se inicie el fuego.

La prevención es el tratar de impedir que la posibilidad de que suceda algo pase a ser un evento lamentable debido a que varios factores no considerados se hagan un conjunto y den paso al inicio de un incendio.

- Protección. Medidas tendentes a evitar la propagación o a limitar sus consecuencias en el caso de que, a pesar de la prevención, el accidente o siniestro se produzca, tanto en pérdidas humanas como en pérdidas materiales. Todo ello debe ir conjugado con un plan de lucha contra incendios, que incluya sistemas de detección, alarma y extinción.

En la protección, a pesar de haber contado con un sistema de prevención el flagelo no pudo ser evitado, refiere a que una vez producido el siniestro se impide que este se propague y sus resultados sean pérdidas mínimas, siempre tomando en cuenta que salvaguardar la vida humana es lo primordial, pero esto no significa que los materiales no se los cuide, se trata de proteger todo lo que esté al alcance de un sistema contra incendios.

Para realizar este recorrido por la influencia de la protección contra incendios en la concepción de la arquitectura actual, se utiliza como guion el siguiente esquema:

2.8.1. Tipos de Protección Contra Incendios

Puede ser de tipo pasiva y activa, el primer sistema de seguridad contra incendios es el pasivo y no interviene directamente en la extinción del fuego. Más bien, su objetivo es velar que los daños y pérdidas inherentes a un incendio sean lo menor posible.

- a) **Protección Pasiva Contra Incendios.** Este tipo de sistema de incendio mejor conocido como PPCI es independiente. No está sujeto a elementos móviles ni está conectado a ningún centro de control. Además, no necesitan casi mantenimiento y su implementación es más sencilla.

Los elementos que intervienen en este tipo de sistema contra incendios son los siguientes:

- ***Morteros Ignífugos.*** Permiten convertir las instalaciones estructurales en material ignífugo resistente al fuego.
- ***Pinturas Intumescentes.*** Estas crean una reacción química en presencia de fuego desencadenando una acción extintora que protege los elementos expuestos.
- ***Recubrimientos de Paredes.*** Existen revestimientos para madera, techos y paredes que le hacen resistentes al fuego.
- ***Amplitud de los Pasillos.*** Es una estrategia que alarga al máximo el tiempo de propagación de un incendio.

b) **Protección Activa Contra Incendios.** En este sistema están todos aquellos elementos que pueden alertar sobre la posibilidad de un incendio.

Adicionalmente, estos se encargan de poner freno al incendio evitando su propagación. Tal protección activa minimiza los daños asociados que pueda causar un incendio en una empresa.

Entre estos se encuentra el sistema de detección de incendios, con alarmas y sensores que detectan señales de fuego. Asimismo, están los sistemas fijos de extinción, que pueden ser de tubería mojada, tubería seca, de diluvio, pre-acción, etc. (Escaleras Arizona, 2019).

Dentro del País existe un sinnúmero de centros comerciales, varios de estos cumplen con las normas municipales exigidas por sus ciudades, así como las normas nacionales establecidas y tomando como referencia las internacionales de la NFPA, en donde se especifica que todo escenario de concentración de público debe de disponer de un sistema de protección contra incendio adecuado para salvaguardar la integridad tanto de sus ocupantes, así como también de la estructura.

2.9. Esquema de Gestión del Diseño de Protección Contra Incendios

Se trata de un esquema nacido de la práctica académica, pero que se aplica sin modificación alguna a la práctica profesional. Un esquema que, como tal, supone una simplificación de la realidad, pero que resume con claridad los principales factores a tener en cuenta en el estadio inicial del diseño de la protección contra incendios:

- ✓ Uso, entendido éste como el estudio de la disposición y distribución del programa del edificio
- ✓ Sectorización
- ✓ Evacuación
- ✓ Resistencia y reacción
- ✓ Instalaciones de protección activa

Sobre protección contra incendios hay mucho escrito e investigado, y de hecho hay que tener en cuenta que la protección contra incendios va mucho más allá de la colocación de unas instalaciones más o menos sofisticadas. De hecho, una buena parte de la carga de seguridad de un edificio está asociado al correcto diseño 'pasivo' de arquitectos e ingenieros desde los primeros estadios de la concepción del edificio (Gómez & Mambrilla, 2013).

Un sistema contra incendios es la unión de varios procesos que tienen un mismo objetivo, existen tres elementos que son los fundamentales en el diseño, estos son:

- ✓ Medios de egreso (ver figura 10).
- ✓ Sistema de detección y alarma (ver figura 11).
- ✓ Medios de extinción (ver figura 12).

Figura 10

Medios de Egreso contra Incendios



Nota. Tomado de <https://www.pinterest.com.mx/pin/775111785844548871/>

Figura 11

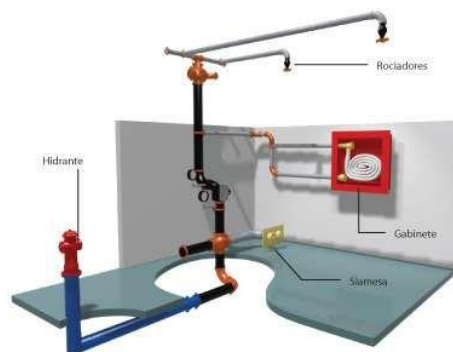
Sistema de Detección y Alarma contra Incendios



Nota. Tomado de Distech <http://www.dystech.ec/sistema-de-deteccion-de-incendios/>

Figura 12

Sistema de Extinción contra Incendios



Nota. Tomado de <https://www.pinterest.com.mx/pin/793266921834910087/>

2.10. Diseño de la Seguridad Contra Incendios

Muchas veces quien diseña un sistema de protección contra incendios no es quien imposibilita el inicio de un incendio, sin embargo, si puede tener la seguridad de hacer que las consecuencias de este sean muy leves a través de un diseño eficaz y adecuado.

Siempre que se va a realizar un diseño lo más importante es tener claro cuál es el objetivo de protección y de eso va a depender cual es la forma en la que se va a realizar y cuáles van a ser los medios para conseguir lo propuesto.

El diseñador no tiene control sobre los peligros de la ocupación, el tamaño o eficacia del cuerpo de bomberos, la distancia del cuartel de bomberos hacia el lugar, el alcance de la escalera de bomberos y la longitud de las mangueras, los códigos de construcción ni las condiciones físicas de los alrededores del edificio. Pero sí tiene cierto control sobre las medidas correctas que proporcionarán una extinción rápida y efectiva en caso de que se inicie un incendio. No es factible construir estructuras completamente a prueba de fuego, así que el diseñador debe integrar los requisitos mínimos requeridos por los códigos y algunos adicionales que reduzcan los costes del seguro de incendios. Así, el diseñador debe considerar la clasificación de la ocupación, la clasificación de zona de fuego, el control de humo, las clasificaciones de los elementos constructivos (combustibilidad, propagación de llama y resistencia al fuego), el presupuesto o el coste del seguro (Gómez & Mambrilla, 2013).

2.11. Tipos de Sistemas de Detección y Alarma Contra Incendio

2.11.1. Convencionales

Son usados para casas comunes, locales de comercio pequeños ya que estos son fáciles de intervenir y por lo general no necesitan que haya una persona calificada para su implementación.

2.11.2. Inteligentes

Este tipo de alarma es más complejo ya que tiene una central que registra a cada uno de los dispositivos que están en conexión con el sistema, esto ayuda a que se identifique un área exacta en la que se está produciendo el flagelo.

2.12. Componentes de un Sistema de Alarma Contra Incendio

2.12.1. Panel de Control Direccional

Su ocupación principal es identificar e intervenir en todos los puntos de conexión de alarma que salen de este, cada uno de estos puntos tienen una

trayectoria diferente, gracias a esto el panel de control puede reconocer rápidamente donde está la ubicación de la alarma.

Cada panel tiene una pantalla LCD donde se muestra todo lo que detecte este equipo. Su diseño depende de la marca y modelo.

Figura 13

Panel de Control Direccional



Nota. Este es un modelo de Panel de Control Direccional. Tomado de TVCenlínea.com.

2.12.2. Panel de Control Direccional

Estos son los encargados de detectar el humo o el calor, de forma automática envían al panel de control una indicación de peligro, como ya se mencionó el panel de control de manera automática ubica el punto y el motivo que causó la alerta. Hay varios tipos y modelos de dispositivos como se indican en la figura 14.

Tenemos el detector de incendios que detecta partículas perceptibles e invisibles de un incendio, la estación manual que se usa para activar la alarma de incendio, se la opera de forma manual, el supervisor de válvula es la que detecta cuando la válvula se cierra, en general se encarga de velar por el estado de la válvula, el sensor de CO se encarga de leer las concentraciones de monóxido de carbono en el lugar y si se da alguna variación la alarma dará el aviso.

Figura 14

Dispositivos Iniciadores Direccionales



Nota. Dispositivos iniciadores direccionales de detección y alarma. Tomado de COPMEXICO.

2.12.3. Dispositivos Anunciadores Direccionales

Si se envía una notificación de los dispositivos iniciadores, los dispositivos anunciadores alertarán sobre un flagelo y serán los que guíen cuál es su ruta de escape, las notificaciones pueden ser tanto sirenas, luces estroboscópicas o señalética, todo esto depende del lugar en el que se va a colocar.

Figura 15

Dispositivos Anunciadores Direccionales



Nota. Dispositivos anunciadores como sirenas estrobos, parlantes y anunciadores remotos. Tomado de Escuela Politécnica Nacional.

2.13. Medios de Egreso

La NFPA (2018a) define como un medio que debe permitir los recorridos en la que se incluye las puertas, corredores, pasadizos, escaleras mecánicas, rampas, ascensores, cerramientos, salidas tanto a patios o a la vía pública. El medio de

egreso debe terminar en un lugar que pueda ser seguro de usar como punto de encuentro y haya sido designado para tal objetivo.

2.13.1. Iluminación de los Medios de Egreso

Se debe instalar la iluminación de emergencia y egreso de acuerdo con la NFPA 101 (2018) numeral 7.8 y 7.9.

La iluminación debe ser permanente mientras las condiciones de ocupación requieran que estos medios de egreso se encuentren en disponibilidad para ser utilizado.

Se debe permitir dispositivos de control de iluminación automáticos para su apagado temporal en los medios de egreso, siempre y cuando los dispositivos cumplan con los siguientes detalles:

- a) Instalaciones nuevas, dispositivo de control de iluminación está listado.
- b) El dispositivo de control de iluminación debe estar equipado para, ante la pérdida de energía normal, energizar de manera automática la iluminación controlada.
- c) Los temporizadores de iluminación deben estar ajustados y suministrados para un tiempo de 15 minutos de permanencia mínima.
- d) El dispositivo de control de iluminación se enciende con el movimiento de cualquier ocupante en esta área.
- e) En instalaciones nuevas, el dispositivo se enciende al momento en que se active el sistema de alarma de incendio.
- f) El dispositivo de control de iluminación no extingue ninguna luz de las que depende la activación de los avisos de salida fotoluminiscentes o señalizadores de camino.
- g) El dispositivo de control de iluminación no apaga iluminación de emergencia, equipos centralizados ni carteles de salida que estén suministrados con baterías.

El apartado 7.8.1.2.3 Indica que los sensores, interruptores, temporizadores o controladores de ahorro de energía deben estar aprobados y no deben comprometer la continuidad de la iluminación de los medios de egreso que se

requieren en 7.8.1.2. El lugar debe contar con un recorrido de 11 metros y no mayor a 25 metros.

2.13.2. Iluminación de los Medios de Egreso

a) **Vanos con Puertas.** Cada puerta y cada entrada principal que sirva como salida debe ser diseñada y construida de tal forma que el camino del egreso sea claro y directo.

b) **Escaleras.** Las escaleras deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Tabla 1

Escaleras Nuevas 7.2.2.2.1.1 (a)

Características	Criterios Dimensionales	
	pie/pulg.	Mm
Ancho mínimo	Ver 7.2.2.2.1.2.	
Altura máxima de las contrahuellas	7 pulg.	180
Altura mínima de las contrahuellas	4 pulg.	100
Profundidad mínima de las huellas	11 pulg.	280
Altura libre mínima	6 pies 8 pulg.	2030
Altura máxima entre los descansos	12 pies	3660
Descanso	Ver 7.2.1.3, 7.2.1.4.3.1 y 7.2.2.3.2.	

Nota. Tomado de (NFPA, 2018a)

Tabla 2

Escaleras Existentes 7.2.2.2.1.1 (b)

Características	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	2030
Altura máxima entre los descansos	12 pies	3660
Descanso	Ver 7.2.1.3 y 7.2.1.4.3.1.	

Nota. Tomado de (NFPA, 2018a)

Tabla 3*Ancho para Escaleras Nuevas 7.2.2.2.1.2 (B)*

Carga total de ocupantes acumulada, asignada a la escalera	Ancho	
	pulg.	mm
<2000 personas	44	1120
≥2000 personas	56	1420

Nota. Tomado de (NFPA, 2018a).

- c) **Cerramientos a Prueba de Humo.** Un cerramiento a prueba de humo debe estar siempre encerrado desde el punto más alto hasta el nivel de descarga de salida por barreras con una certificación de dos horas, excepto cuando esté permitido de otra manera en 7.2.3.3.3.

Todo cerramiento a prueba de humo debe descargar a la vía pública, a un patio o plazoleta con acceso directo a la vía pública o a un pasadizo de salida. El pasadizo de salida debe tener una separación del resto de la edificación por una certificación de resistencia al fuego de dos horas.

- d) **Salidas Horizontales.** Todas las salidas horizontales acreditadas como tales deben estar colocadas de manera que sirvan como rutas de recorrido constante para que dirija desde cada lado de la salida hacia las escaleras u otros medios de egreso que lleven hacia afuera de la edificación.

- e) **Rampas.** Se deben aplicar los criterios de las siguientes tablas:

Tabla 4*Rampas Nuevas*

Características	Criterios dimensionales	
	pulg.	mm
Ancho mínimo libre de toda obstrucción, excepto las proyecciones no mayores de 4½pulg. (114mm) a o por debajo de la altura del pasamanos, a cada lado	44	1120
Pendiente máxima	1 en 12	

Pendiente transversal máxima	1 en 48	
Elevación máxima para un único tramo de rampa	30	760

Nota. Tomado de (NFPA, 2018a), capítulo 7.

Tabla 5

Rampas Existentes 7.2.5.3 (b)

Características	Criterios dimensionales	
	pie/pulg.	mm
Ancho mínimo	30 pulg.	760
Pendiente máxima	1 en 8	
Altura máxima entre descansos	12 pies	3660

Nota: Tomado de (NFPA, 2018a), capítulo 7.

- f) Pasadizos de Salida.** Un pasadizo de salida se usa como descarga desde el cerramiento de una escalera, debe tener una certificación no menor a la de resistencia al fuego y protección contra el fuego para la protección de las aberturas que las necesarias para el cerramiento de la escalera.
- g) Escaleras Mecánicas y Pasillos Mecánicos.** Las escaleras y los pasillos mecánicos no deben constituir parte de los medios de egreso requeridos, a menos que sean escaleras y pasillos mecánicos existentes con previa aprobación.
- h) Escaleras para Escape de Incendio.** Para las escaleras de escape de incendio se debe usar siempre materiales no combustibles como indica la NFPA.

Tabla 6

Escaleras de Escape de Incendio 7.2.8.4 (a)

Características	Sirven a más de 10 ocupantes	Sirven a 10 o menos ocupantes
Anchos mínimos	22 pulg (560 mm) espacio libre entre barandas	18 pulg. (455 mm) espacio libre entre barandas
Dimensión horizontal mínima de cualquier descanso o plataforma	22 pulg (560 mm) espacio libre	18 pulg. (455 mm) espacio libre

Altura máxima de la contrahuella	9 pulg. (230 mm)	12 pulg. (305 mm)
Huella mínima sin incluir volados	9 pulg. (230 mm)	6 pulg. (150 mm)
Volado o proyección mínimos	1 pulg. (25 mm)	Sin requisitos
Construcción del escalón	Barras planas de metal en borde o barras cuadradas aseguradas contra giro, espaciadas a un máximo de 1½ pulg. (32 mm) entre centros	Barras planas de metal en borde o barras cuadradas aseguradas contra giro, espaciadas a un máximo de 1½ pulg. (32 mm) entre centros
Escalones en abanico	Ninguno	Permitidos sujetos a una penalidad en la capacidad
Contrahuellas	Ninguna	Sin requisitos
Escaleras caracol	Ninguna	Permitidos sujetos a una penalidad en la capacidad
Altura máxima entre descansos	12 pies (3660 mm)	Sin requisitos
Altura libre mínima	6 pies 8 pulg. (2030 mm)	6 pies 8 pulg. (2030 mm)
Acceso para escape	Puertas o ventanas, 24 pulg. X 6 pies 8 pulg. (610 mm x 1980 mm); o ventanas tipo guillotina, 30 pulg. x 36 pulg. (760 mm x 915 mm) de abertura libre	Ventanas que provean una abertura libre de al menos 20 pulg. (510 mm) de ancho, 24 pulg. (610 mm) de altura, y 5.7 pies ² (0.53m ²) de área.
Nivel de la abertura de acceso	No más de 12 pulg. (305mm) sobre el piso; escalones si es más alto	No más de 12 pulg. (305 mm) sobre el piso; escalones si es más alto
Descarga al nivel del terreno terminado	Se permite una sección de escalera batiente si está aprobada por la autoridad competente	Escalera batiente o escalera de mano si está aprobada por la autoridad competente
Capacidad	½ pulg. (13 mm) por persona, si el acceso es por una puerta; 1 pulg. (25 mm) por persona, si el acceso es	10 personas; si existen escalones en abanico o escalera de mano desde el balcón inferior, 5

trepando por el antepecho de una ventana	personas; si se dan ambos casos, 1 persona
---	---

Nota. Tomado de (NFPA, 2018a), capítulo 7.

- i) **Escaleras de Mano Para Escape de Incendio.** Se debe permitir escaleras de mano para escape de incendio en los medios de egreso solo donde se den unos de los siguientes casos:
- ✓ Acceso a espacios no ocupados por techos.
 - ✓ Segundo medio de egreso desde los elevadores de granos de acuerdo con el capítulo 42.
 - ✓ Medios de egreso desde torres y plataformas elevadas alrededor de maquinarias o espacios similares que se encuentren sujetos a una ocupación máxima de tres personas mismas que tengan la capacidad de usar la escalera de mano.
 - ✓ Medio de egreso secundario desde salas de calderas o espacios similares siempre que estos tengan una ocupación máxima de tres personas y estas tengan la capacidad de usar la escalera de mano.
 - ✓ Acceso al nivel del terreno terminado desde el balcón o desde descanso más bajo de una escalera para escape de incendio solamente para edificios pequeños.
- j) **Deslizadores de Escape.** Es un componente de un medio de egreso que tiene una capacidad certificada de sesenta personas.
- k) **Dispositivos de Escalones Alternados.** Debe haber pasamanos en ambos lados de los dispositivos de escalones alternados, el espacio libre debe tener mínimo 43 centímetros y máximo 61 centímetros. La altura libre no debe tener menos de 20 centímetros, debe tener un ángulo entre 50° y 68° tomando referencia de la horizontal, no debe tener una carga mayor a tres ocupantes.
- l) **Áreas de Refugio.** Es un piso en un edificio que está protegido por un sistema aprobado y supervisado de rociadores automáticos de acuerdo con

la sección 9.7; tiene un piso accesible que está uno o más pisos arriba o debajo de un piso de descarga.

- m) **Ascensores en Torres.** Se lo considera como un segundo medio de egreso desde una torre, para ser usada la torre y cualquier estructura asociada debe estar protegida de manera total por un sistema aprobado y supervisado de rociadores automáticos según sección 9.7. Su ocupación no debe exceder a las 90 personas, las descargas desde la torre deben ser hacia afuera directamente (NFPA, 2018a).

2.14. Medios de Extinción

2.14.1. *Enfriamiento*

Este medio hace que se reduzca la temperatura de los combustibles para arrancar el equilibrio térmico y de esta manera se disminuye el calor y por ende se extingue el fuego.

2.14.2. *Sofocación*

En la sofocación lo que se hace es tratar de eliminar el oxígeno que está en el incendio, esto consiste en tapar el fuego, de esta manera dejará de tener relación con el oxígeno y se puede extinguir debido a que se rompe la cadena de aire-combustible.

2.14.3. *Segregación*

Trata de encerrar los materiales combustibles que están quemándose a través de dispositivos que cortan el flujo del fuego o con barreras usadas como aisladores.

2.14.4. *Eliminación*

Esto se consigue rompiendo el enlace del flujo al área en el que haya gases o líquidos o de los lugares cercanos al área de fuego, de manera indirecta refrigerando los materiales inflamables que se encuentren cerca del área de fuego (Narváez & Sangucho, 2010).

2.15. Elementos Usados para la Extinción de Incendios

2.15.1. Gabinetes Contra Incendios

Son unidades que están ubicadas de forma adecuada en una edificación, su objetivo es estar listos para prevenir un incendio, estos aparatos están ubicados en la pared y deben ser fijos en el lugar, se dotan de agua a través de la red de agua. El gabinete está constituido de elementos tales como la manguera, el hacha, la válvula, pitón de descarga, boquilla y extintor (Gonzaga, 2018).

Figura 16

Gabinete contra Incendios con sus Elementos



Nota. Este es un modelo de gabinete contra incendios. Tomado de Alpisan.

a) **Clases de Sistemas de Gabinetes.** Las clases de Sistemas de Gabinetes se detallan a continuación:

- ✓ **Sistema Clase I.** Un sistema que provee uniones para mangueras de 2 ½ pulg. (65 mm) sirve para abastecer de agua para que usen los cuerpos de bomberos.
- ✓ **Sistema Clase II.** Un sistema que provee uniones para mangueras de 1 ½ pulg. (40 mm) sirve para abastecer de agua para que usen los cuerpos de bomberos o el personal que este capacitado para dar la respuesta en el conato de incendio.
- ✓ **Sistema Clase III.** Un sistema que provee uniones para mangueras de 1 ½ pulg. (40 mm) sirve para abastecer de agua para que usen las personas que estén capacitadas para dar la respuesta en el conato de

incendio y mangueras de 2 ½ pulg. (65 mm) que sirve para abastecer más agua para que usen los cuerpos de bomberos (NFPA, 2019b).

2.15.2. *Hidrantes*

Un hidrante es una válvula con conexión externa, esta abastece un suministro de agua a las conexiones de mangueras. La conexión desde el hidrante hasta la tubería no debe ser menor a 6 pulg. (150mm) (NFPA, 2019c).

Figura 17

Tipos de Hidrantes



Nota. Ejemplo de tipos de hidrantes. Tomado de Semamcoin.

2.15.3. *Válvulas*

- a) **Válvula de Retención (Check Valve).** Es una Válvula que permite que haya fluido en una sola dirección.
- b) **Válvula Indicadora.** Es una válvula con mecanismos que brindan la posición de operar la válvula tanto abierta como cerrada.
- c) **Válvula de Drenaje Automático.** Es un aparato que sirve para eliminar el agua de la tubería o cavidades de válvula a través de la gravedad cuando se necesite el sistema seco debido a que no esté en uso.
- d) **Válvula de Control.** Es la que se encarga de controlar el fluido que se conectan a los aparatos y sistemas protectores de incendios basados en agua (NFPA, 2019c).

Figura 18

Válvula de Retención



Nota. Ejemplo de una válvula de retención. Tomado de PNGWING

- e) **Válvula de Ángulo Reductora de Presión.** Se conforma de una válvula angular y una válvula reductora de presión. Esta válvula se encarga de limitar que el flujo total pase (Gonzaga, 2018).

Figura 19

Válvula de Ángulo Reductora de Presión



Nota. Ejemplo de una válvula de ángulo reductora de presión. Tomado de KraptorFlex Corporation.

- f) **Válvula de Alarma.** Las válvulas de alarma son aquellas que accionan a alarmas eléctricas o hidráulicas, al momento que haya un fluido sin interrupciones en el sistema de tuberías estas se activan, parecidas a la rapidez de vaciado de rociadores que se han encendido por un conato de incendio (Gonzaga, 2018).

Figura 20

Válvula de Alarma



Nota. Válvula de retención de alarma de la serie FCV tipo mojado. Tomado de Alhisac Perú.

2.15.4. *Tuberías*

Las tuberías de sistemas contra incendios deben tolerar altas presiones, razón por la que son de acero al carbono, el sistema que usan para soldar es por resistencia eléctrica. Esta tubería está elaborada para conducir el agua, gas, petróleo, aire presurizado y fluidos no corrosivos con presiones fuertes (Gonzaga, 2018).

Figura 21

Tubería de Acero ASTM A 53



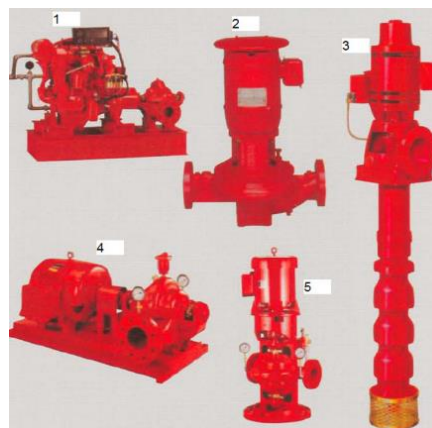
Nota. ASTM-tubería de acero para lucha contra incendios, A53 ERW Gr.B, pintada en rojo, 1 "x 6m, con extremos roscados y ranurados. Tomado de Alibaba.com.

2.15.5. *Bomba Contra Incendio*

Es una bomba que suministra fluido de líquido y presión que son encargados de la protección contra incendios (NFPA, 2019c).

Figura 22

Bombas para uso en Sistemas de Protección Contra Incendios



Nota. Tomado de Lenin Stalin Pesántez Verdezoto y Danny Marcelo Campoverde Naranjo.

Existen diferentes tipos de bombas, entre las más comunes podemos encontrar las siguientes:

- a) Bomba centrífuga de carcasa partida horizontalmente con motor a diesel
- b) Bomba centrífuga vertical en línea

- c) Bomba de centrífuga de turbina vertical
- d) Bomba centrífuga de carcasa partida horizontalmente con motor eléctrico
- e) Bomba centrífuga de carcasa partida montada en vertical (Pesantez, 2010).

Figura 23

Grupo de Bomba Contra Incendios de Carcasa Dividida



Nota. Grupo de bomba contra incendio accionada por motor eléctrico o diésel. Tomado de B.C.I Bombas y Equipos Contra Incendios sas.

2.15.6. Rociadores Automáticos

Es un aparato usado para controlar o suprimir incendios, estos funcionan de manera automática cuando se calientan con el calor, una vez que llegan a su límite de soporte de temperatura realizan la descarga del agua en el área donde está ubicado (NFPA, 2019a).

Figura 24

Rociadores Contra Incendios



Nota. Tomado de Extintores Presman.

Un sistema de rociadores está compuesto por una red compuesta de tuberías, su diseño es de acuerdo con las normas especificadas para la protección contra

incendios, su composición cuenta con fuente de abastecimiento de agua, válvula de control de agua, alarma de flujo de agua y un drenaje, se instalan en la parte alta de cualquier estructura (NFPA, 2019a).

2.15.7. Siamesa

Proporcionan la posibilidad de que un cuerpo de bomberos pueda conectarse con mangueras exteriores, para brindar provisión adicional al sistema contra incendios en cualquier edificación.

Figura 25

Siamesa Contra Incendios



Nota. Tomado de Kos&Kiel Comercializadora Internacional.

2.16. Clasificación de Riesgos según Ocupación

2.16.1. Riesgo Extra-1

Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cuantía y su inflamabilidad en lo que refiere a contenido sean muy altas y existe polvos, pelusas, además otro tipo de materia prima que tenga la posibilidad de liberar calor de manera abundante o significativa y desarrollar un incendio de forma ligera, pero en este riesgo existe cantidades mínimas o no existe la presencia de líquidos inflamables.

2.16.2. Riesgo Extra-2

Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cuantía y su inflamabilidad en lo que refiere a contenido sean moderadas a sustancias líquidas inflamables, o también estas ocupaciones tengan estén con una alta protección de combustibles.

2.16.3. Riesgo Leve

Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cuantía y su inflamabilidad en lo que refiere a contenido sean bajas y si liberan calor va a ser en cantidades bajas.

2.16.4. Riesgo Ordinario 1

Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cuantía y su inflamabilidad en lo que refiere a contenido no superan a la cantidad de almacenaje misceláneo de Clase 2, 3, 4, plásticos, neumáticos y papel enrollado como se indica en la Tabla 4.3.1.7.1. de la NFPA 13.

2.16.5. Riesgo Ordinario 2

Son las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cuantía y su inflamabilidad en lo que refiere a contenido sean desde moderadas hasta altas, sus apilamientos se limitan a no pasarse de 12 pies o 3.66 metros al liberar calor, si liberan calor en tasas altas deben limitarse a no pasar los 8 pies o 2.4 metros de elevación (NFPA, 2019a, p. 32).

2.17. Normativa

2.17.1. Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios

Este reglamento dispone su uso en todo el territorio nacional, en edificaciones nuevas y también en las que requieran alguna modificación, ampliación o remodelación siendo estas públicas, privadas o las dos, cuando su ocupación sea de comercio, almacenaje, actividades educacionales, servicios de emergencia, se usen como alojamiento, atención hospitalaria, se presten algún tipo de servicios o de cualquier tipo de concentración de público, a partir de su expedición en el 2009.

Los cuerpos de bomberos del país serán los encargados de hacer que se cumpla lo estipulado en La Ley de Defensa Contra Incendios (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

2.17.2. Norma Ecuatoriana de la Construcción Contra Incendios NEC HS CI

Esta norma establece criterios mínimos para su diseño con el objetivo es precautelar la seguridad humana ante el fuego. Se expide en el año 2019 donde establece que una vez que entre en vigor debe ser aplicada en el diseño y construcción de edificaciones nuevas en todo el territorio nacional, en las edificaciones existentes que ya han sido reguladas. Para las edificaciones que existan y se las vaya a someter a modificaciones, remodelaciones o ampliaciones con cambio de ocupaciones o se mantenga igual se deberá regir con esta normativa.

La Norma Ecuatoriana para la construcción NEC HS CI indica que sus términos y definiciones son contenidos en el código de seguridad humana de la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego NFPA 101, NTE INEN ISO 13943 y el DB-SI.

Según NEC HS CI se clasifica por ocupación y uso de acuerdo con lo que establece la NFPA 101 en su Capítulo 6.

Entre su ocupación podemos mencionar los siguientes que son de interés para el presente trabajo:

- Reuniones Públicas: Ocupación y uso (1) utilizada para reunir a cincuenta o más personas para deliberación, culto, entretenimiento, comida, bebida, diversión, espera de transporte o usos similares; o (2) utilizada como edificio de divertimento especial, independientemente de su carga de ocupantes [NFPA 101:6.1.2]
- Mercantil / Comercial: Ocupación y uso utilizado para la exhibición y venta de mercancías. [NFPA 101:6.1.10].
- Negocios / Oficinas / Servicios: Ocupación y uso utilizado para la transacción de negocios diferentes de las mercantiles/comercial. [NFPA 101:6.1.11]
- Industrial / Manufactura: Ocupación y uso donde se fabrican productos o se llevan a cabo operaciones de procesamiento, ensamblado, mezclado, empaque, acabado, decorado o reparación. [NFPA 101:6.1.12]

- Almacenamiento: Ocupación y uso utilizado principalmente para el almacenamiento o cobijo de bienes, mercaderías, productos o vehículos. [NFPA 101:6.1.13]
- Ocupaciones Múltiples: Edificio o estructura en el que existen dos o más clases de ocupaciones. [NFPA 101:6.1.14]

Los documentos que se enumeran a continuación de manera total o en parte son aquellos indispensables en referencia normativa y se debe usar la última edición en español (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019).

- NFPA 101 Código de Seguridad Humana.
- NFPA 1 Código de prevención de Incendios.
- NFPA 4 Norma para pruebas integradas de sistemas de protección contra incendios de seguridad humana.
- NFPA 10 Extintores Portátiles.
- NFPA 13 Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores.
- NFPA 14 Instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras.
- NFPA 15 Sistemas fijos de aspersores de agua.
- NFPA 20 Instalación de bombas estacionarias.
- NFPA 24 Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios.
- NFPA 25 Inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección a base de agua.
- NFPA 72 Código Nacional de Alarmas.
- NFPA 88A Estructuras de estacionamientos.
- DB-SI: Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de Edificación.
- NTE INEN ISO 13943: Protección contra incendios – Vocabulario.
- NTE INEN 3083: Sistemas Contra Incendio. Tubos Plásticos de Poli (Cloruro de Vinilo) No Plastificado (PVC-U), Poli (Cloruro de Vinilo) Orientado (PVC-O) o Polietileno de Alta Densidad Tipo: PE 100 y PE 80, y accesorios, para uso en líneas de conducción y redes de distribución de agua a presión, enterradas en servicios privados. Requisitos.

- NTE INEN 3131: Sistemas Contra Incendio en Edificaciones. Tubería y Accesorios de Poli (Cloruro de Vinilo) Clorado (CPVC), para sistemas de rociadores automáticos de agua en ocupaciones con riesgo leve. Requisitos y Métodos de Ensayo.

2.18. Componentes del Sistema Contra Incendios

2.18.1. Medios de Egreso

Los medios de egreso son de gran importancia al momento de producirse un incendio, ya que están conformados de tres partes fundamentales que son (1) el acceso a salida, (2) la salida, y (3) la descarga de salida.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC HS CI se debe cumplir con los requisitos establecidos en la NFPA 101, basados en la ocupación y uso de la edificación.

La altura es considerada desde el nivel de descarga hasta el piso más alto que se pueda ocupar.

Para construcciones de ocupación y uso residencial, mercantiles / comercial, de negocios / oficinas / servicios o mixto, con una altura menor o igual a 28 metros y que tenga un recorrido máximo de evacuación hasta una descarga de planta que no exceda de 25 metros, se debe incluir un solo medio de egreso debido a que su área no es de gran magnitud.

2.18.2. Sistemas de Detección y Alarma

Según la NEC HS CI se debe cumplir con los requisitos establecidos en la NFPA 101, basados en la ocupación y uso de la edificación.

Para la instalación de sistemas de detección y alarmas la norma que se aplica es la NFPA 72, el objetivo de esta norma es precisar los medios que puedan activar señales, transferirlas, comunicarlás y anunciarlas, los niveles de desempeño, su confiabilidad de acuerdo al tipo de alarma de incendios usado, sistemas de alarmas de estaciones de supervisión, sistemas públicos de reporte de alarmas de

emergencias, dispositivos de avisos de incendios, sistemas de comunicaciones de emergencias y sus componentes.

2.18.3. Medios de Extinción

Según la NEC HS CI se debe cumplir con los requisitos establecidos en la NFPA 101, basados en la ocupación y uso de la edificación.

- a) Para extintores portátiles aplicar la norma NFPA 10.
- b) Para instalación de tuberías para servicio privado de incendio que no esté conectado a la red pública usar NFPA 24.
- c) Se puede usar tuberías de PVC, PVC-O y PE para servicio privado de incendios en instalaciones enterradas de conducciones y redes de distribución de acuerdo con el literal b de este documento y con la norma NFPA 24 y NTE INEN 3083 VIGENTE.
- d) Para instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras usar NFPA 14.
- e) Para instalación de un sistema de rociadores usar NFPA 13.
- f) Se puede usar tuberías y accesorios plásticos de CPVC para implementar redes de rociadores automáticos en edificios que se clasifiquen con un riesgo leve, de acuerdo con las normas NFPA 13, NFPA 13R, NFPA 13D y NTE INEN 3131 vigente.
- g) Para instalación de aspersores usar NFPA 15.
- h) Para instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios usar NFPA 20 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Descripción del Centro Comercial Buenaventura Moreno

El Centro Comercial Buenaventura Moreno se encuentra ubicado en la provincia de Santa Elena, cantón La Libertad, barrio Mariscal Sucre, calles 19/20 NE, avenida quinta y sexta.

El Centro Comercial Buenaventura Moreno nace a partir de la idea de reorganizar a pequeños y medianos comerciantes debido a que estos se hallaban trabajando en las calles, la estructura es de dos pisos, en la cual se encuentran 514 módulos, 2 baterías sanitarias distribuidas en las dos plantas, área administrativa, zona de parqueadero, jardines, cuenta además con 6 accesos de salida, 2 en la planta alta y 4 en la planta baja (Ver anexos 1 y 2).

En la zona está ubicada además una plazoleta con un escenario, lugar en el cual en épocas festivas lo usan para el comercio o actividades sociales, de igual manera esta anexada un área de comida que usan otros comerciantes para el expendio de alimentos.

3.2. Evaluación del Sistema Contra Incendios Actual del Centro Comercial Buenaventura Moreno con NFPA 25

Para poder entender por qué se está proponiendo la ampliación y mejoramiento del sistema contra incendios para el Centro Comercial Buenaventura Moreno se realizó una evaluación en la que se empleó fichas técnicas para determinar si las condiciones son adecuadas o no.

A continuación, se detallan los datos evaluados:

Tabla 7

Equipos Evaluados y Estado del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno

EQUIPO	CANTIDAD	ESTADO
---------------	-----------------	---------------

Detector de humo	NO EXISTE	_____
Sirena	NO EXISTE	_____
Luz estroboscópica	NO EXISTE	_____
Estación manual	NO EXISTE	_____
Panel de sistema	NO EXISTE	_____
Detector de calor	NO EXISTE	_____
Detector de gases	NO EXISTE	_____
Fuente de poder	NO EXISTE	_____
Sistema de columna seca	NO EXISTE	_____
Rociadores	NO EXISTE	_____
Sistema de boca de incendios	5	ELEMENTOS INCOMPLETOS
Extintores móviles	3	HABILITADOS
Extintores portátiles	14	HABILITADOS
Bomba estacionaria contra incendios	NO EXISTE	_____
Hidrante	1	HABILITADO
Tanque de almacenamiento de agua para el control de incendios	NO EXISTE	_____

Figura 26

Elementos del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno Planta Baja



Figura 27

Elementos del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno Planta Alta

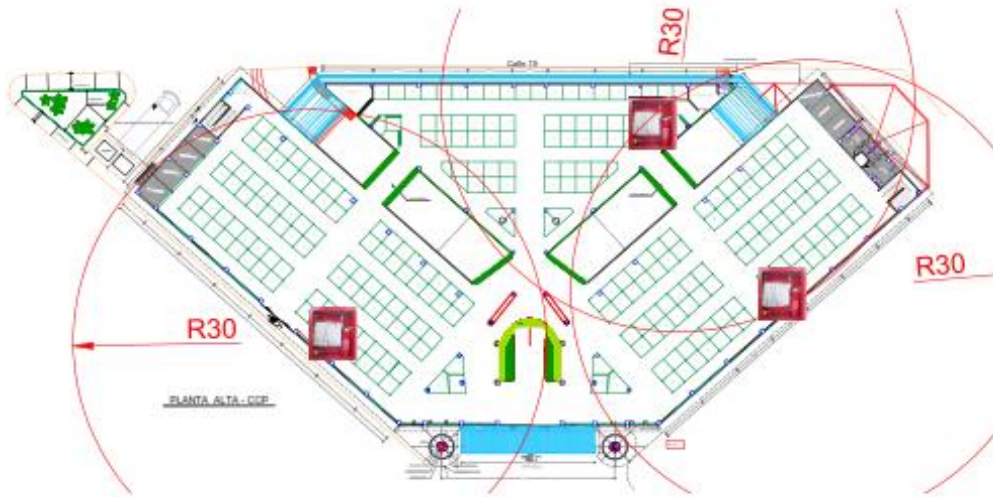


Tabla 8

Revisiones en el Sistema Contra Incendios

CONCEPTO	ESTADO	ACCIÓN REALIZADA
Revisión General del Sistema.	Anomalías y fugas.	Si. Ver Figura 28
	Hay presencia elementos defectuosos.	Si. Ver Figura 29
	Ausencia de elementos del Sistema Contra Incendios.	Si. Ver Figura 30
Revisión de corrosión.	Presencia de procesos de corrosión en el Sistema.	Si. Ver Figura 31
	Elementos con corrosión.	Si. Ver Figura 31
Revisión de medidas y ubicación de elementos del sistema contra incendios.	Distancias correctas de medios de egreso.	Si. Ver Figura 32 Figura 33
	Elementos ubicados de manera correcta.	Ausencia de elementos. Ver Figura 34
Revisión de señalética.	Presencia de señalética.	En extintores. Ver Figura 35
	Señalética ubicada correctamente.	En extintores. Ver Figura 35
Revisión de mapa de recursos.	Presencia de mapa de recursos.	No. No existe mapa de recursos.

Figura 28

Anomalías y Fugas en Conexiones para Mangueras en el Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno



Figura 29

Elemento Defectuoso en el Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno



Figura 30

Ausencia de Elementos en el Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno



Figura 31

Presencia de Procesos de Corrosión en el Sistema



Figura 32

Distancias de Rutas de Medios de Egreso de la Planta Baja del Centro Comercial Buenaventura Moreno



Figura 33

*Distancias de Rutas de Medios de Egreso de la Planta Alta del Centro Comercial
Buenaventura Moreno*

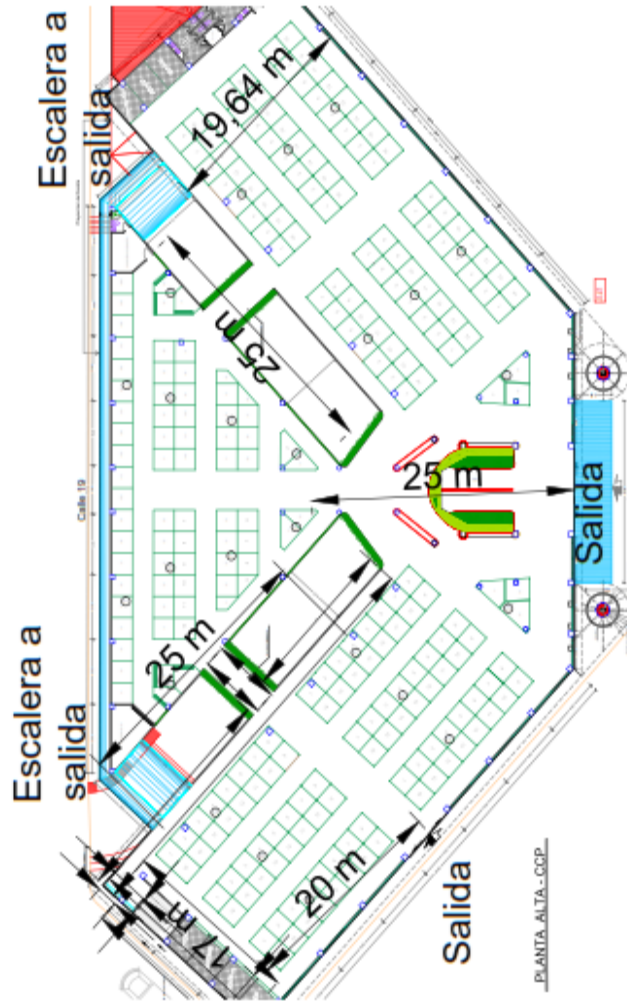


Figura 34

*Elementos Incompletos del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial
Buenaventura Moreno*



Figura 35

Presencia de Señalética de Extintores del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno



De acuerdo con el capítulo 6 de la NFPA 25 edición 2020 al realizar la inspección y prueba del sistema contra incendios se debe verificar que sus elementos estén libres de corrosión, algún daño físico, material que no pertenezca al sistema, haya sido manipulado sin la condición adecuada o alguna causa que haga que el sistema contra incendios no esté en condición óptima para su uso.

3.2.1. Conexiones para Mangueras

Las conexiones para mangueras deben ser inspeccionadas anualmente para verificar las siguientes conexiones:

Tabla 9

Condiciones Evaluadas de las Conexiones para Mangueras del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno

CONDICIÓN DE ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIÓN
Tapa de Válvulas faltantes o dañadas.		X	Buen estado
Conexión para mangueras contra incendios dañada.	X		No se ajusta correctamente.
Mangos de válvulas faltantes o dañados.			No se precisa
Empaquetaduras de tapas faltantes o deterioradas.			No se precisa
Fugas en la válvula.	X		Presencia de humedad.

Obstrucciones visibles y físicas en las conexiones para mangueras.	X	No presenta obstrucciones.
Dispositivo de restricción de presión faltante.	X	No existe
Válvula manual, semiautomática o de montante seco no funciona correctamente.		No se precisa
Roscas de válvulas dañadas.	X	Funciona correctamente

Figura 36

Prueba del Sistema Contra Incendios del Centro Comercial Buenaventura Moreno



3.2.2. Conexiones para Mangueras

Las tuberías deben ser inspeccionadas anualmente para verificar las siguientes conexiones:

Tabla 10

Condiciones Evaluadas de las Tuberías del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno

CONDICIÓN DE ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIÓN
Tuberías dañadas.		X	No presenta fallas.
Válvulas de control dañadas.			No se precisa.
Dispositivo de soporte de tubería			No se precisa.

faltante o dañado (soporte colgante o arriostramiento para sismorresistente faltante o dañado). Dispositivo iniciador de señal de supervisión dañado.	No existe.
--	------------

3.2.3. Mangueras

Las mangueras deben ser inspeccionadas anualmente para verificar las siguientes conexiones:

Tabla 11

Condiciones Evaluadas de las Mangueras del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno de acuerdo con NFPA 1962:

CONDICIÓN DE ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIÓN
Moho, cortes, abrasiones y deterioro.			No se precisa.
Acoples de roscas de manguera dañados.			No se precisa.
Empaquetaduras faltantes o deterioradas.		X	Completas.
Roscas incompatibles en acoples.			No se precisa.
Manguera no conectada a válvula ni a niple de soporte de manguera.	X		Las mangueras no están conectadas a la válvula.
Prueba de manguera no actualizada.	X		No se ha realizado pruebas de manguera.

3.2.4. Boquillas de Mangueras

Las boquillas de mangueras deben ser inspeccionadas anualmente para verificar las siguientes conexiones:

Tabla 12

Condiciones Evaluadas de las Boquillas del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno:

CONDICIÓN DE ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIÓN
Boquilla de manguera faltante.		X	Presentan boquilla
Empaquetadura faltante o deteriorada.			No se precisa.
Obstrucciones.		X	No hay obstrucciones en las boquillas de manguera.
No funciona correctamente.		X	Funcionan de manera adecuada.

3.2.5. Boquillas de Mangueras

Los dispositivos de almacenamiento de mangueras deben ser inspeccionadas anualmente para verificar las siguientes conexiones:

Tabla 13

Condiciones Evaluadas de los Dispositivos de Almacenamiento de Mangueras del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno:

CONDICIÓN DE ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIÓN
Dificultad para funcionar.		X	Funcionan de manera adecuada.
Dañado.	X		Presentan corrosión.
Obstrucción visible o física.		X	No tienen presencia de obstrucciones.
Manguera enrollada o colocada incorrectamente en el soporte.		X	Solo en 1 gabinete, ausencia de manguera en los demás gabinetes (4).
Clip de boquilla no debidamente colocado en gabinete sin una oscilación de al menos 90 grados.		X	Colocado de manera correcta.

3.2.6. Gabinetes

Los gabinetes deben ser inspeccionadas anualmente para verificar las siguientes conexiones:

Tabla 14

Condiciones Evaluadas de los Gabinetes del Sistema Contra Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno:

CONDICIÓN DE ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIÓN
Inspección general para detectar piezas corroídas o dañadas.	X		Existen elementos con corrosión.
Dificultad para abrirse.	X		Presencia de elementos físicos que impiden abrir los gabinetes.
Puerta del gabinete no se abre en su totalidad.	X		Presencia de locales que bloquean la abertura de puertas de gabinetes.
Vidrio de la puerta agrietado o roto.		X	No presenta agrietamiento ni rotura.
Cerradura del gabinete de tipo de vidrio rompible no funciona apropiadamente.			No se precisa.
Dispositivo para rotura de vidrio faltante o no colocado.	X		Ausencia de elemento.
No se identifica apropiadamente que contienen los equipos contra incendios.	X		Ausencia de elementos en los gabinetes.
Obstrucciones visibles o físicas.	X		Locales mal ubicados, impiden el uso de los gabinetes.
Todas las válvulas, mangueras, boquillas, extintores, etc., fácilmente accesibles.		X	Locales mal ubicados, impiden el acceso a los elementos de los gabinetes. Ausencia de elementos en los gabinetes.

Figura 37

Obstrucciones Físicas que Impiden el Uso de los Gabinetes



Según la NFPA 25 edición 2020 (pag 28) las pruebas hidrostáticas de no menos de 200 psi (13.8 bar) de presión durante 2 horas, o a 50 psi (3.4 bar) por encima de la presión máxima excede los 150 psi (10.3 bar), deben realizarse cada 5 años en los sistemas de montantes secos semiautomáticos, entre ellos estan las tuberías de la conexión del cuerpo de bomberos.

Se procedio a realizar la prueba del sistema contra incendios en la cual no se logro llegar a los requerimientos de presión que estipula la NFPA 25 respecto a las prueba hidrostática debido a que la presión no alcanza los 200 psi (13.8 bar) y tampoco los 150 psi (10.3 bar), en caso de un flagelo solo se puede usar un gabinete con 70 psi 4.8 bar), al usar más gabinetes la presión disminuye considerablemente.

Existe la presencia de un tanque de almacenamiento, pero este no tiene conexión con el sistema contra incendios instalado en el Centro Comercial Buenaventura Moreno.

Se cuenta con una siamesa, misma que tiene una conexión desconocida debido a la ausencia de planos, al momento de realizar la prueba no se pudo verificar su eficiencia debido a que el carro del cuerpo de bomberos se conecto a la misma, pero la presión del agua en los gabinetes no se modificó.

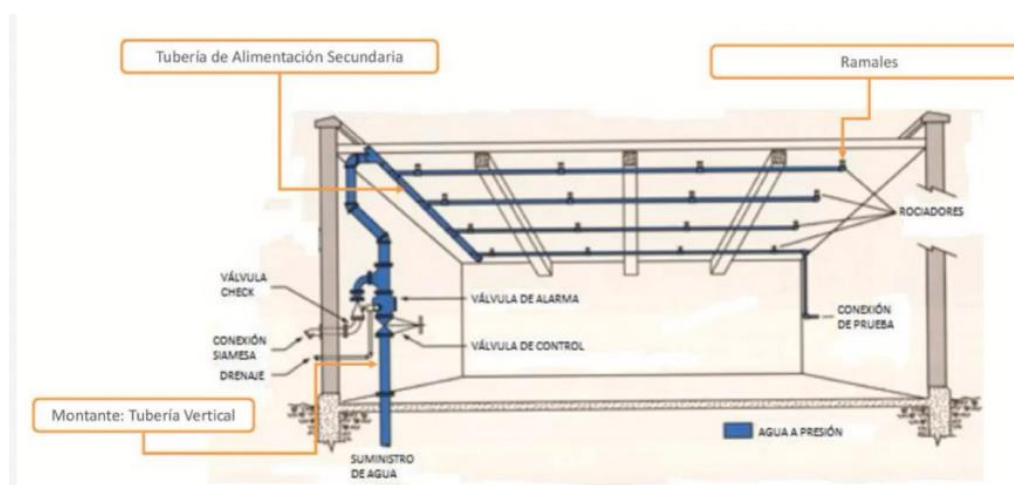
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Diseño del Sistema Contra Incendios para el Centro Comercial Buenaventura Moreno

Este capítulo está compuesto por el diseño hidráulico de protección contra incendios (medios de extinción) para el Centro Comercial Buenaventura Moreno, exigencias para medios de egreso, los requisitos para un sistema de detección y alarma y el análisis del precio general de este diseño.

Figura 38

Componentes Principales Sistema Sprinkler



Nota. Tomado de Conferencia de Plastigama Wabin, Año 2021.

Este trabajo se basa en las normas NFPA 101, 1, 4, 10, 13, 14, 15, 20, 24, 25, 72, DB-SI, NTE INEN ISO 13943, NTE INEN 3083, NTE INEN 3131.

- ✓ NFPA 101 Código de Seguridad Humana.
- ✓ NFPA 1 Código de prevención de Incendios.
- ✓ NFPA 4 Norma para pruebas integradas de sistemas de protección contra incendios de seguridad humana.
- ✓ NFPA 10 Extintores Portátiles.
- ✓ NFPA 13 Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores.

- ✓ NFPA 14 Instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras.
- ✓ NFPA 15 Sistemas fijos de aspersores de agua.
- ✓ NFPA 20 Instalación de bombas estacionarias.
- ✓ NFPA 24 Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios.
- ✓ NFPA 25 Inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección a base de agua.
- ✓ NFPA 72 Código Nacional de Alarmas.
- ✓ NFPA 88A Estructuras de estacionamientos.
- ✓ DB-SI: Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de Edificación.
- ✓ NTE INEN ISO 13943: Protección contra incendios – Vocabulario.
- ✓ NTE INEN 3083: Sistemas Contra Incendio. Tubos Plásticos de Poli (Cloruro de Vinilo) No Plastificado (PVC-U), Poli (Cloruro de Vinilo) Orientado (PVC-O) o Polietileno de Alta Densidad Tipo: PE 100 y PE 80, y accesorios, para uso en líneas de conducción y redes de distribución de agua a presión, enterradas en servicios privados. Requisitos.
- ✓ NTE INEN 3131: Sistemas Contra Incendio en Edificaciones. Tubería y Accesorios de Poli (Cloruro de Vinilo) Clorado (CPVC), para sistemas de rociadores automáticos de agua en ocupaciones con riesgo leve. Requisitos y Métodos de Ensayo.

Para el cálculo hidráulico se establecerá las dimensiones de tuberías, se instalará una bomba contra incendios para la cual se seleccionará entre las bombas eléctricas, diésel y jockey. Se seleccionará el tipo de sistema de detección y alarma.

4.1.1. Clasificación por Ocupación y Uso del Centro Comercial Buenaventura Moreno

El Centro Comercial Buenaventura Moreno se lo ha clasificado de acuerdo con la NFPA 101 edición española 2018, capítulo 6 como OCUPACIÓN MIXTA (6.1.14.2.2) debido a que entre sus ocupaciones están las de uso mercantil (6.1.10.1), de negocios (6.1.11.1), almacenamiento (6.1.13.1) y reuniones públicas (6.1.2.1).

Figura 39

Almacenamiento de Vehículos



En el Centro Comercial se realizan actividades como venta de ropa, calzado, es un lugar usado para entretenimiento, tiene áreas de expendio de comida, bebida, zona de diversión, prestación de servicios para reparación de dispositivos electrónicos, se almacena mercadería, vehículos y otros artículos.

Figura 40

Área de Reparación y Venta de Dispositivos Electrónicos



La clasificación del riesgo de acuerdo con el contenido en el Centro Comercial Buenaventura Moreno se lo realiza considerando las definiciones de la

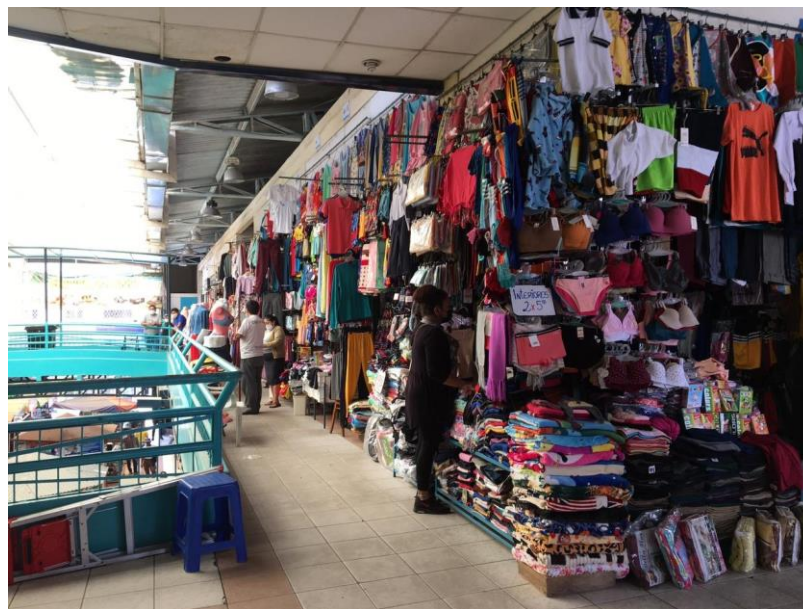
NFPA 101 edición española 2018, capítulo 6 literal 6.2.2.3 como CONTENIDO DE RIESGO ORDINARIO, ya que textualiza que “Los contenidos de riesgo ordinario deben clasificarse como aquellos que tienen la posibilidad de arder con una rapidez moderada o que generan un volumen de humo considerable”.

La NFPA 13 edición 2019 en su capítulo 3 literal 3.3.134.4 clasifica como RIESGO ORDINARIO GRUPO 2, ya que menciona “De riesgo ordinario grupo 2. Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son de moderadas a altas, los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor moderadas no exceden de 12 pies (3.66 m) y los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor altas no exceden los 8 pies (2.4 m)”.

Se considera que los apilamientos de almacenaje que liberen calor no superan los 12 pies (3.66 m) de altura y su emanación de calor se encuentran entre moderados a altos.

Figura 41

Almacenamiento de Mercadería



4.1.2. Rociadores

- a) **Tipos de Rociadores.** A continuación, se definen los tipos de rociadores según se especifica en la NFPA 13 (National Fire Protection Association, 2019).

- ✓ **Rociador con Modo de Control de Densidad/Área (CMDA).** Es un tipo de rociador pulverizador que provee control de incendios en lugares donde haya almacenamiento a través del uso del criterio 1 de densidad/área en diseños como se especifica en la NFPA.
- ✓ **Rociador con Modo de Control para Aplicaciones Específicas (CMSA).** Rociador pulverizador que tiene la capacidad de producir gotas grandes de agua cuyo objetivo es controlar incendios específicos de provocation alta.
- ✓ **Rociador Resistente a la Corrosión.** Está elaborado con material que resiste a la corrosión, tienen recubrimientos o revestimientos especiales, estos se usan en lugares donde generalmente los rociadores se corroerían.
- ✓ **Rociador Seco.** Se fija a un niple de extensión, este tiene un sello de cierre en el extremo de entrada de esta forma se evita que el agua entre en el niple mientras el rociador no esté en funcionamiento.
- ✓ **Rociador de Respuesta Rápida y Supresión Temprana (ESFR).** Tiene un dispositivo térmico que posee un RTI de 50 m/s (metros/segundos) $\frac{1}{2}$ o menos y está capacitado para suprimir fuegos de riesgos específicos de alto desafío.
- ✓ **Rociador de Cobertura Extendida.** Tiene un método de pulverizado cuyo objetivo es proteger distancias grandes.
- ✓ **Rociador de Institucional.** Su diseño es especial con resistencia a las cargas y tiene componentes que no se pueden usar como armas.
- ✓ **Rociador de Nivel Intermedio/Rociador de Almacenamiento en Estantería.** Está compuesto de preservadores integrales que

protegen elementos que operan en el lugar al descargar rociadores que estén en zonas más altas.

- ✓ **Boquilla.** Es usado en lugares que necesiten descargas de agua especial, pulverizado direccional u otras que no son comunes.
- ✓ **Rociador Convencional.** Este manda el agua en cantidades del 40% al 60% del total de agua, empieza con dirección hacia abajo, se instala de manera vertical o colgado con el deflector.
- ✓ **Rociador Abierto.** No tiene elementos que lo activen ni responden al calor.
- ✓ **Rociador de Ornamental/Decorativo.** Este ha sido pintado o chapado por el fabricante.
- ✓ **Detector de Línea Piloto.** Pulverizador estándar o dispositivo termostático que libera temperatura, es usado como detector al liberar la válvula principal neumática o hidráulicamente controlando el flujo de agua.
- ✓ **Rociador de Respuesta Rápida y Supresión Temprana (ESFR).** Tiene un dispositivo térmico que posee un RTI de 50 m/s (metros/segundos) o menos y está capacitado para suprimir fuegos de riesgos específicos.
- ✓ **Rociador de Respuesta Rápida y Cobertura Extendida.** Tiene un dispositivo térmico que posee un RTI de 50 m/s (metros/segundos) o menos y está capacitado para desempeñarse en zonas amplias.
- ✓ **Rociador de Respuesta Rápida (QR).** Tiene un dispositivo térmico que posee un RTI de 50 m/s (metros/segundos) o menos, está capacitado para responder de manera rápida en un uso previsto y tiene la característica de ser pulverizador.

- ✓ **Rociador Residencial.** Tiene un dispositivo térmico que posee un RTI de 50 m/s (metros/segundos) $\frac{1}{2}$ o menos y está capacitado para suprimir fuegos de riesgos específicos en viviendas en la cual la capacidad de supervivencia es alta en el cuarto donde inicio el fuego.
- ✓ **Rociador Especial.** Rociador que ha sido evaluado de diferentes formas con pruebas como humedad de muros y suelo, sensibilidad térmica, el tipo de riesgo, etc.
- ✓ **Rociador Pulverizador.** Se usa para controlar fuegos de diferentes tipos de riesgos.
- ✓ **Rociador Pulverizador Estándar.** Este rociador es de descarga tipo pulverizada, tiene el área de cobertura máxima de acuerdo cómo se muestren obstrucciones y las medidas que se deban tomar para que su labor sea el correcto (NFPA, 2019).

Los rociadores para este diseño se detallan se han elegido de tipo colgante estándar. En su instalación se usa tubería de Acero Negro según norma ASTM A 795, tubería recomendada para instalación de redes de agua para sistemas contra incendios, de acuerdo con los principios de diseño de NFPA 13 no se puede usar tubos de material ferroso con diámetro nominal menor a 1" (25mm), el número de rociadores que se pueden usar en cada tubería de acuerdo con el diámetro se detallan a continuación:

Tabla 15

Determinación del Número de Rociadores por Tubería para Riesgos Ordinarios

ACERO	
1"	2 rociadores
1 $\frac{1}{4}$ "	3 rociadores
1 $\frac{1}{2}$ "	5 rociadores
2"	10 rociadores
2 $\frac{1}{2}$ "	20 rociadores
3"	40 rociadores

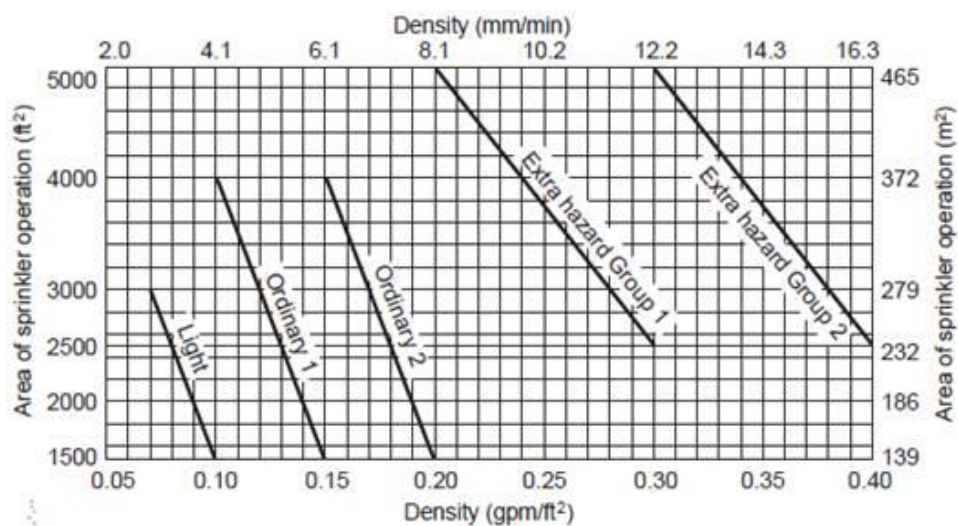
3 ½"	65 rociadores
4"	100 rociadores
5"	160 rociadores
6"	275 rociadores
8"	Ver sección 8.2.

Nota. Tomado de NFPA 13 edición 2016.

- b) **Presión Mínima y Caudal Requerido.** De acuerdo con la NFPA 13 en su numeral 19.3.3.1.1 en sus requisitos de demanda de agua se puede usar varios métodos para determinar la cantidad de agua con la que va a trabajar el sistema, uno de estos es el método de Densidad vs. Área (Ver Figura 42), con este método se determinara la cantidad de agua para rociadores, los elementos que conforman este método son el tipo de riesgo, el área que se va a proteger y el fluido.

Figura 42

Densidad vs. Área



Nota. Tomado de NFPA 13, figura 19.3.3.1.1, 2016.

Se ha clasificado en riesgo ordinario grupo 2, entonces se trabajará con una presión y un caudal mínimo de acuerdo al cálculo hidráulico, o según la Tabla 16 de la NFPA 13. Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de rociadores.

Tabla 16

Requisitos de Abastecimiento de Agua para Sistemas de Rociadores

Presión residual min. requerida	Caudal	Duración (minutos)
---------------------------------	--------	--------------------

Clasificación de la ocupación	psi	Bar	Gpm	L/min	
Riesgo Ordinario	20	1.4	850-1500	3218-5678	60-90

Nota. Tomado de NFPA 13, edición 2016.

Tabla 17

Requisitos de Asignación para Chorros de Mangueras y Duración del Suministro de Agua para Sistemas Calculados Hidráulicamente

Ocupación	Manguera interior		Manguera interior y exterior total combinada		Duración
	Gpm	L/min	gpm	L/min	
Riesgo leve	0.50, o 100	0.190, o 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0.50, o 100	0.190, o 380	250	950	60-90
Riesgo extra	0.50, o 100	0.190, o 380	500	1900	90-120

Nota. Tomado de NFPA 13, Tabla 19.3.3.1.2.

La cantidad de litros de agua que fluyen por el rociador en cada bar de presión de agua conocido como factor K usado para confirmar la cantidad de agua expulsada desde el rociador para poder sofocar un incendio debe estar guiada con la tabla que se detalla a continuación:

Tabla 18

Identificación de las Características de Descarga de Rociadores

Diámetro Nominal del Orificio		Factor K¹	Porcentaje de la Descarga Nominal de ½" pulgada	Tipo de Rosca (NPT)	Pivote	Diámetro Nominal de Orificio Marcado sobre el Armazón
(Pulgadas)	(mm)					
1/4	6,4	1,3-1,5	25	½ pulgada NPT	SI	SI
5/16	8,0	1,8-2,0	33,3	½ pulgada NPT	SI	SI

3/8	9,5	2,6-2,9	50	½ pulgada NPT	SI	SI
7/16	11,0	4,0-4,4	75	½ pulgada NPT	SI	SI
1/2	12,7	5,3-5,8	100	½ pulgada NPT	NO	NO
17/32	13,5	7,4-8,2	140	¾ pulgada NPT o	NO	NO
				½ pulgada NPT	SI	SI
5/8	15,9	11,0- 11,5	200	½ pulgada NPT o	SI	SI
				¾ pulgada NPT	SI	SI
3/4	19,0	13,5- 14,5	250	¾ pulgada NPT	SI	SI

Nota. Tomado de NFPA 13, Edición 2006.

4.1.3. Gabinetes

Los criterios usados para la colocación de gabinetes se los encuentra en la NFPA 14 capítulo 7, 2019. Hay 3 clases de gabinetes como se los enumera a continuación:

a) Sistema Clase I. Salidas a conexión de manguera de 2½” (65mm) que se usan como suministro para el cuerpo de bomberos y al personal capacitado para usar grandes caudales y presiones. Este gabinete clase I está compuesto por:

- ✓ Manguera
- ✓ Extintor
- ✓ Válvula
- ✓ Llave tensora
- ✓ Hacha
- ✓ Boquilla combinable

b) Sistema Clase II. Salidas a conexión de manguera de 1½” (40mm) se usa como suministro de agua como una respuesta inicial para el personal entrenado y cuerpo de bomberos. Este gabinete clase II está compuesto por:

- ✓ Manguera
- ✓ Extintor
- ✓ Válvula
- ✓ Llave tensora
- ✓ Hacha
- ✓ Boquilla combinable

c) Sistema Clase III. Salidas de conexión de manguera de 1½” (40mm), y también hay conexiones de mangueras de 2½” (65mm) para poder suministrar volúmenes de agua en cantidades más grandes para el uso del cuerpo de bomberos y demás personal capacitado para poder usar caudales grandes. El gabinete clase III está conformado por:

- ✓ Manguera 1½”.
- ✓ Manguera 2½”.
- ✓ Extintor
- ✓ Válvula 2½”.
- ✓ Llave tensora
- ✓ Hacha
- ✓ Boquilla combinante

En este diseño se eligió **GABINETES DE CLASE II.**

d) Presión Mínima y Caudal Requerido. Para poder especificar caudal y presión mínima y máxima requerida en los gabinetes usamos NFPA 14, 2019, ya que cada clase de gabinete tiene requerimientos diferentes como se indican:

La presión máxima en cualquier punto del sistema en cualquier momento no debe pasar los 400 psi (28 bar).

- ✓ **Sistema Clase I.** Para este sistema se requiere un caudal mínimo de 500 gpm (1893 L/min). La presión mínima se considerará de 100 psi para la conexión de 2½”.

- ✓ **Sistema Clase II.** Para este sistema se requiere un caudal mínimo de 100 gpm (379 L/min). La presión mínima se considerará de 65 psi para la conexión de 1½”.
- ✓ **Sistema Clase III.** Para este sistema se requiere un caudal mínimo de 500 gpm (1893 L/min). La presión mínima se considerará de 100 psi para la conexión de 2½” y de 65 psi para la conexión de 1½” (NFPA, Norma para la instalación de tubos verticales y mangueras, 2019).

4.1.4. Bombas

Para el diseño con bombas en un sistema contra incendios usamos la NFPA 20 para la selección, desempeño y características. Al momento de realizar la selección de bomba se debe tomar en cuenta los requerimientos para el desarrollo del trabajo que se está diseñando.

Los motores deben ser aceptables para las bombas y pueden ser eléctricos, diésel, turbinas de vapor o estos de manera combinada, pero no puede equiparse con dos motores, siempre uno solo (NFPA, Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios, 2019).

- a) **Caudales de Bombas Contra Incendio Centrífugas.** Los caudales de las bombas contra incendio centrífugas se encuentran en la NFPA 20 capítulo 4, 2019 y se muestran como indica la siguiente tabla:

Tabla 19

Caudales de las Bombas Contra Incendio Centrífugas

Gpm	L/min	gpm	L/min
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032

500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

Nota. Tomado de NFPA 20, Tabla 4.10.2, 2019.

Las bombas deben estar ubicadas en un cuarto de bomba para ser protegidos los elementos como son motor, controlador, suministro de agua, suministro de energía ante la posibilidad de verse interrumpido el servicio por daños provocados por explosiones, incendios, inundaciones, terremotos, roedores, insectos, tormentas de viento, congelamiento, vandalismo y demás ambientes desfavorables (NFPA, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección Contra Incendios, 2019).

La NFPA 20, brinda el dimensionamiento de tuberías de acuerdo con el caudal del equipo como se indica en la Tabla 20.

Tabla 20

Diámetro de Tuberías para Bombas

Capacidad (gpm)	Tamaño mínimo de la tubería (nominal)						
	Succión (Pulg.)	Descarga (Pulg.)	Válvula de alivio (Pulg.)	Descarga de alivio (Pulg.)	Dispositivo de medición (Pulg.)	Cantidad y tamaño de válv. De manguera (Pulg.)	Suministro de cabezal de manguera (Pulg.)
25	1	1	¾	1	1¼	1 - 1½	1
50	1½	1½	1¼	1½	2	1 - 1½	1½
100	2	2	1½	2	2½	1 - 2½	2½
150	2½	2½	2	2½	3	1 - 2½	2½
200	3	3	2	2½	3	1 - 2½	2½
250	3½	3½	2	2½	3½	1 - 2½	3
300	4	4	2½	3½	3½	1 - 2½	3
400	4	4	3	5	4	2 - 2½	4
450	5	5	3	5	4	2 - 2½	4
500	5	5	3	5	5	2 - 2½	4
750	6	6	4	6	5	3 - 2½	6
1000	8	8	4	8	6	4 - 2½	6
1250	8	8	6	8	6	6 - 2½	8
1500	8	8	6	8	8	6 - 2½	8
2000	10	10	6	10	8	8 - 2½	8
2500	10	10	6	10	8	12 - 2½	10
3000	12	12	8	12	8	12 - 2½	10
3500	12	12	8	12	10	16 - 2½	12
4000	14	12	8	14	10	16 - 2½	12
4500	16	14	8	14	10	20 - 2½	12
5000	16	14	8	14	10	20 - 2½	12

Nota. Tomado de National Fire Protection Association, 2019.

4.1.5. Descripción del Diseño

El proyecto que se está desarrollando es el diseño para el Centro Comercial Buenaventura Moreno que es una construcción existente, cuenta con dos pisos, destinados al comercio, venta de comida, bebida, dispositivos electrónicos, ropa, calzado, vehículos, entre otros.

Para elaborar el diseño del sistema contra incendio se tiene en consideración las definiciones descritas en el documento, contará con un tanque de almacenamiento de agua para abastecer al sistema, se ubicará rociadores automáticos, gabinetes, un equipo de presión para el que se realizará el cálculo de presiones de bombas.

Para la selección y colocación del sistema de detección y alarmas se evaluará las condiciones ambientales del lugar. De acuerdo con la ubicación del Centro Comercial Buenaventura Moreno se define que el material que se usará es de acero.

Se verificará las medidas de los medios de egreso de acuerdo con la NFPA 101, en caso de no cumplir se dejará especificado las dimensiones que se consideran aptas para el lugar.

De acuerdo con el Reglamento de Prevención de Incendios de La Ley de Defensa Contra Incendios el diseño se basa en los siguientes artículos:

CONCENTRACIÓN DE PÚBLICO

Art. 207. [Sistemas de alarma de incendios para establecimientos de servicio al público]. - Todo establecimiento de servicio al público en el que se produzca concentración de personas, debe contar con un sistema de alarma de incendios fácilmente discernible; de preferencia con sistema de detección de humo y calor que se activa automáticamente, de conformidad con lo que establece el Cuerpo de Bomberos.

Art. 208. [Indicativo de capacidad máxima para establecimientos de servicio público]. - Estos locales y establecimientos deben contar con una placa en un lugar visible para todo el público, en la entrada del local indicando su capacidad máxima

permisible. La inobservancia a esta disposición será responsabilidad total de los organizadores del evento.

Art. 209. [Medidas para edificaciones ya existentes]. - Las edificaciones cuyo uso implica concentración de público y a la fecha de aplicación del presente Reglamento se encuentran en funcionamiento, cumplirán con lo dispuesto para las nuevas edificaciones en cuanto sea practicable, caso contrario se complementarán con las medidas de protección alternativas que exija el Cuerpo de Bomberos.

Art. 210. [Salidas de escape en locales de concentración de público]. - Todo local de concentración de público deben disponer de salidas de escape laterales, frontales y posteriores con puertas de doble batiente (hale y empuje) hacia el exterior o en sentido de flujo de evacuación, en un número equivalente a una puerta de 0.86 x 2.10m. como mínimo por cada 200 posibles ocupantes en vías de evacuación sin protección adicional.

Las salidas deben desembocar hacia un espacio exterior abierto. Contarán con vías de escape que faciliten la salida del público en momentos de emergencia, de 1.20 m de ancho por 2.10 m de alto.

Art. 211. [Puertas de acceso y emergencia]. - Todas las puertas, de acceso, normal y de emergencia deben abrirse hacia el exterior de la edificación con toda facilidad. No deben tener cadenas ni candados.

Art. 212. [Indicativos de fácil visibilidad]. - En la parte superior de las vías de escape se colocarán letreros indicativos de salida de fácil visibilidad para el espectador, de acuerdo con la norma NTE INEN 439 con la leyenda "PROHIBIDO FUMAR" y con indicación de "SALIDA".

Art. 213. [Almacenamiento de materia les inflamables]. - Se prohíbe el almacenamiento de materiales inflamables o explosivos.

Art. 214. [Peldaños en vías de evacuación]. - En las vías de evacuación no se colocarán peldaños en los cambios de nivel para lo cual se ubicará en un mínimo de tres (3) de acuerdo con las ordenanzas de su jurisdicción.

Art. 215. [Puertas de emergencia durante espectáculos]. - Las puertas de emergencia del local deben permanecer abiertas mientras dure el espectáculo para

garantizar la libre evacuación.

Art. 216. [Instalación de extintores en cabinas]. - En las cabinas de proyección de sonido, escenarios y pasillos deben instalarse extintores de incendio en el número, clase y tipo determinados, para cada caso de acuerdo con lo establecido en el artículo 31 de este Reglamento.

Art. 217. [Prohibición de habitar en locales para concentración de público]. - No se permitirá habitar en estos locales a excepción de la vivienda del guardián o conserje que debe estar situada en la planta baja de la edificación con una salida directa a la calle o espacio abierto.

Art. 218. [Seguridad en las instalaciones eléctricas]. - Las instalaciones eléctricas deben disponer de las debidas seguridades conforme al Código Eléctrico vigente en el país y ser revisadas permanentemente por personal especializado. Es obligatorio para estos locales disponer de servicio telefónico a fin de solicitar inmediato auxilio en casos de emergencia.

Art. 219. [Separación entre establecimientos, zonas y aulas]. - Los establecimientos escolares, las zonas de talleres, laboratorios, cocinas y auditorios, deben estar separados de las aulas y construidos con materiales mínimos de un RF-120.

Art. 220. [Recorridos de salidas de emergencia]. - Los recorridos para las salidas de emergencia no superarán tramos de veinte y cinco metros (25 m), salvo que la edificación tenga un sistema automático de extinción se considerará un tramo máximo de cuarenta y cinco metros (45 m).

Art. 221. [Lámparas automáticas de emergencia]. - Las vías de evacuación deben contar con lámparas autónomas de emergencia las mismas que deben cumplir con las normas establecidas en este Reglamento, además de la respectiva señalización de acuerdo con lo establecido en la norma NTE INEN 439.

Art. 222. [Control de humo y temperatura]. - Para efectos de este Reglamento se considera el control de humo y temperatura como un sistema de ventilación natural o mecánica destinado a evacuar el humo y el calor de un incendio en recintos de gran volumen, a fin de evitar la confluencia del sentido de circulación del humo con los recorridos de evacuación de los ocupantes dentro del mismo ámbito y con las

vías de penetración de los servicios de intervención y será exigido en los siguientes casos:

- a) En obras de nueva planta sólo se admiten los sistemas de ventilación natural;
- b) Los sistemas de ventilación mecánica únicamente se admiten en obras de reforma o remodelación o cuando por razones de carácter histórico-artístico o similar no sea aconsejable aplicar los sistemas de ventilación natural; y
- c) A los efectos de diseño, cálculo, materiales e instalación de estos sistemas» se deben seguir las condiciones que establezcan las normas NFPA de resistencia al fuego.

Art. 223. [Detección y alarma de incendios]. - Sistema que tiene como función activar una instalación de respuesta ante la iniciación de un incendio o avisar a las personas posiblemente afectadas.

Todo sistema de detección y alarma de incendios debe estar instalado cumpliendo lo especificado en las normas NFPA 70 y 72, debe estar compuesta por:

- a) Central de detección y alarma, donde se reflejará la zona afectada, provista de señalización óptica y acústica (para cada una de las zonas que se proyecten), capaces de transmitir la activación de cualquier componente de la instalación;
- b) Si no está permanentemente vigilada debe situarse en zona calificada como sector de riesgo nulo y transmitir una alarma audible a la totalidad del edificio o actividad;
- c) Los puestos de control de los sistemas. fijos contra incendios deben estar conectados con la central de detección y alarma cuando esta exista;
- d) Detectores que deben ser del tipo que se precise en cada caso, pero que deben estar certificados por organismo oficialmente reconocido para ello;
- e) Fuente secundaria de suministro de energía eléctrica que garantice al menos 24 horas en estado de vigilancia más treinta minutos (30 min.) en estado de alarma. Esta fuente secundaria puede ser específica para esta instalación o común con otras de protección contra incendios; y,
- f) Cuando una instalación de pulsadores de alarma de incendios esté conectada a la

central de detección y alarma, ésta debe permitir diferenciar la procedencia de la señal de ambas instalaciones.

Art. 224. [Lugares donde se deben instalar los extintores]. - Los extintores se deben instalar en las proximidades de los sitios de mayor riesgo o peligro, de preferencia junto a las salidas y en lugares fácilmente identificables, accesibles y visibles desde cualquier punto del local.

Art. 225. [Sector de incendio máximo admisible]. - El sector de incendio máximo admisible para estos locales se establece en mil metros cuadrados (1.000 m²) de superficie útil, excepto si se cumplen las condiciones de edificaciones de gran volumen.

- a) Las zonas utilizadas para estancia de público deben constituir un sector de incendio;
- b) Las cabinas de proyección si las hubiera, deben constituir sector de incendio RF-60;
- c) Los guardarropas, de más de diez metros cuadrados (10 m²) de superficie útil, deben constituir sector de incendio RF-60; y,
- d) Las zonas utilizadas por artistas o modelos deben ser sector de incendio independiente, cuando el número de éstos sea mayor de 10 personas, y sector de incendio RF-60 en los demás casos.

Art. 226. [Acceso independiente a zonas de camerino]. - La zona de camerinos y los cuartos de artistas y modelos deben disponer de acceso independiente desde el espacio exterior seguro, cuando el número de éstos sea mayor de 10 personas.

Art 227. [Clasificación de materiales por su reacción al fuego]. - La reacción al fuego de los revestimientos de suelos debe ser M2 y en paredes y techos M1, como máximo. La reacción al fuego del mobiliario y de las unidades de butacas debe ser M2 en la estructura, en el relleno M3 y en el recubrimiento M1, como máximo.

Conforme la siguiente clasificación:

Material MO. Incombustible.

Material M1. Combustible no inflamable.

Material M2. Baja inflamabilidad.

Material M3. Inflamabilidad media.

Material M4. Altamente inflamable.

Art 228. [Nivel máximo de susceptibilidad para arder]. - Los cortinajes, decoraciones, maderas y en general, todas las materias susceptibles de arder que se precisen para el funcionamiento de la actividad deben ser M2, como máximo.

Art. 229. [Pulsadores de alarma]. - Los establecimientos, en los que por sus condiciones de diseño cualquier supuesto de incendio no puede ser conocido en su inicio por la totalidad de sus ocupantes, deben disponer de pulsadores de alarma.

Art. 231. [Iluminación de emergencia]. - Todos los establecimientos deben tener iluminación de emergencia en las vías de evacuación vertical y horizontal.

Art 232. [Normas generales de señalización y tener iluminación de emergencia]. - Los recintos deben cumplir las normas generales de señalización y tener iluminación de emergencia en las vías de evacuación vertical y horizontal. Los recintos que precisen oscurecimiento para la escenificación deben mantener al menos en la zona de público y en todo momento una iluminancia de 5 lux.

Art. 234. [Plan de autoprotección]. - Los establecimientos de este grupo, con ocupación teórica de cálculo superior a doscientas personas (200 pers.), deben contar con un plan de autoprotección.

Art. 235. [Grado de inflamabilidad auto extingible]. - En estos locales los materiales que se tomen como revestimiento para absorción sonora, deben tener un grado de inflamabilidad auto extingible, que no produzca goteo con un RF-30 y el desprendimiento de gases tóxicos no afecte por un período de diez minutos (10 min.).

EDIFICIOS DE COMERCIO Y SERVICIO AL PÚBLICO

Art. 236. [Instalación de extintores en lugares visibles]. - En todos los locales comerciales o de servicio al público, deben instalarse extintores de incendio en un

número, capacidad y tipo determinados por el Departamento de Prevención del Cuerpo de Bomberos. Tales implementos se colocarán en lugares visibles, fácilmente identificables y accesibles. Estará reglamentariamente señalado e iluminado.

Art. 237. [Implementos necesarios para lugares de información y demás]. - En los espacios destinados a: información, oficinas de recepción y centrales telefónicas, deben tenerse a la vista lámpara de emergencia, pulsador de alarma, extintor y número telefónicos de emergencia.

Art. 238. [Ubicación de cilindros de abastecimiento de combustible para cocinas]. - Los cilindros de abastecimiento de combustible a las cocinas deben estar situados en lugares apartados de éstas, ventilados y con las debidas seguridades de acuerdo con la norma NTE-INEN 2260.

Art. 239. [Vigilancia de calderos]. - Los lugares en que existan calderos de encendido manual o automático deben ser vigilados durante todo el tiempo que se encuentren en funcionamiento, no se deben almacenar materiales que al reaccionar entre sí puedan originar incendios.

Art. 240. [Procedimiento en lugares de recolección de desperdicios]. - En los lugares destinados a recolección de desperdicios, existirán recipientes metálicos o de material incombustible con sus respectivas tapas y serán desocupados diariamente.

Art. 241. [Revisión periódica de personal especializado]. - Las instalaciones de energía eléctrica, sistemas de ventilación, calefacción, extracción de olores, refrigeración y especiales deben ser revisados periódicamente por el personal especializado.

Art. 242. [Instalación de sistemas de detección y alarma de incendios]. - Deben instalarse sistemas de detección y alarma de incendios consistentes en: detectores, difusores de sonido y panel central de alarmas bajo control permanente.

Art. 243. [Tratamiento de materiales contra el fuego]. - Los materiales empleados en la decoración, así como las alfombras y cortinas deben ser previamente tratados contra el fuego, con el proceso de ignifugación que garantice

un RF-30.

- a) **Sistema de Detección y Alarma.** En las instalaciones de sistemas de alarmas se debe colocar a menos de 60 pulgadas (1525 mm) de los vanos de las puertas, estas estaciones deben estar colocadas a los dos lados de las puertas o aberturas siempre y cuando estas sean mayores a 40 pies (12.2 m) de ancho.

En todos los pisos se debe colocar de manera que cubran máximo los 200 pies (61 m) de distancia horizontal.

4.1.6. Cálculo Hidráulico

Se determino la clasificación del Centro Comercial Buenaventura Moreno tanto la planta baja como la planta alta de la siguiente manera:

Tabla 21

Resumen de Datos de Riesgos en los Dos Niveles

Nivel	Riesgo	Áreas m²
Primera planta	De riesgo ordinario grupo 2	3225.45
Segunda planta	De riesgo ordinario grupo 2	3164.83

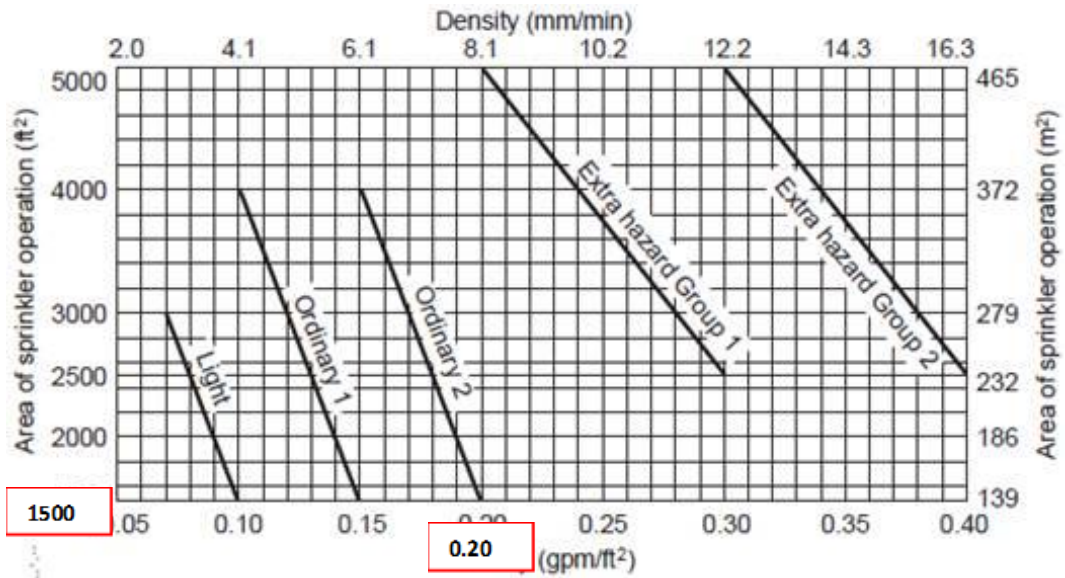
Para el sistema de rociadores se incluye el caudal requerido en mangueras interiores o exteriores, además se debe colocar el tiempo de autonomía y se obtendrá el volumen de agua para la cisterna.

La bomba deberá tener la capacidad de dar suministro a todo el sistema de rociadores y brindar la garantía de presión y caudal mínimos permitidos según normativa NFPA en el rociador del área hidráulica más crítica.

Para el cálculo del caudal teórico de los dos niveles de locales comerciales considerados como riesgo ordinario grupo 2 usamos la figura de curva de densidad / área, como se muestra:

Figura 43

Curvas Densidad/Área



Para las dos plantas se procede con las siguientes ecuaciones:

$$A_d = 1500 \text{ pie}^2$$

$$d_d = 0.20 \frac{\text{Gpm}}{\text{pie}^2}$$

$$Q_t = 1500 \text{ pie}^2 \times 0.20 \frac{\text{Gpm}}{\text{pie}^2}$$

$$Q_t = 300 \text{ Gpm.}$$

De esta manera obtenemos un caudal teórico (Q_t) para los rociadores en cada una de las plantas que es de **300 Gpm.**

El sistema contra incendios del centro comercial tiene un diseño combinado con gabinetes, tanto rociadores como gabinetes se unen a la misma red de agua, por lo tanto, realizamos el cálculo para los sistemas combinados:

$$Q_t = Q_{sr} + Q_{mangueras.}$$

$$Q_{sr} = \text{Caudal de sistema de rociadores}$$

$$Q_{mangueras} = \text{Caudal de gabinetes contra incendio clase II}$$

$$Q_t = 100 \text{ gpm} + 150 \text{ gpm}$$

$$Q_t = 250 \text{ gpm.}$$

Por lo tanto, el caudal requerido para cada uno de los niveles del Centro Comercial es de **250 Gpm.**

Se procede a sacar el volumen de agua necesario como se indica a continuación:

$$VT = Qt * Ta$$

Ta = Tiempo de autonomía de suministro de agua.

De acuerdo con la norma NFPA 13, hay el valor mínimo para las mangueras del sistema contra incendios tanto interiores (bocas de incendios conectadas directamente a las tuberías de rociadores) como exteriores (autónoma de cualquier red de rociadores, se derivan del colector principal). Al momento de activarse los rociadores por algún incendio la norma NFPA, brinda un valor adicional de caudales para el volumen de la cisterna y capacidad de la bomba del sistema contra incendios. La NFPA establece estadísticamente que un solo rociador puede combatir un inicio de incendio o extinguirlo, esto no significa que el sistema general del sistema contra incendios quede inactivo, al contrario, las bocas de incendio están disponibles para el uso del cuerpo de bomberos o personas capacitadas para el uso de este.

Por lo tanto, los parámetros para instalación de sistema contra incendio quedan establecidos en:

- Capacidad teórica de la bomba contra incendio de 500 GPM.
- a) **Área de Cobertura por cada Rociador.** La NFPA establece una medida que se deberá cubrir con cada rociador, esto depende del tipo de riesgo que ocupe cada área, en este caso se usará para riesgo ordinario con los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 22

Área de Cobertura Máxima por Rociadores según Clasificación de Riesgo por Ocupación

Clase de Riesgo	Área de Cobertura Máxima
Ligero	225 pie ² (20.9 m ²)
Ordinario	130 pie ² (12.1 m ²)
Extra	130 pie ² (12.1 m ²) *
	100 pie ² (9.3 m ²) **

Nota. Tomado de NFPA 13, 2019.

Para poder elaborar la red de rociadores se debe conocer las distancias entre rociadores y ramales para lo cual usaremos las fórmulas que se indican:

$$Ar = S \times L$$

Ar: Área protegida por cada rociador

S: Distancia entre rociadores

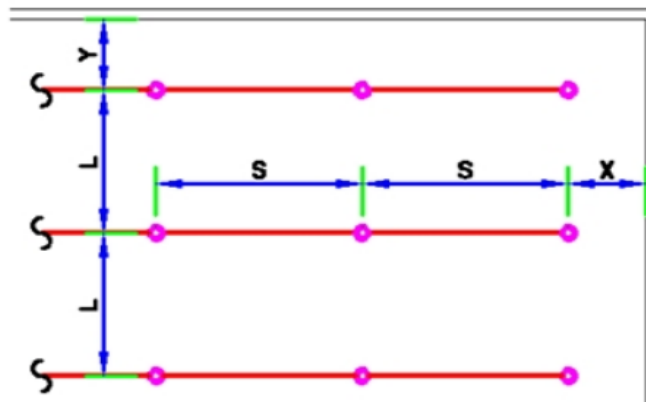
L: Distancia entre ramales

X: Distancia de rociador a pared

Y: Distancia de ramal a pared

Figura 44

Variables en la Determinación del Área de Cobertura



Nota. Tomado de <https://www.contraincendio.com.ve/area-de-cobertura-de-rociadores/>

Tabla 23

Separación entre Rociadores y Paredes

Clase de ocupación	Separación entre rociadores		Separación a paredes	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Riesgo Ligero	15 pies (4.6 m)	6 pies (1.8 m)	7.5 pies (2.3 m)	4" (10 cm)
Riesgo Ordinario	15 pies (4.6 m)		7.5 pies (2.3 m)	
Riesgo Extra y Almacenaje en Pilas Altas	15 pies (4.6 m) *		7.5 pies (2.3 m) *	
	12 pies (3.7 m)	**	6 pies (1.8 m)	**

Nota. Tomado de <https://www.contraincendio.com.ve/area-de-cobertura-de-rociadores/>.

*Para densidades de descarga que sean menor a 0.25 Gpm/pie².

**para densidades de descarga que sean iguales o mayores a 0.25 Gpm/pie².

NFPA 13 pone a consideración los siguientes puntos para determinar S y L:

- S se selecciona el valor mayor entre el siguiente rociador y dos veces la separación a la pared cuando sea el último rociador del ramal al que se refiera.
- L se elige el valor mayor entre la distancia perpendicular y los rociadores unidos a los ramales adyacentes y dos veces la distancia que separa de la pared, si se refiere al último ramal.
- Cuando 2X es mayor que S, se usa ese valor, ocurre lo mismo en el caso de 2Y al ser mayor que L, se usa dicho valor.
- Según la tabla 23 de este documento: La distancia máxima que se debe usar entre rociadores es de 15 pies (4.6 m) para riesgo ordinario (tabla 10.2.4.2.1(b) NFPA 13)
- Entre rociadores la distancia mínima permitida es de 6 pies (1.83 m) (tabla 10.2.5.4.1 de NFPA 13).
- Entre rociadores y pared la distancia máxima permitida es de 9 pies (2.7 m) tabla 10.2.5.2.3.1, NFPA 13).
- Entre rociadores y pared la distancia mínima permitida es de 4 pulgadas (10 cm) tabla 10.2.5.3, NFPA 13).

b) Distribución de Rociadores en los Dos Niveles. De acuerdo a lo referido en la tabla 22 de este documento se debe ocupar como área máxima para que cubra un rociador de 130 pie² (12.1 m²) ya que en el caso del Centro Comercial Buenaventura Moreno se clasifico como riesgo ordinario por su ocupación y el trayecto máximo entre rociadores es de 15 pies (4.6 m), determinamos el área para cubrir con cada rociador con una distancia de 3 metros entre rociadores y distancia entre ramales de 4 metros, de esta manera obtenemos un área de 12 m² que está dentro del rango permitido según la norma NFPA 13.

Figura 45

Ubicación del Área de Diseño más Crítico del Centro Comercial Buenaventura Moreno



$$Ar = S \times L$$

$$Ar = 4m \times 3m$$

$$Ar = 12 m^2$$

$$Ar = 129.17 \text{ pies}^2.$$

Longitud equivalente:

$$L_t = \text{Tramo} + Le_{\text{codo}} + Le_{\text{Tee}}$$

$$L_t = 3 + 1.5 + 3$$

$$L_t = 7.5 \text{ m en nodo 4}$$

c) **Factor k NFPA 13.** Los rociadores deben tener un factor k nominal mínimo de 5.6 (80).

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

$$Q = A \times v$$

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4}$$

$$v = \sqrt{2g x h}$$

$$h = \frac{P}{w}$$

$$v = \sqrt{2g x \frac{P}{w}}$$

$$Q = \frac{\pi \phi^2}{4} X \sqrt{2g x \frac{P}{w}}$$

$$Q = 29.84 x C x \phi^2 x \sqrt{P}$$

Entonces como obtenemos un coeficiente de descarga k por un orificio para rociadores es $K = 29.84 x C x \phi^2$, para esto $Q_{RDES F} = K = \sqrt{P}$.

- d) **Caudal y Presión de Diseño Teórico.** A través de los cálculos hidráulicos se obtiene la demanda máxima para el sistema, de estos valores depende la selección de la bomba para el sistema contra incendio.

Iniciamos determinando el área en el que vamos a diseñar, esta zona es la que demanda más de manera hidráulica en los rociadores, para lo cual asumimos que se activaran ciertos rociadores si ocurre un incendio. En el caso de que cumpla con la cantidad de agua requerida en esa zona, es capaz de cumplir la demanda en otras zonas menos críticas del centro comercial.

De acuerdo a lo detallado procedemos a determinar la zona más crítica que nos da como resultado en la planta alta, en el área más distante (Ver figura 46) esto debido a que toda la planta es de uso mixto, entonces no podemos determinar una zona crítica por ocupación sino por distancia.

Determinamos el caudal de diseño teórico para los rociadores automáticos del sistema contra incendios a través de las siguientes formulaciones:

$$Q = K * \sqrt{P}$$

$$Q_R = 5.6 * 9.1$$

$$Q_{Rdesfav} = 16.89 \text{ gpm}$$

En el cual:

K = coeficiente de descarga del rociador (Gpm/psi^{1/2}).

Q = Caudal en el rociador (Gpm).

P = Presión (psi).

e) **Cantidad de Rociadores para el Área de Diseño.** Usamos la siguiente fórmula:

$$Nra = \frac{Ad}{Ar}$$

En el cual:

Nra = Cantidad de rociadores en el área de diseño.

Ad = Área de diseño.

Ar = Área que cubren los rociadores.

$$Nra = \frac{1500 \text{ pies}^2}{129.17 \text{ pies}^2}$$

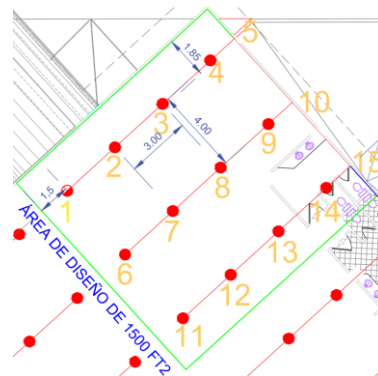
$$Nra = 11.61$$

Nra = 12 rociadores.

f) **Propuesta de Distribución de Rociadores para el Área de Diseño.** Se observa en la siguiente figura:

Figura 46

Ubicación de Rociadores en el Área de Diseño



$$S \geq 2X = 3 \geq 2 \text{ (1.5)}$$

$$3 \geq 3 \text{ Si cumple}$$

$$L \geq 2Y = 4 \geq 2 \text{ (1.85)}$$

$$4 \geq 3.7 \text{ Si cumple}$$

Rociador más crítico es el 1, entonces desde aquí se empieza el cálculo:

Es mayor al mínimo de 7 psi según norma NFPA 13

$$P = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85} * di^{4.87}} (L_{eq})$$

En la cual:

P = Pérdida de presión por fricción en psi/pie.

Q = Caudal o flujo en Gpm.

C = Coeficiente de fricción.

di = Diámetro interno real de tuberías medidas en pulgadas.

L = Longitud equivalente en pie.

La Normativa NFPA 13 brinda el coeficiente de fricción (C) para tuberías de acero negro como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 24

Valor de Coeficiente de Fricción C para Calcular Perdidas de Presión por Fricción

Tubería o Tubo	Valor de C*
Fundición de hierro o fundición dúctil in recubrimiento interior	100
Acero negro (sistema de tubería seca, incluyendo de reacción)	100
Acero negro (sistema de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

Nota. Tomado de NFPA 13 edición 2013.

- g) **Longitud del Área para el Diseño.** Como se seleccionó un área de diseño de 1500 pies² para riesgo ordinario según NFPA 13 se debe obtener un área de diseño de forma rectangular en el cual su lado más extenso debe ser 1.2 veces la raíz cuadrada del área para la que se va a diseñar.

Entonces:

$$w = 1.2 \sqrt{Ad}$$

Donde:

W = Longitud para área de diseño.

Ad = Área para diseñar.

$$w = 1.2 \sqrt{1500 \text{ pies}^2}$$

$$w = 46.48 \text{ pies.}$$

- h) **Cantidad de Rociadores por cada Ramal.** Para calcular la cantidad de rociadores por cada ramal se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$Nrr = \frac{W}{S}$$

En el que:

Nrr = Número de rociadores por ramal.

W = Longitud para el área en el que se va a diseñar.

S = Distancia de un rociador a otro.

Anteriormente ya se realizó el cálculo de W (46.48 pies) y S determinamos de 3 m, procedemos:

$$Nrr = \frac{46.48 \text{ pies}}{9.8 \text{ pies}}$$

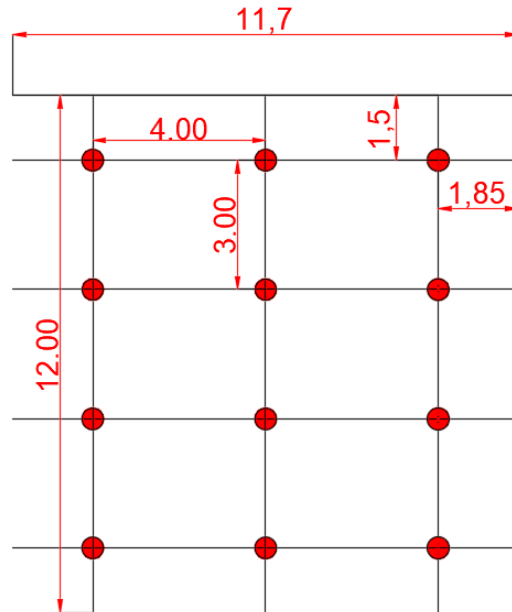
$$Nrr = 4.74$$

Por diseño propuesto trabajamos con Nrr = 4. Ya que el obtenido sería el cálculo teórico.

Para el diseño queda determinado tres ramales, cada uno con 4 rociadores ya que anteriormente se determinó que se usaran 12 rociadores en el área de diseño.

Figura 47

Área de Diseño de cada Ramal con Rociadores



i) Caudal y Presión en los Rociadores

✓ **Mínima Presión Requerida**

$$Q = K * \sqrt{P}$$

$$Q_R = 5.6 * 9.1$$

$$Q_{Rdesfav} = 16.89 \text{ Gpm}$$

Tabla 25

Factor de Descarga de un Rociador

Factor K nominal (gpm/(psi) ^{0.5})	Factor K nominal (lpm/(psi) ^{0.5})	Rango del factor K (gpm/(psi) ^{0.5})	Porcentaje de flujo respecto a k = 5.6
1.4	20	1.3-1.5	25
1.9	27	1.8-2.0	33.3
2.8	40	2.6-2.9	50
4.2	60	4.0-4.4	75
5.6	80	5.3-5.8	100
8	115	7.4-8.2	140
11.2	160	10.7-11.7	200
14	200	13.5-14.5	250
16.8	240	16.0-17.6	300
19.6	280	18.6-20.6	350
22.4	320	21.3-23.5	400
25.2	360	23.9-26.5	450

28	400	26.6-29.4	500
----	-----	-----------	-----

Nota. Tomado de NFPA 13 edición 2013.

Para el factor k de 5.6 el tamaño nominal de orificio es de ½ pulgada (13 mm).

Según norma la presión mínima requerida es de 7 psi para el rociador más desfavorable, pero ese no es nuestro valor referencial, debemos de aplicar un factor de mayoración entre 1,20 a 1,30 debido a fricción, pérdida de carga o problemas de bombeo.

$$P_{min} = 7 \text{ psi} * 1.3$$

$$P_{min} = 9.1 \text{ psi}$$

- ✓ **Pérdidas por Elevación.** Es el ascenso a un tramo de tuberías de forma vertical, se las calcula con la siguiente fórmula:

$$Pe = 0.433 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

Aquí se determina que se obtiene una pérdida por elevación de 0,433 psi por cada pie de longitud de la tubería vertical por la cual pasa el flujo de agua.

- j) **Secciones de Tubería Requeridos.** En sección principal se usará tubería de 4 y 3 pulgadas con espesor de cedula 40, la línea que alimentará a tuberías de rociadores y mangueras de 2 pulgadas y espesor de cedula 40, para los ramales de 1 ½ pulgadas y bajantes de gabinetes contra incendios de 3 pulgadas con cedula 40 de espesor.

- ✓ **Pérdidas de Presión por Fricción.** Calculamos las pérdidas por fricción mediante la ecuación de Hazen – Williams ya que es la forma de calcular de forma experimental.

$$P = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}} (L_{eq})$$

En la cual:

P = Pérdida de presión por fricción en psi/pie.

Q = Caudal o flujo en Gpm.

C = Coeficiente de fricción.

d = Diámetro interno real de tuberías medidas en pulgadas.

L = Longitud equivalente en pie.

La Normativa NFPA 13 brinda el coeficiente de fricción (C) para tuberías de acero negro como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 26

Valor de Coeficiente de Fricción C para Calcular Pérdidas de Presión por Fricción

Tubería o Tubo	Valor de C*
Fundición de hierro o fundición dúctil in recubrimiento interior	100
Acero negro (sistema de tubería seca, incluyendo de reacción)	100
Acero negro (sistema de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

Nota. Tomado de NFPA 13 edición 2013.

✓ **PUNTO 1**

Analizamos en el punto 1

$$Q = K * \sqrt{P}$$

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$

$$P = \left(\frac{16.89}{5.6}\right)^2$$

$$P_1 = 9.1 \text{ psi}$$

✓ **PUNTO 2**

Analizamos punto 2 – 1

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 1 ½": Tee 8 pie (2.4m).

$$P_{2-1} = \frac{(4.52)(16.89)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{2-1} = \frac{(4.52)(16.89)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (9.84 + 8)$$

$$P_{2-1} = 0.21 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_2 = P_1 + P_{2-1}$$

$$P_2 = 9.1 + 0.21$$

$$P_2 = 9.31 \text{ psi}$$

Caudal:

$$Q_2 = K * \sqrt{P_2}$$

$$Q_2 = 5.6 * \sqrt{9.31}$$

$$Q_2 = 17.09 \text{ Gpm}$$

✓ PUNTO 3

Analizamos punto 3 – 2

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 1 ½": Tee 8 pie (2.4).

$$P_{3-2} = \frac{(4.52)(17.09)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{3-2} = \frac{(4.52)(17.09)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (9.84 + 8)$$

$$P_{3-2} = 0.22 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_3 = P_2 + P_{3-2}$$

$$P_3 = 9.31 + 0.22$$

$$P_3 = 9.53 \text{ psi}$$

Caudal:

$$Q_3 = K * \sqrt{P_3}$$

$$Q_3 = 5.6 * \sqrt{9.53}$$

$$Q_3 = 17.28 \text{ gpm}$$

✓ PUNTO 4

Analizamos desde 4 hacia 3

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 1 ½": Tee 8 pie (2.4).

$$P_{4-3} = \frac{(4.52)(17.28)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$
$$P_{4-3} = \frac{(4.52)(17.28)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (9.84 + 8)$$
$$P_{4-3} = 0.22 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_4 = P_3 + P_{4-3}$$
$$P_4 = 9.53 + 0.22$$
$$P_4 = 9.75 \text{ psi}$$

Caudal:

$$Q_4 = K * \sqrt{P_4}$$
$$Q_4 = 5.6 * \sqrt{9.75}$$
$$Q_4 = 17.49 \text{ gpm}$$

✓ PUNTO 5

Analizamos tramo 5-4

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 1 ½": Tee 8 pie (2.4).

$$P_{5-4} = \frac{(4.52)(17.49)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$
$$P_{5-4} = \frac{(4.52)(17.49)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (4.92 + 8)$$
$$P_{5-4} = 0.16 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_5 = P_4 + P_{5-4}$$
$$P_5 = 9.75 + 0.16$$
$$P_5 = 9.91 \text{ psi}$$

Caudal:

$$Q_5 = Q_4 + Q_3 + Q_2 + Q_1$$

$$Q_5 = 17.49 + 17.28 + 17.09 + 16.89$$

$$Q_5 = 68.75 \text{ gpm}$$

✓ **PUNTO 6**

Analizamos tramo 10-5

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 2": Tee de 10 pie (3 m).

$$P_{10-5} = \frac{(4.52)(68.75)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (2.067)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{10-5} = \frac{(4.52)(68.75)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (2.067)^{4.87} \text{ in}} (13.12 + 10)$$

$$P_{10-5} = 1.09 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_{10} = P_5 + P_{10-5}$$

$$P_{10} = 9.91 + 1.09$$

$$P_{10} = 11 \text{ psi}$$

En este tramo tenemos que determinar el caudal total en el nodo 10, para obtener esto sumamos el caudal axial y ya que contamos con un caudal transversal que va desde el nodo 10 hacia el rociador 6 determinamos ese caudal para finalmente poder obtener el caudal total en el nodo 10, entonces:

$$Q_{10} = Q_{axial}_{10-5} + Q_{transversal}_{10-6}$$

Para determinar el caudal transversal a la tubería de alimentación principal $Q_{transversal}_{10-6}$ se procede con el coeficiente k con cambio de dirección y diámetro.

$$K_5 = K_{10} = K_{15}$$

$$K_5 = \frac{Q_5}{\sqrt{P_5}}$$

$$K_5 = \frac{68.75}{\sqrt{9.91}} = 21.84$$

$$K_5 = K_{10} = K_{15}$$

$$Q_{10-6} = K_{10} \times \sqrt{P_{10}}$$

$$Q_{10-6} = 21.84 \times \sqrt{11}$$

$$Q_{10-6} = 72.43 \text{ gpm}$$

Finalmente, el caudal de interés es:

$$Q_{10} = Q_{10-5} + Q_{10-6}$$

$$Q_{10} = 68.75 + 72.43$$

$$Q_{10} = 141.18 \text{ gpm}$$

✓ PUNTO 7

Analizamos tramo 15-10

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 2": Tee de 10 pie (3 m).

$$P_{15-10} = \frac{(4.52)(141.18)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (2.067)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{15-10} = \frac{(4.52)(141.18)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (2.067)^{4.87} \text{ in}} (13.12 + 10)$$

$$P_{15-10} = 4.11 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_{15} = P_{10} + P_{15-10}$$

$$P_{15} = 11 + 4.11$$

$$P_{15} = 15.11 \text{ psi}$$

En este tramo tenemos que determinar el caudal total en el nodo 15, para obtener esto sumamos el caudal axial y ya que contamos con un caudal transversal que va desde el nodo 15 hacia el rociador 11 determinamos ese caudal para finalmente poder obtener el caudal total en el nodo 15, entonces:

$$Q_{15} = Q_{axial_{15-10}} + Q_{transversal_{15-11}}$$

Para determinar el caudal transversal a la tubería de alimentación principal $Q_{transversal_{15-11}}$ se procede con el coeficiente k con cambio de dirección y diámetro.

$$K_5 = K_{10} = K_{15}$$

$$K_{15} = \frac{Q_5}{\sqrt{P_5}}$$

$$K_{15} = \frac{68.75}{\sqrt{9.91}} = 21.84$$

$$K_5 = K_{10} = K_{15}$$

$$Q_{15-11} = K_{15} \times \sqrt{P_{15}}$$

$$Q_{15-11} = 21.84 \times \sqrt{15.11}$$

$$Q_{15-11} = 84.89 \text{ gpm}$$

Finalmente, el caudal de interés es:

$$Q_{15} = Q_{10} + Q_{15-11}$$

$$Q_{15} = 141.18 + 84.89$$

$$Q_{15} = 226.07 \text{ gpm}$$

Habiendo encontrado el caudal en el nodo 7 hacemos una comparación el cálculo hidráulico con el cálculo de densidad / área NFPA 13:

DENSIDAD NFPA 13:

$$Q_t = 1500 \text{ pie}^2 \times 0.20 \frac{\text{Gpm}}{\text{Pie}^2}$$

$$Q_{trociador} = 300 \text{ Gpm.}$$

CALCULO HIDRAULICO:

$$Q_{trociador_{15}} = 226.07 \text{ gpm}$$

$$e(\%) = \frac{300 - 226.07}{226.07} \times 100\%$$

$e(\%)$

= **0.33 de error porcentual debido a pérdidas de carga por fricción**

Por este motivo la Norma indica que el método a emplear en el diseño es el cálculo hidráulico.

✓ **PUNTO 8**

Analizamos tramo 16-15

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 3": codo de 90 grados 7 pie (2.1 m).

$$P_{16-15} = \frac{(4.52)(226.07)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{16-15} = \frac{(4.52)(226.07)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (31.89 + 7)$$

$$P_{16-15} = 2.41 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_{16} = P_{15} + P_{16-15}$$

$$P_{16} = 15.11 + 2.41$$

$$P_{16} = 17.52 \text{ psi}$$

Caudal:

$$Q_{16} = Q_{15}$$

$$Q_{16} = 226.07 \text{ gpm}$$

Calculo para punto de Gabinete:

✓ **PUNTO H**

Analizamos tramo de boca de 95ncêndio equipada:

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 3": Tee de 15 pie (4.6 m).

$$P_H = 65 \text{ psi Normado NFPA 13}$$

$$Q_H = 250 \text{ gpm Normado NFPA 13}$$

$$\phi = 1 \frac{1}{2}'' \text{ en clase II de gabinetes}$$

✓ **PUNTO G'**

$$P_{G'-H} = \frac{(4.52)(Q_{G'-H})^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{G'-H} = \frac{(4.52)(250)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (1.61)^{4.87} \text{ in}} (10 + 15)$$

$$P_{G'-H} = 43.21 \text{ psi.}$$

Presión:

$$P_{G'} = P_H + P_{G'-H}$$

$$P_{G'} = (65 + 43.21) \text{ psi}$$

$$P_{G'} = 108.21 \text{ psi.}$$

Caudal:

$$Q_{G'} = Q_{16} + Q_H$$

$$Q_{G'} = (226.07 + 250) \text{ gpm.}$$

$$Q_{G'} = 476.07 \text{ gpm.}$$

✓ **PUNTO I**

Vamos a analizar en el tramo I – G':

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 3": Codo de 45 grados 3 pie (0.9 m).

$$P_{I-G'} = \frac{(4.52)(Q_{I-G'})^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{I-G'} = \frac{(4.52)(476.07)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (81.07 + 3)$$

$$P_{I-G'} = 20.70 \text{ psi.}$$

Presión:

$$P_I = P_{G'} + P_{I-G'}$$

$$P_I = (108.21 + 20.70) \text{ psi}$$

$$P_I = 128.91 \text{ psi.}$$

Caudal:

$$Q_G = Q_I$$
$$Q_I = 476.07 \text{ gpm.}$$

✓ **PUNTO J**

Vamos a analizar en el tramo J- I:

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 3": Codo de 45 grados 3 pie (0.9 m).

$$P_{J-I} = \frac{(4.52)(Q_{J-I})^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$
$$P_{J-I} = \frac{(4.52)(476.07)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (107.5 + 3)$$
$$P_{I-G} = 27.21 \text{ psi.}$$

Presión:

$$P_J = P_I + P_{J-I}$$
$$P_J = (128.91 + 27.21) \text{ psi}$$
$$P_J = 156.12 \text{ psi.}$$

Caudal:

$$Q_I = Q_J$$
$$Q_J = 476.07 \text{ gpm.}$$

✓ **PUNTO K**

Vamos a analizar en el tramo K-J:

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 3": Tee 15 pie (4.6 m).

L_{tub} = 44.92 m = 147.38 ft.

$$P_{K-J} = \frac{(4.52)(Q_{K-J})^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{K-J} = \frac{(4.52)(476.07)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87} \text{ in}} (147.38 + 15)$$

$$P_{K-J} = 39.98 \text{ psi.}$$

Presión:

$$P_K = P_J + P_{K-J}$$

$$P_K = (156.12 + 39.98) \text{ psi}$$

$$P_K = 196.10 \text{ psi.}$$

Caudal:

$$Q_J = Q_K$$

$$Q_K = 476.07 \text{ gpm.}$$

✓ MONTANTE K

Vamos a analizar en el tramo K-L:

Se lo puede realizar a través de dos procesos, en este caso lo calculamos mediante la pérdida de carga por elevación, para lo cual tenemos como referencia que:

$$1 \text{ psi} = 2.31 \text{ ft.}$$

$$L_{\text{mont}} = 6 \text{ m} = 19.69 \text{ ft.}$$

$$P_{L-K} = \frac{\text{ALTURA (ft)}}{2.31}$$

$$P_{L-K} = \frac{19.69 \text{ ft}}{2.31}$$

$$P_{L-K} = 8.52 \text{ psi}$$

Presión:

$$P_L = P_K + P_{L-K}$$

$$P_L = (196.10 + 8.52) \text{ psi}$$

$$P_L = 204.62 \text{ psi.}$$

Caudal:

$$Q_K = Q_L$$

$$Q_L = 476.07 \text{ gpm.}$$

Al momento de realizar los cálculos por este método no debemos usar las longitudes equivalentes ni de la Tee ni del codo que se usaría para la salida de la tubería a los 0.80 metros de elevación (primer nivel salida de siamesa y válvula Check) ya que se estaría duplicando las longitudes equivalentes y en este caso usamos el método de cálculo por elevación.

✓ **PUNTO M**

Vamos a analizar en el tramo desde zona de bombeo M hacia L:

Descarga de bombas:

- Válvula check: para mantener la presión.
- Válvula mariposa.

Accesorios y válvulas:

Accesorio de 4": Válvula check (ret. Clapeta) 22 ft (6.7 m), válvula mariposa 12 ft (3.7 m)

$$P_{M-L} = \frac{(4.52)(Q_{M-L})^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (4.026)^{4.87} \text{ in}} (L_{eq})$$

$$P_{M-L} = \frac{(4.52)(476.07)^{1.85} \text{ gpm}}{(120)^{1.85} * (4.026)^{4.87} \text{ in}} (12.20 + 22 + 12)$$

$$P_{M-L} = 3.03 \text{ psi.}$$

Presión:

$$P_M = P_L + P_{M-L}$$

$$P_M = (204.62 + 3.03) \text{ psi}$$

$$P_{MDISEÑO} = 207.65 \text{ psi.}$$

Caudal:

$$Q_L = Q_M$$

$$Q_{MDISENO} = 476.07 \text{ gpm.}$$

k) Volumen de Reserva. El tiempo de autonomía para riesgo ordinario que se recomienda según NFPA y Ley de Defensa Contra Incendios para los riesgos ordinarios es de entre 60 minutos a 90 minutos, en este caso se ocupara el tiempo de autonomía de 60 minutos debido a la ubicación del Centro Comercial, en sección principal se usará tubería de 4 pulgadas en la salida del sistema de bombeo, se complementa con tubería principal de 3 pulgadas con espesor de cedula 40, la línea que alimentará a tuberías para rociadores de 2 pulgadas y espesor de cedula 40, para los ramales de 1 ½ pulgadas y bajantes de gabinetes contra incendios de 3 pulgadas con cedula 40 de espesor.

Tiempo requerido para que opere el sistema: $t = 60$ minutos

Volumen que se requiere de agua es:

$$V = Q_{DISENO} \times t = 476.07 \text{ gpm} \times 60 = 28564.2 \text{ gl}$$

Para obtener el volumen transformamos los 28564.2 galones a m³:

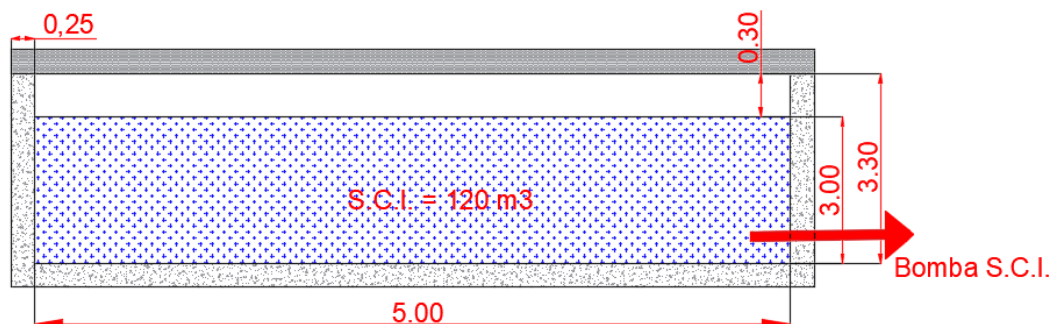
$$V = 108.13 \text{ m}^3$$

$$3 \times 5 \times 8 \text{ entonces tenemos } V = 120 \text{ m}^3$$

Tenemos un diseño de 3m X 5m X 8m:

Figura 48

Diseño de Cisterna para el Sistema Contra Incendios



Según normativa NFPA no se debe exceder ningún diseño la presión de 400 psi.

Tenemos como presión máxima en gabinetes de 100 psi y para rociadores de 175 psi, obteniendo así una presión teórica de 275 psi, esto daría cumplimiento a la Norma NFPA.

- l) Sistema de Bombeo.** Como menciona la NFPA 20 la bomba debe ser capaz de soportar la resistencia que pide el sistema que se ha diseñado, para lo cual tenemos el valor del caudal para el sistema contra incendios de 476.07 Gpm. Mediante tablas obtenidas de la NFPA 20 podemos verificar los caudales que se usan para bombas centrifugas contra incendios normadas NFPA, Listadas UL y Aprobadas FM.

Tabla 27

Caudales de las Bombas Contra Incendio Centrifugas

Gpm	L/min	Gpm	L/min
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

Nota. Tomado de NFPA 20, Tabla 4.10.2, edición 2019.

Al tener presión cero la presión no debe ser mayor al 140% de la presión nominal y al 150% del caudal nominal, la presión no debe ser menor al 65% de la presión nominal según Normas NFPA 20, 2019.

Escogemos el tipo de bomba que más se apegue al diseño para el sistema contra incendios de 476.07 Gpm, elegimos una bomba a diésel de 500 Gpm, listado por U.L. y aprobado por F.M.

Tabla 28

Requerimiento para Selección de Bomba

BOMBA

CAUDAL	PRESION
309.45	134.97
476.07	207.65
714.11	290.71

- ✓ **Bomba Jockey.** De acuerdo con NFPA 25 la bomba jockey usada para mantener presurizado el sistema debido a fugas por válvulas ya sea por daños en el sistema de tuberías se determina que su capacidad varía desde el 1% al 5% respecto a la capacidad de la bomba principal seleccionada (500 Gpm) entonces el caudal requerido para la bomba jockey es:

$$Q = 4\%Q_{bomba}$$

$$Q = 4\%(500 \text{ gpm})$$

$$Q = 20 \text{ gpm}$$

- ✓ **Tablero de Control.** Tablero eléctrico Listado por UL para Bomba Jockey con breaker tripolar y transformador para control a 120 voltios, su peso aproximado es de 5000 Lbs.
- ✓ **Accesorios de Montaje.** Se usan para soportar el peso propio de la tubería con agua y evitan la vibración de la operación del sistema de rociadores.

La NFPA 13 brinda una tabla para distancias máximas entre los soportes de acuerdo con el diámetro de la tubería.

Tabla 29

Requerimiento para Colocación de Soportes

Diámetro (pulg)	Distancia máxima entre soportes (m)
¾"	1.7
1"	1.8
1 ¼"	2.0
1 ½"	2.1
2"	2.4
2 ½"	2.7
3"	3.0

Nota. Tomado de NFPA 13, edición 2019.

4.1.7. Resumen del Cálculo Hidráulico del Sistema Contra Incendio

El diseño queda como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 30

Resumen de Cálculos Hidráulicos del Sistema Contra Incendio

Cálculos hidráulicos	
Tipo de Ocupación	Mixta.
Tipo de Riesgo	Riesgo ordinario grupo II.
Numero de áreas remotas	1.
Ubicación de área más remota	Planta alta, zona más alejada.
Densidad de diseño	0.20 gpm / pie ² .
Área de aplicación	1500 pie ² .
Cobertura por rociador	129.17 pie ² .
Flujo de agua por diseño	500 gpm.
Tiempo de operación del sistema contra incendio	60 min.
Volumen de agua en cisterna	120 m ³ . (3m x 5m x 8m).
Tipo de rociadores calculados	Convencionales con K = 5.6.
Cantidad de rociadores calculados	12.
Distribución de la red hidráulica	Alimentador lado extremo.
Chorros de mangueras	250 gpm combinados riesgo ordinario.
Presión para gabinetes contra incendios	100 psi.
Presión mínima requerida	9.1 psi.
Caudal requerido para el sistema contra incendios	476.07 gpm.
Capacidad de presión requerida de suministro de la bomba	207.65 psi.
Caudal de la bomba que se usara	500 gpm.

4.1.8. Gabinetes Contra Incendio

Se indica la cantidad de gabinetes contra incendios requeridos por cada nivel.

Tabla 31

Cantidad de Gabinetes

Detalle	Cantidad
Gabinetes contra incendios nivel 1	3
Gabinetes contra incendios nivel 2	4

4.1.9. Costos del Proyecto

Se presenta el costo del proyecto, de acuerdo con los cálculos realizados en función de distribución de rociadores y gabinetes contra incendio por niveles como se detalla a continuación:

Tabla 32

Costos del Proyecto

COSTO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUB TOTAL
Tubo de acero negro cedula 40, 1 ½" x 5.8 metros	\$23.25	242	u	5626.50
Tubo de acero negro cedula 40, 2" x 5.8 metros	\$29.80	58	u	1728.40
Tubo de acero negro cedula 40, 3" x 5.8 metros	\$75.41	26	u	1960.66
Tubo de acero negro cedula 40, 4" x 5.8 metros	\$87.99	2	u	175.98
Codo ranurado UL/FM 90 grados, 1 ½"	\$2.50	92	u	230.00
Codo ranurado UL/FM 90 grados, 2"	\$4.00	6	u	24.00
Codo ranurado UL/FM 90-45 grados, 3"	\$4.70	6	u	28.20
Codo ranurado UL/FM 90-45 grados, 4"	\$8.40	1	u	8.40
"T" ranurada UL/FM 1 ½"	\$3.60	426	u	1533.60
"T" ranurada UL/FM 2"	\$4.50	75	u	337.50
"T" ranurada UL/FM 3"	\$7.20	5	u	36.00
"T" ranurada UL/FM 4"	\$8.25	1	u	8.25
Válvula check 3"	\$48.00	5	u	240.00
Válvula check 4"	\$61.50	1	u	61.50
Válvula mariposa 3"	\$89.25	3	u	267.75

Válvula mariposa 4"	\$92.15	1	u	92.15
Detector de flujo Mech 3"	\$69.00	3	u	207.00
Detector de flujo Mech 4"	\$89.00	1	u	89.00
Splincker colgante K 5.6 UL/FM 1 ½"	\$11.50	523	u	6014.50
Marca Tyco Unión ranurada rígida 1 ½"	\$2.25	242	u	544.50
Unión ranurada rígida 2"	\$2.60	58	u	150.80
Unión ranurada flexible 3"	\$3.44	28	u	96.32
Colgante tipo pera 1 ½" UL/FM	\$0.38	562	u	213.56
Colgante tipo pera 2" UL/FM	\$0.39	133	u	51.87
Colgante tipo pera 3" UL/FM	\$0.61	64	u	39.04
Colgante tipo pera 4" UL/FM	\$0.79	2	u	1.58
Gabinete contra incendio	\$75.00	7	u	525.00
Tramo de manguera contra incendios 1 ½" x 30 m	\$95.98	7	u	671.86
Pitón de bronce 1 ½"	\$17.99	7	u	125.93
Hacha para cajetín	\$12.50	7	u	87.50
Llave spanner	\$7.99	7	u	55.93
Válvula angular 1 ½" 300 lbs	\$36.80	7	u	257.60
Brazo portamanguera 30 m	\$32.00	7	u	224.00
Niple de bronce 1 ½"	\$6.99	7	u	48.93
Extintor PQS 20 libras	\$31.62	7	u	221.34
Extintor CO2 20 libras	\$119.00	8	u	952.00
Bomba a Diesel de 500 gpm con bomba de presión Jockey de 20 gpm y tablero de control.	\$12500.00	1	u	12500.00
Central de Incendio direccionable	\$359.55	1	u	359.55
Estación manual direccionable + sirena	\$19.75	6	u	118.50
Detector de humo	\$33.60	712	u	23923.20

Luz estroboscópica + sirena direccionable	\$23.91	2	u	47.82
Luz LED de emergencia fija duración 90 minutos	\$26.12	2	u	52.24
Recubrimiento para tubería con pintura anticorrosiva y chova para tubería enterrada, incluye mano de obra	\$4.12	1893	m	7799.16

SUBTOTAL EQUIPOS Y ACCESORIOS

\$67737.62

MANO DE OBRA EN INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
Tubo de acero negro cedula 40, 1 ½" + accesorios UL/FM	\$21.50	1403	m	30164.50
Tubo de acero negro cedula 40, 2" + accesorios UL/FM	\$24.75	331	m	8192.25
Tubo de acero negro cedula 40, 3" + accesorios UL/FM	\$47.00	151	m	7097.00
Tubo de acero negro cedula 40, 4" + accesorios UL/FM	\$52.90	7	m	370.30
Instalación de gabinetes SCI, extintor PQS 20 lbs, válvula angular 1 ½", tramo de manguera de 30 m, portamangueras, Hacha, pitón de bronce y llave spanner	\$710.00	7	u	4970.00
Splincker colgante k= 5.6	\$18.00	523	u	9414.00
Instalación de siamesa y válvula check	\$950.00	1	u	950.00
Banco de prueba para Rociadores	\$980.00	2	u	1960.00
Válvulas	\$210.00	10	u	2100.00
Equipo de bombeo, bomba principal,	\$900.00	1	u	900.00

bomba Jockey y tablero de control				
Extintores CO2 20 lbs.	\$19.80	8	u	158.40
Central de Incendio direccionable	\$7.26	1	u	7.26
Estación manual direccionable	\$75.00	6	u	450.00
Luz estroboscópica + sirena direccionable	\$66.00	2	u	132.00
Luz LED de emergencia fija duración 90 minutos	\$90.00	2	u	180.00
Detector de humo	\$30.12	712	u	21445.44
Cisterna de 120 m3 F`c=240 kg/cm2 Fy=4200 kg/cm2	\$18500	1	u	18500
SUBTOTAL, MANO DE OBRA EN INSTALACIÓN DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS				\$106991.15
TOTAL, COSTOS DE EQUIPOS, ACCESORIOS Y MANO DE OBRA				\$174728.77

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Se evaluó el sistema contra incendios existente mediante prueba de presión, en la cual se determinó que no cumple con la normativa NEC-HS-CI.
- ✓ El área considerada para el cálculo es de 139,35 m² (1500 ft²) la que por norma nos permite trabajar como área de diseño requerida para riesgo ordinario mismo que se determinó por su ocupación.
- ✓ El diseño del sistema contra incendio se realizó en base al programa Pipe Flow Expert que nos permite dimensionar del punto más desfavorable las tuberías con diámetro suficiente y necesario para que opere de manera normal tanto rociadores como gabinetes. Se tiene una tubería principal de 4 pulgadas L=7m, de 3 pulgadas L=152m luego del cuál se divide en 2 ramales, ramal superior de 2 pulgadas con L=190 m, ramal inferior de 2 pulgadas de 141 m y ramales para rociadores de 1 ½ pulgadas con L=1403, 523 rociadores con un factor k de 5.6 para el cual el tamaño nominal del orificio es de ½ pulgada.
- ✓ Se determino una cisterna de 120 m³ con dimensiones de 3m x 5m x 8m para la cual su sistema de bombeo es una bomba a diésel de 500 gpm que incluye bomba jockey de 20 gpm y tablero de control a un costo de \$12,500 ya que según el cálculo hidráulico se obtuvo 476.07 gpm a una presión de 207.65 psi.
- ✓ Para el rociador más crítico se obtuvo un caudal de 16.89 gpm y una presión de 9.1 psi según el cálculo hidráulico, de acuerdo al programa Pipe Flow Expert se obtuvo un caudal de 17.95 gpm y presión de 10.69 psi.
- ✓ Se obtuvo un presupuesto estimado de \$174,728.77 valor que fue referenciado en los precios actuales para equipos, accesorios y mano de obra.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Realizar pruebas de operación permanentes a cada uno de los equipos instalados para así evitar futuros daños en la red y que siempre este en óptimo estado para su funcionamiento.
- ✓ Para la distribución de rociadores se debe realizar de acuerdo a normativa NFPA 13 debido a sus distancia mínimas y máximas tanto entre rociadores como también entre rociadores y paredes.
- ✓ Se obtuvo un volumen para la cisterna de 120 m³, este volumen debe ser exclusivamente para la red de sistema contra incendio, además debe ser inspeccionado de manera recurrente a fin de que su disponibilidad sea inmediata en caso de conato de incendio.
- ✓ Se debe colocar extintores PQS de 20 libras independientemente de los extintores de los gabinetes, además colocar extintores de CO₂ en áreas donde se encuentren zonas de ocupación para equipos electrónicos.
- ✓ El diseño de sistema de rociadores y gabinetes contra incendio deberán cubrir el 100% de las áreas, esto significa que tanto rociadores como gabinetes no deberán estar dañados, con obstáculos, deteriorados, incompletos, etc.
- ✓ Las tuberías deberán ser fijadas con soportes a una distancia prudente de los rociadores automáticos para evitar movimientos en el momento que la red sea activada, por lo general se usan soportes cada 2.5 metros.
- ✓ En el centro comercial Buenaventura Moreno se debe colocar los detectores de humo en cada local para así poder cubrir toda el área, independientemente de los detectores que se colocaran en el techo.
- ✓ Usar siempre la normativa legal vigente y regirse a ella para así evitar elaborar los diseños de forma incorrecta y que no cumplan con los requerimientos reales del lugar al que sea aplicado de manera adecuada y eficiente.
- ✓ Evaluar el diseño existente y verificar su funcionamiento para determinar que se puede mantener o reusar en el diseño propuesto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- El Universo. (2003). Construyen nuevo centro comercial. Retrieved from <https://www.eluniverso.com/2003/06/21/0001/18/5BD2C9D8B78A479D897B2329CB3FB77D.html>
- Escaleras Arizona. (2019). ¿De qué se compone un sistema contra incendios? Retrieved from <https://www.escalerasarizona.com/sistema-contra-incendios/>
- Gómez, C., & Mambrilla, N. (2013). La seguridad contra incendios y la arquitectura. *Tectónica*, 41.
- Gonzaga, M. (2018). *Diseño de un Sistema de Protección Contra Incendios en un edificio de departamentos en la ciudad de Quito con un Sistema emisión de información en tiempo real a través de redes wifi*. (Ingeniería Civil), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC HS CI. Retrieved from <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/>
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2009). REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. Retrieved from <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-11/REGLAMENTO%20DE%20PREVENCIÓN%2C%20MITIGACIÓN%20Y%20PROTECCIÓN%20CONTRA%20INCENDIOS.pdf>
- Narváez, J., & Sangucho, E. (2010). *Diseño de un sistema fijo contra incendios para la Empresa Emdiquin S.A.* (Ingeniería Mecánica), Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- NFPA. (2018a). *Código de Seguridad Humana*. Retrieved from
- NFPA. (2018b). *Norma para Extintores Portátiles contra Incendios* Retrieved from
- NFPA. (2019a). *Norma para la Instalación de Rociadores*. Retrieved from
- NFPA. (2019b). *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*. Retrieved from
- NFPA. (2019c). *Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios*. Retrieved from
- Profuego, G. (2016). Definición, Clasificación y Tipos de Extintores. Retrieved from <https://profuego.es/definicion-tipo-y-clasificacion-de-extintores/comment-page-1/#comments>

Protección de Incendios. (2011). Como usar un extintor correctamente. Retrieved from <http://www.seguridadproteccioncontraincendios.es/como-usar-un-extintor-correctamente/>

SENA. (1990). Teoría del fuego, el extintor y su manejo. *Servicio Nacional de Aprendizaje*, 7, 57.

GLOSARIO

Agente extinguidor: Componente especial que extingue un fuego mediante el impedimento de la reacción química.

Alarma: Advertencia audible o visible que da aviso sobre una emergencia a los ocupantes.

Amenaza: Riesgo adverso que se manifiesta de manera natural o provocada en un lugar y tiempo determinado.

Boca de incendio: También conocido como gabinete es un conjunto de distintos elementos articulados entre sí y conectados al abastecimiento de agua.

Bomba de incendios: Artefacto que sirve para impulsar el agua a través de tuberías o mangueras.

Caudal: Cantidad de agua que pasa por una tubería en un determinado tiempo.

Extintor: Equipo que se usa para apagar incendios de pequeñas dimensiones.

Fuego: Es un proceso de combustión representado por una reacción química, mismo que emana calor.

Fuego Tipo A: Fuegos de materiales sólidos.

Fuego Tipo B: Fuegos de combustibles.

Fuego Tipo C: Fuegos eléctricos.

Fuego Tipo D: Fuegos de metales.

Fuego Tipo K: Grasas y aceites.

Ignifugo: Es un material con tratamiento químico para insensibilizarlo a la acción del calor.

Incendio: Fuego no controlado que ocasiona daños y pérdidas humanas y materiales.

Incendio incipiente: Incendio que puede ser controlado con extinguidores.

Listado: Los equipos, materiales y servicios que cumplen con normativa y aprobación por las entidades competentes para su regularización.

Manguera: Tubería maleable para la conducción del agua hasta el lugar del incendio.

Montante: Tuberías o conductos verticales usadas para distribuir un fluido.

Presión: Fuerza perpendicular a una superficie por un fluido.

Siamesa: Conexión exclusiva de bomberos.

Válvula: Elemento regulador al paso y flujo del agua.

NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el fuego).

NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción.

NEC-HS-CI: Norma Ecuatoriana de la Construcción - Habitabilidad y Salud - Contra Incendios.

NTE: Norma Técnica Ecuatoriana.

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

MIDUVI: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.)

RF: Resistencia al fuego.

CO2: Dióxido de carbono.

PQS: Polvo químico seco.

Psi: Pound per Square Inch (Libra fuerza por pulgada cuadrada.)

Gpm: Galones por minuto.

L/min: Litros por minutos.

ft: Pie.

mm: Milímetros.

m: Metros.

m²: Metros cuadrados.

NPT: National Pipe Thread (Rosca Nacional de Tubos.)

seg: Segundos.

min: Minutos.

h: Horas.

Qsr: Caudal de sistema de rociadores.

Qmangueras: Caudal de gabinetes contra incendio.

Qt: Caudal total.

Ta: Tiempo de autonomía de suministro de agua.

Ar: Área protegida por cada rociador.

S: Distancia entre rociadores.

L: Distancia entre ramales.

X: Distancia de rociador a pared.

Y: Distancia de ramal a pared.

Dd: Densidad de descarga (cantidad de agua en un área).

Nra: Cantidad de rociadores en el área de diseño.

Ad: Área de diseño.

W: Longitud para área de diseño.

Nrr: Número de rociadores por ramal.

Pe: Pérdida por elevación.

K: Factor de descarga de un rociador.

P: Pérdida de presión por fricción.

Q: Caudal o flujo.

C: Coeficiente de fricción.

D: Diámetro interno real de tuberías.

Leq: Longitud equivalente.

t: tiempo.

V: Volumen.

ANEXOS

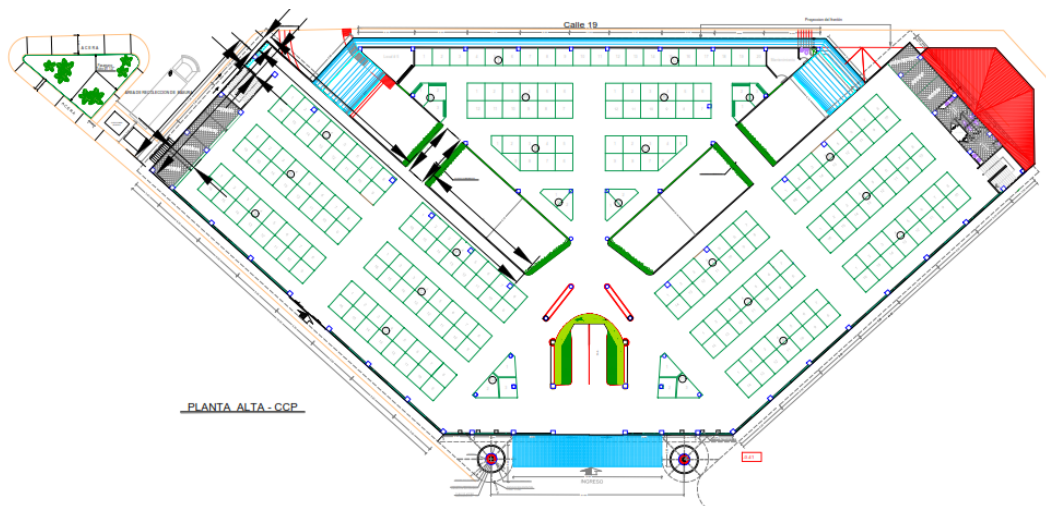
ANEXO 1

Planta Baja del Centro Comercial Buenaventura Moreno



ANEXO 2

Planta Alta del Centro Comercial Buenaventura Moreno



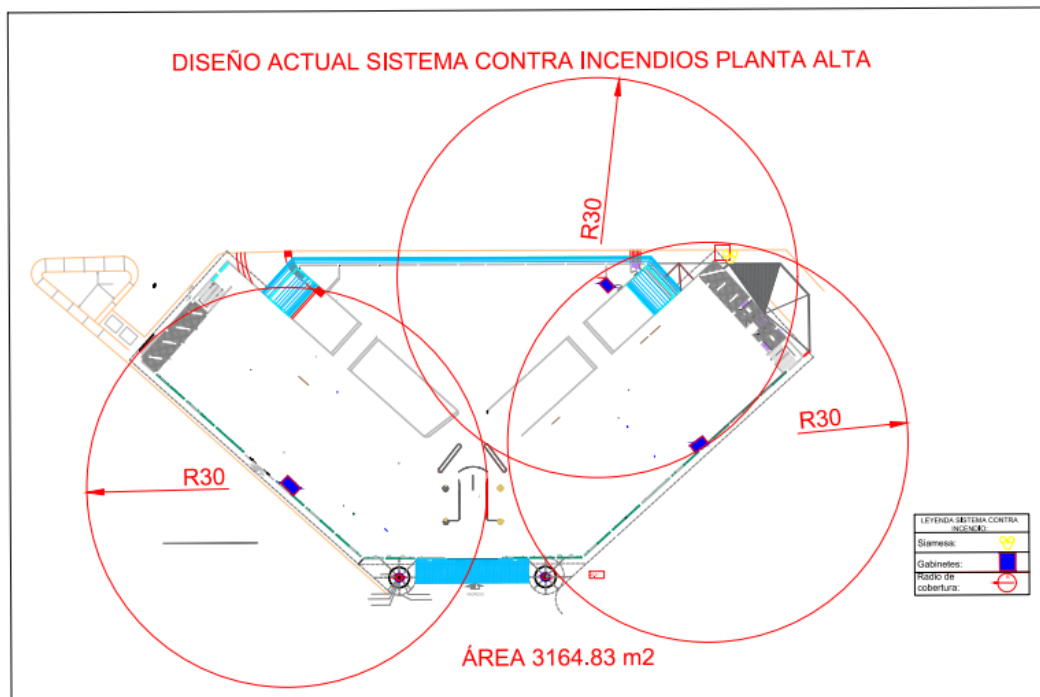
ANEXO 3

Sistema Actual de Gabinetes en la Planta Baja del Centro Comercial Buenaventura Moreno.



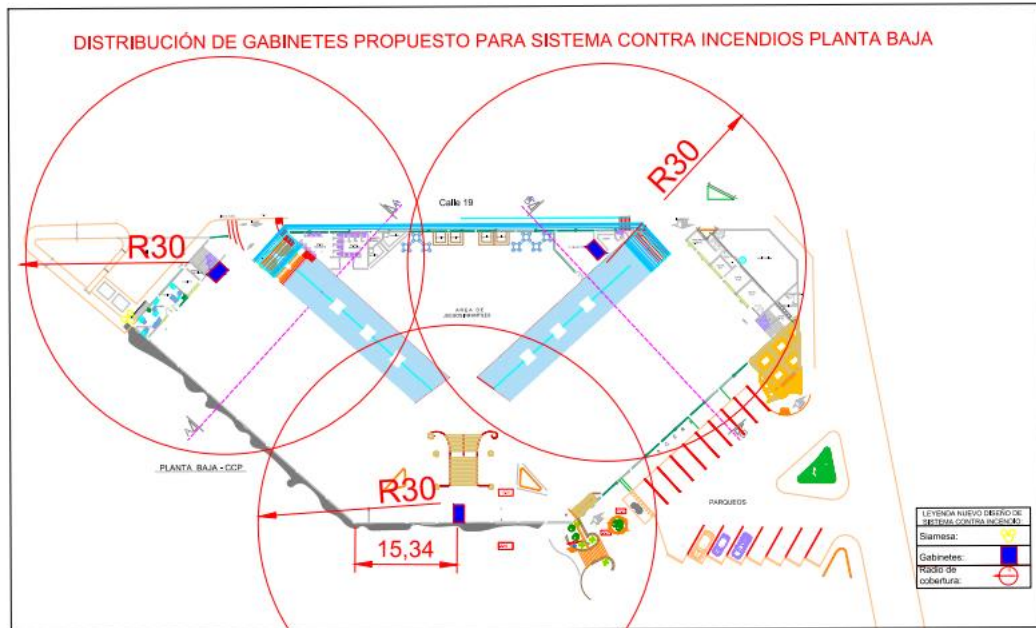
ANEXO 4

Sistema Actual de Gabinetes en la Planta Alta del Centro Comercial Buenaventura Moreno.



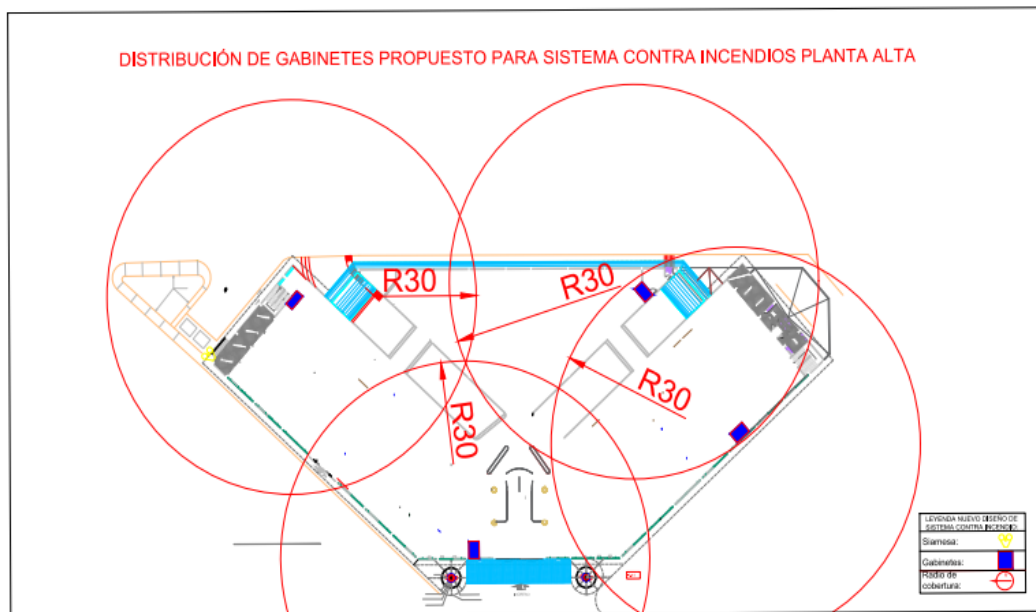
ANEXO 5

Distribución de Gabinetes propuesto en la Planta Baja del Centro Comercial Buenaventura Moreno.



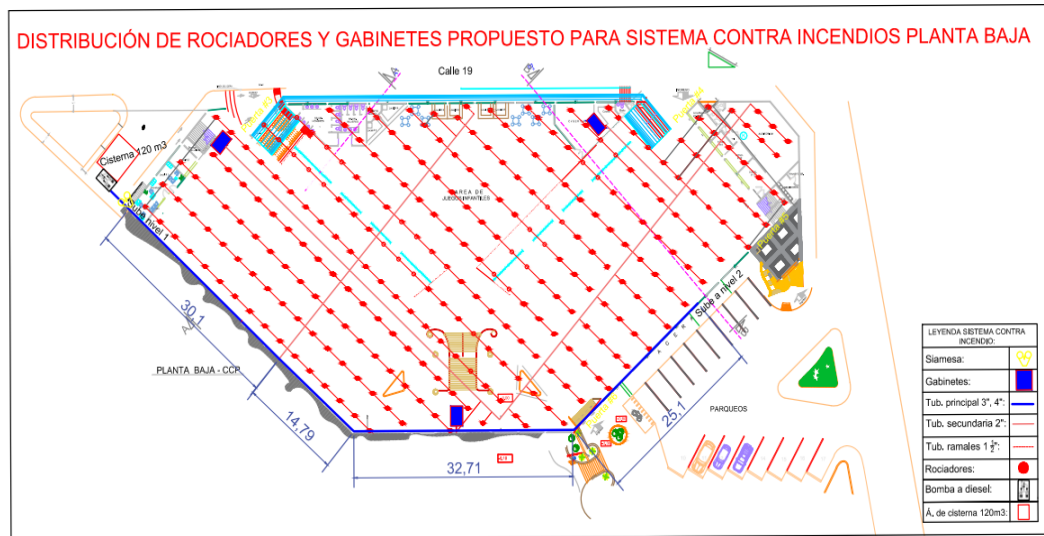
ANEXO 6

Distribución de Gabinetes propuesto en la Planta Alta del Centro Comercial Buenaventura Moreno.



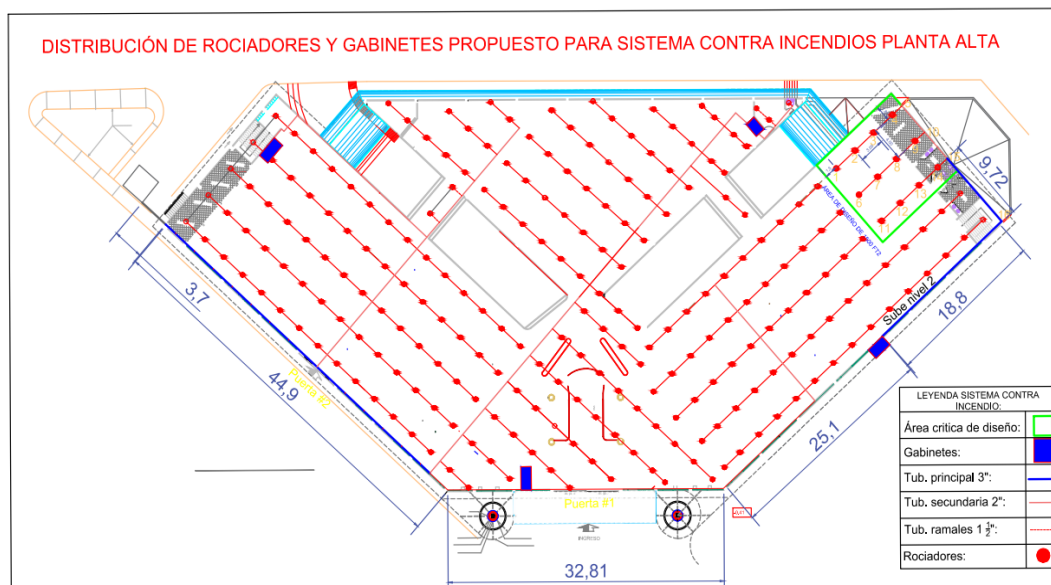
ANEXO 7

Distribución de Rociadores y Gabinetes propuesto en la Planta Baja del Centro Comercial Buenaventura Moreno.



ANEXO 8

Distribución de Rociadores y Gabinetes propuesto en la Planta Alta del Centro Comercial Buenaventura Moreno.



ANEXO 9

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO									
Distancia entre rociadores S (pie)		9.84	Densidad de diseño (Gpm/pie ²)		0.2				
Distancia entre ramales L (pie)		13.12	Área de diseño pies ²		1500				
Área de cobertura rociador (pie ²)		129.1008	Numero de rociadores		12				
K de rociador (gpm/(psi) ^{1/2})		5.6							
#	NODO	Diámetro de tubería	FACTOR	Descarga Qrociador.	Presión residual (PSI)	Diámetro nominal	Pérdida por fricción (PSI / pie)	Long. Tubo (pies)	
	INICIO		K	Roc. /Mang.		Diámetro interior	Accesorio	L.E. Accesorios	
	FIN		NODO	GPM		Valor C.	Longitud Total		
1	1	1 ½"	5.6	16.89	9.1	1 ½			
			5.6			1.61			
						120			
2	1	1 ½"	5.6	16.89	9.1	1 ½	0.21	9.84	
	2		5.6	17.09		9.31	1.61	Tee	8
							120		17.84
3	2	1 ½"	5.6	17.09	9.31	1 ½	0.22	9.84	
	3		5.6	17.28		9.53	1.61	Tee	8
							120		17.84
4	3	1 ½"	5.6	17.28	9.53	1 ½	0.22	9.84	

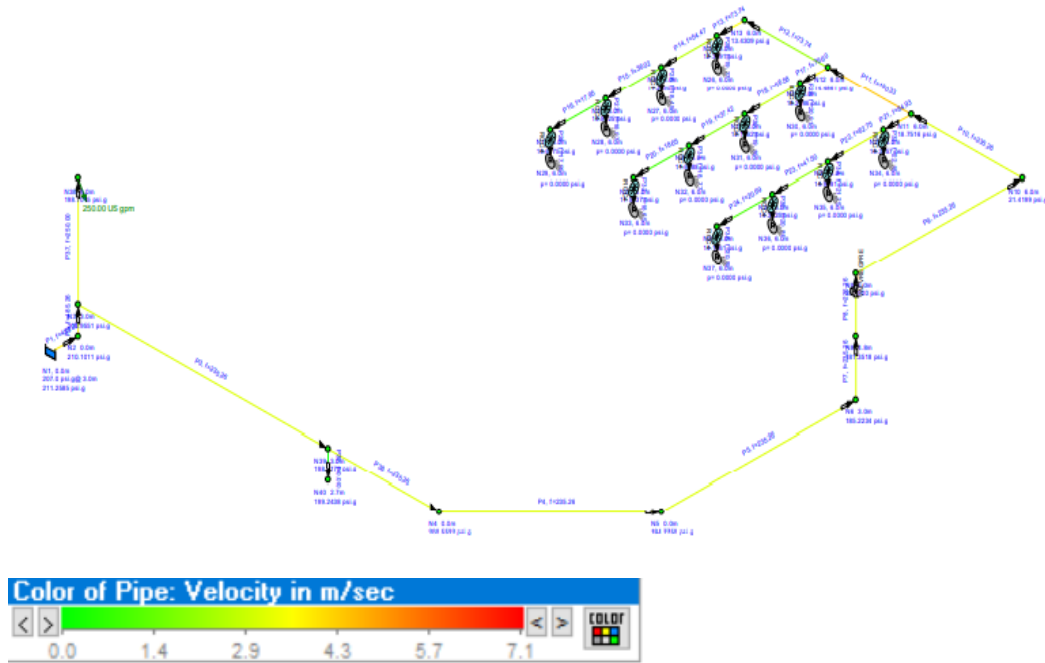
	4		5.6	17.49	9.75	1.61	T, codo	8
						120		17.84
5	4	1 ½"	5.6	17.49	9.75	1 ½	0.16	4.92
	5		5.6	68.75	9.91	1.61	Tee	8
						120		12.92
6	5	2"	5.6	68.75	9.91	2	1.09	13.12
	10		21.84	141.18	11	2.067	T	10
						120		23.12
7	10	2"	21.84	141.18	11	2	4.11	13.12
	15		21.84	226.07	15.11	2.067	T	10
						120		23.12
8	15	3"	21.84	226.07	15.11	3	2.41	31.89
	16		21.84	226.07	17.52	3.068	Codo	7
						120		38.89
9	H	3"	21.84	250	65	3		
						3.068	T	
						120		
10	G`	3"	21.84	476.07	108.2 1	1 ½	43.21	10
						1.61	T	15
						120		25
11	G`	3"	21.84	476.07	108.2 1	3	20.70	81.07
	I			476.07	128.9 1	3.068	Codo	3
						120		84.07
12	I	3"	21.84	476.07	128.9 1	3	27.21	107.5

	J			476.07	156.1 2	3.068	Codo	3
						120		110.5
1 3	J	3"	21.84	476.07	156.1 2	3	39.98	147.38
	K			476.07	196.1	3.068	Tee	15
							120	
1 4	K	4"	21.81	476.07	196.1	4	8.52 P. elevaci ón	19.69
	L			476.07	204.6 2	4.026		
							120	
1 5	L	4"	21.81	476.07	204.6 2	4	3.03	12.20
	M			476.07	207.6 5	4.026	Válvula check (ret. Clapeta)	22 + 12
							120	Válvula maripo sa

PROGRAMA PIPE FLOW EXPERT

ANEXO 10

Diseño de la red hidráulica desde el sistema de bombeo hasta la zona más crítica.



ANEXO 11

Tabla extraída de resultados de los datos calculados según el programa Pipe Flow Expert.

Pipe Data

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Inner Diameter inch	Length m	Mass Flow kg/sec	Vol Flow US gpm	Velocity m/sec	dP Total Loss psi	Entry Pressure psi.g	Exit Pressure psi.g
1	P1	4.026	3.720	30.5542	485.26	3.728	1.1574	211.2585	210.1011
2	P2	4.026	3.000	30.5542	485.26	3.728	6.1459	210.1011	203.9551
3	P3	3.068	30.100	14.8132	235.26	3.112	5.1372	203.9551	198.8179
4	P4	3.068	32.700	14.8132	235.26	3.112	5.7772	200.5522	194.7750
5	P5	3.068	25.100	14.8132	235.26	3.112	9.5516	194.7750	185.2234
7	P7	3.068	1.800	14.8132	235.26	3.112	3.8716	185.2234	181.3518
8	P8	3.068	1.200	14.8132	235.26	3.112	156.3518	181.3518	25.0000
9	P9	3.068	18.800	14.8132	235.26	3.112	3.5801	25.0000	21.4199
10	P10	3.068	9.720	14.8132	235.26	3.112	2.6683	21.4199	18.7516
11	P11	2.067	4.000	9.4656	150.33	4.381	4.2655	18.7516	14.4861
12	P12	2.067	4.000	4.6428	73.74	2.149	1.0552	14.4861	13.4309
13	P13	1.610	1.500	4.6428	73.74	3.542	1.1118	13.4309	12.3191
14	P14	1.610	3.000	3.4296	54.47	2.616	1.0241	12.3191	11.2950
15	P15	1.610	3.000	2.2680	36.02	1.730	0.4625	11.2950	10.8325
16	P16	1.610	3.000	1.1304	17.95	0.862	0.1350	10.8325	10.6975
17	P17	1.610	1.500	4.8228	76.60	3.679	1.1976	14.4861	13.2886
18	P18	1.610	3.000	3.5627	56.58	2.718	1.1023	13.2886	12.1862
19	P19	1.610	3.000	2.3561	37.42	1.797	0.4975	12.1862	11.6888
20	P20	1.610	3.000	1.1744	18.65	0.896	0.1451	11.6888	11.5437
21	P21	1.610	3.000	5.3476	84.93	4.080	2.4259	18.7516	16.3257
22	P22	1.610	3.000	3.9508	62.75	3.014	1.3466	16.3257	14.9791
23	P23	1.610	3.000	2.6129	41.50	1.993	0.6066	14.9791	14.3725
24	P24	1.610	3.000	1.3024	20.69	0.994	0.1764	14.3725	14.1961
25	P25	0.622	0.100	1.2132	19.27		12.3191	12.3191	0.0000
26	P26	0.622	0.100	1.1616	18.45	*6.201 (Flow Velocity is high)	11.2950	11.2950	0.0000
27	P27	0.622	0.100	1.1376	18.07	*5.937 (Flow Velocity is high)	10.8325	10.8325	0.0000
28	P28	0.622	0.100	1.1304	17.95	*5.814 (Flow Velocity is high)	10.6975	10.6975	0.0000
29	P29	0.622	0.100	1.2601	20.01	*5.778 (Flow Velocity is high)	13.2886	13.2886	0.0000
						*6.441 (Flow Velocity is high)			

Pipe Flow Software - Project 1 - PF Expert Solution

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Inner Diameter inch	Length m	Mass Flow kg/sec	Vol Flow US gpm	Velocity m/sec	dP Total Loss psi	Entry Pressure psi.g	Exit Pressure psi.g
30	P30	0.622	0.100	1.2066	19.16	*6.167 (Flow Velocity is high)	12.1862	12.1862	0.0000
31	P31	0.622	0.100	1.1817	18.77	*6.040 (Flow Velocity is high)	11.6888	11.6888	0.0000
32	P32	0.622	0.100	1.1744	18.65	*6.002 (Flow Velocity is high)	11.5437	11.5437	0.0000
33	P33	0.622	0.100	1.3968	22.18	*7.139 (Flow Velocity is high)	16.3257	16.3257	0.0000
34	P34	0.622	0.100	1.3379	21.25	*6.838 (Flow Velocity is high)	14.9791	14.9791	0.0000
35	P35	0.622	0.100	1.3105	20.81	*6.698 (Flow Velocity is high)	14.3725	14.3725	0.0000
36	P36	0.622	0.100	1.3024	20.69	*6.657 (Flow Velocity is high)	14.1961	14.1961	0.0000
37	P37	3.068	3.000	15.7410	250.00	3.307	5.2536	203.9551	198.7015
38	P38	3.068	14.790	14.8132	235.26	3.112	-1.7343	198.8179	200.5522
39	P39	3.068	0.300	0.0000	0.00	0.000	-0.4258	198.8179	199.2438

*= Velocidad aumenta en la salida de rociadores debido a que su presión cae a 0 psi.

ANEXO 12

Tabla 27.2.3.1.1 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero de cédula 40. NFPA 13, edición 2019.

Tabla 27.2.3.1.1 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero de cédula 40

Accesorios y válvulas	Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería						
	1/2 pulg. (15 mm)	3/4 pulg. (20 mm)	1 pulg. (25 mm)	1 1/4 pulg. (32 mm)	1 1/2 pulg. (40 mm)	2 pulg. (50 mm)	2 1/2 pulg. (65 mm)
Codo 45°	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)
Codo estándar 90°	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Codo de giro largo 90°	0.5 (0.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)
En T o cruz (flujo con giro 90°)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)
Válvula mariposa	—	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)
Válvula de compuerta	—	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)
Interruptor de flujo de tipo paleta	—	—	6 (1.8)	9 (2.7)	10 (3)	14 (4.3)	17 (5.2)
Válvula de retención a clapeta	—	—	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.3)	14 (4.3)

Accesorios y válvulas	Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería							
	3 pulg. (80 mm)	3 1/2 pulg. (90 mm)	4 pulg. (100 mm)	5 pulg. (125 mm)	6 pulg. (150 mm)	8 pulg. (200 mm)	10 pulg. (250 mm)	12 pulg. (300 mm)
Codo 45°	3 (0.9)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.3)	13 (4)
Codo estándar 90°	7 (2.1)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
Codo de giro largo 90°	5 (1.5)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4)	16 (4.9)	18 (5.5)
En T o cruz (flujo con giro 90°)	15 (4.6)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	50 (15.2)	60 (18.3)
Válvula mariposa	10 (3)	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Válvula de compuerta	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Interruptor de flujo de tipo paleta	22 (6.7)	—	30 (9.1)	—	16 (4.9)	22 (6.7)	29 (8.8)	36 (11)
Válvula de retención a clapeta	16 (4.9)	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (10)	45 (14)	55 (17)	65 (20)

Note: Se incluye información sobre tuberías de 1/2 pulg. en esta tabla solamente porque se permiten en las Secciones 29.4 y 29.5. *Debido a la variación en el diseño de las válvulas de retención a clapeta, los equivalentes de tubería indicados en esta tabla son considerados promedio.

ANEXO 13

Tabla de diámetro interno nominal en tubería

	1"	1.2 5"	1. 5"	2"	2.5 "	3"	3.5 "	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Cedula 10	1.0 9	1.4 4	1. 68	2.1 5	2.6 3	3.2 6	3.7 6	4.2 6	5.2 9	6.3 5	8. 24		
Cedula 40	1.0 49	1.3 8	1. 61	2.0 67	2.4 69	3.0 68	3.5 48	4.0 26	5.0 47	6.0 65	8. 07	10. 02	11.9 38
											7. 98		

ANEXO 14

Reporte del Cuerpo de Bomberos del Canton La Libertad sobre Incendios en el Centro Comercial Buenaventura Moreno.

CUERPO DE BOMBEROS DE LA LIBERTAD								
Informe de incendios en el Buenaventura Moreno								
FECHA	No	MOVIL	TIPO DE EMERGENCIAS	DIRECCION	PROPIETARIO	NOVEDAD	CUARTEL	OBSERVACIONES
18/3/2007	1	4 Y 5	INCENDIO	CC BUENAVENTURA MORENO	MUNICIPIO DE LA LIBERTAD	INCENDIO EN LA PLANTA ALTA DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA	1	ACUDE MOVILES 4 Y 5 AL INCENDIO, SE PROCEDE A SOLICITAR APOYO A LOS CANTONES VECINOS, SE TRABAJA CON LAS UNIDADES OCUPANDO 1000 GNLNES DE AGUA APROXIMADAMENTE, PARA CONTROLAR LA NOVEDAD, ENSERES AFECTADOS EN SU MAYORIA PRENDAS DE VESTIR.
5/6/2007	1	4 Y 5	INCENDIO	CC BUENAVENTURA MORENO	MUNICIPIO DE LA LIBERTAD	INCENDIO EN LA PLANTA ALTA DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA	1	ACUDE MOVILES 4 Y 5 AL INCENDIO, SE PROCEDE A SOLICITAR APOYO A LOS CANTONES VECINOS, SE TRABAJA CON LAS UNIDADES OCUPANDO 600 GNLNES DE AGUA APROXIMADAMENTE, PARA CONTROLAR LA NOVEDAD ENSERES AFECTADOS EN SU MAYORIA PRENDAS DE VESTIR.
15/3/2015	1	4	FUGA DE GAS	CC BUENAVENTURA MORENO	MUNICIPIO DE LA LIBERTAD	FUGA DE GAS EN EL AREA DE COMEDORES	1	ACUDE MOVIL 4 AL PATIO DE COMIDAS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO, DONDE SE VERIFICO UNA FUGA DE GAS EN UNO DE LOS COMEDORES, SE CONTROLÓ LA NOVEDAD Y SE INDICÓ LA RECOMENDACIONES PERTINENTES
9/8/2016	1	4,5,7	INCENDIO	CC BUENAVENTURA MORENO	MUNICIPIO DE LA LIBERTAD	INCENDIO EN LA PLANTA BAJA DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA	1	ACUDE MOVILES 4-5-7 AL INCENDIO, SE TRABAJA CON LAS UNIDADES OCUPANDO 300 GNLNES DE AGUA APROXIMADAMENTE, PARA CONTROLAR LA NOVEDAD ENSERES AFECTADOS EN SU MAYORIA PRENDAS DE VESTIR.
26/9/2018	1	4	EXPLOSION DE GASES	CC BUENAVENTURA MORENO	MUNICIPIO DE LA LIBERTAD	EXPLOSION DE GASES EN ALCANTARILLA	1	ACUDE MOVIL 4 AL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO, POR LLAMADO SOBRE UNA EXPLOSION, EN EL LUGAR PUDIMOS VERIFICAR QUE SE ESTABAN REALIZANDO LIMPIEZAS EN DUCTOS DE LA ALCANTARILLA, DONDE EL RESPONSABLE INDICO QUE HABIA PUESTO ACIDO Y POSTERIOR CLORO.

ANEXO 15

Ficha Técnica De Rociador.



Rociadores montantes, colgantes y colgantes embutidos con factor K 5,6 Serie TY-FRB de respuesta rápida y cobertura estándar

Descripción general

Los rociadores montantes (TY313) y colgantes (TY323) TYCO con factor K 5,6 Serie TY-FRB descritos en esta hoja de datos son rociadores pulverizadores con respuesta rápida y cobertura estándar decorativos que cuentan con una ampolla de vidrio de 3 mm y se encuentran diseñados para instalaciones comerciales de riesgo ligero u ordinario, por ejemplo, bancos, hoteles y centros comerciales.

La versión embutida del rociador colgante Serie TY-FRB, donde corresponda, se encuentra diseñada para su uso en áreas con un cielo raso acabado. Este rociador colgante embutido usa uno de los siguientes:

- Placa embellecedora embutida de dos piezas Estilo 15 con ajuste de hasta 5/8 pulgada (15,9 mm) de embutido con respecto al nivel del techo.
- Placa embellecedora embutida de dos piezas Estilo 20 con ajuste de hasta 1/2 pulgada (12,7 mm) de embutido con respecto al nivel del techo.

El ajuste provisto por la placa embellecedora embutida reduce la exactitud con la cual deben cortarse las gotas de la tubería fija a los rociadores.

Se describen versiones de nivel intermedio de los rociadores Serie TY-FRB en la Hoja Técnica TFP957. Los dispositivos de protección y blindaje del rociador se describen en la Hoja Técnica TFP780.

IMPORTANTE

Consulte siempre la Hoja Técnica TFP700 para ver el "AVISO PARA EL INSTALADOR" que indica las precauciones que deben tomarse con respecto a la manipulación y el montaje de los sistemas de rociadores y sus componentes. La manipulación y el montaje inadecuados pueden provocar daños permanentes en el sistema de rociadores o en sus componentes y hacer que el rociador no funcione en caso de incendio o se active prematuramente.

AVISO

Los rociadores Tyco Serie TY-FRB aquí descritos deben instalarse y mantenerse como se indica en este documento de conformidad con las normas vigentes de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios y las normas de cualquier otra autoridad competente. El incumplimiento de este requisito puede afectar el funcionamiento de estos dispositivos.

El propietario es responsable de mantener su sistema de protección contra incendios y sus dispositivos en buen estado de funcionamiento. En caso de duda, póngase en contacto con el instalador o fabricante del rociador.

Número de identificación del rociador (SIN)

TY313 Montante 5,6K, 1/2" NPT
TY323 Colgante 5,6K, 1/2" NPT

Datos Técnicos

Homologaciones
Listados por UL y C-UL
Homologados por FM y VdS
Certificados por CE

Presión máxima de trabajo

175 psi (12,1 bar)
250 psi (17,2 bar)*

* La presión máxima de trabajo de 250 psi (17,2 bar) se aplica solamente al estado confeccionado por Underwriters Laboratories, Inc. (UL).

Coefficiente de descarga

$K=5,6 \text{ GPM/psi}^{1/2}$ (80,6 LPM/bar^{1/2})

Temperaturas nominales

135 °F (57 °C)
155 °F (68 °C)
175 °F (79 °C)
200 °F (93 °C)
286 °F (141 °C)



Acabados
Rociador: bronce natural, cromado, blanco puro (RAL 9010) y blanco señales (RAL 9003).

Placa embellecedora embutida: revestimiento blanco, cromado o enchapado en bronce

Características físicas

Cuerpo Bronce
Botón Bronce/Cobre
Conjunto de sello Acero inoxidable con TEFLÓN
Ampolla Vidrio
Tornillo de compresión Bronce
Deflector Bronce

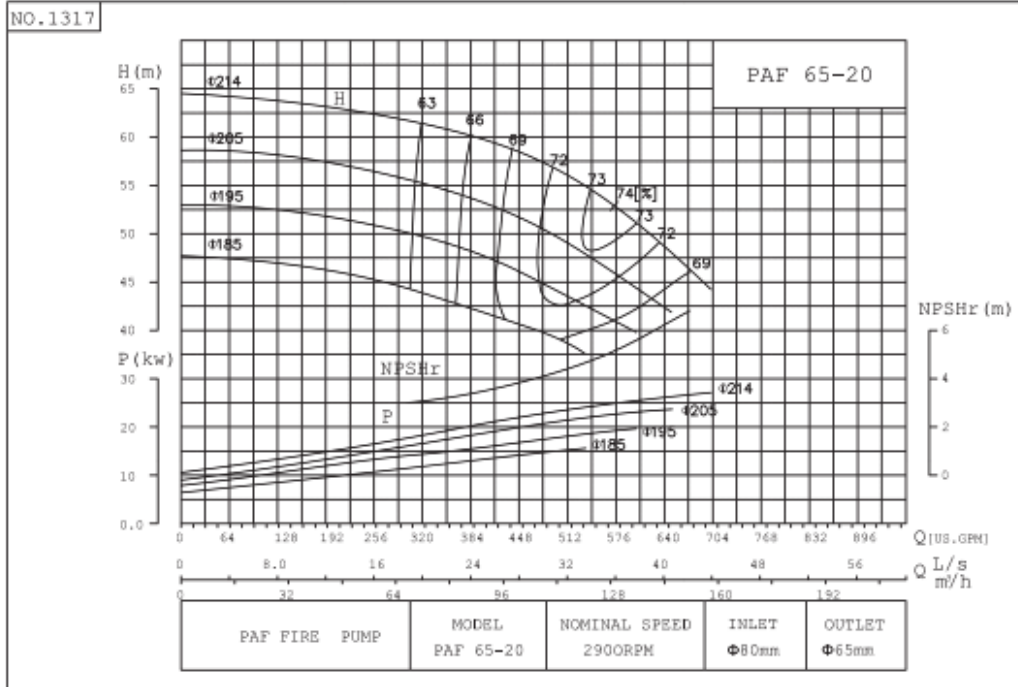
ANEXO 16

Ficha Técnica de Bomba Contra Incendio.

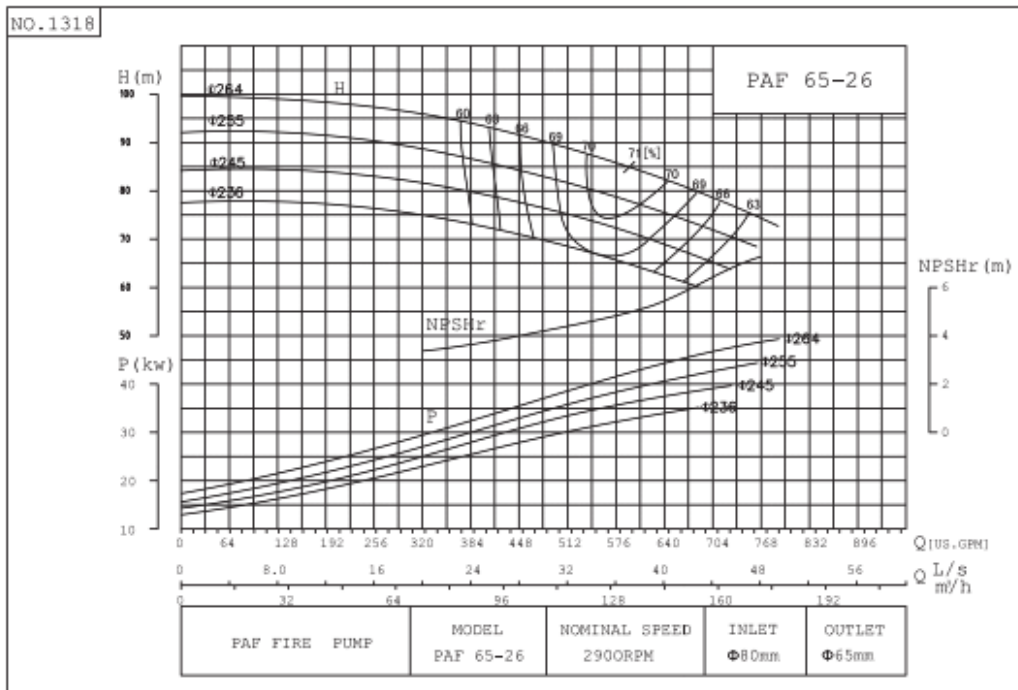


DETALLE MOTOBOMBA PRINCIPAL	
BOMBA PRINCIPAL	
Caudal (GPM):	500
Presión (PSI):	110
Succión x Descarga:	4" x 4"
Velocidad Nominal (RPM):	2900
Sello:	Mecánico
Tipo:	Succión Final
Flujo:	Centrifuga
Potencia al Eje Nominal (HP):	40
Impulsor:	Cerrado
MOTOR A DIESEL	
Tipo: 4 Cilindros en línea , 4 tiempos	
Tipo de inyección: Diesel, inyección directa	
Diámetro Pistón (mm): 90	
Carrera Pistón (mm): 100	
Velocidad Nominal (RPM): 2900	
Potencia Nominal (Kw): 50	
Enfriamiento: Enfriado hidráulicamente	
Tanque de Combustible: Diesel, 8 horas	
Consumo de combustible max (gr/KW*h): 235	
Dimensiones totales (mm): 750*600*735	
Peso (kg): 210	

NO.1317




NO.1318



ANEXO 17


Ficha Técnica de Bomba Jockey.



BOMBAS MULTITAPAS VERTICALES EN ACERO INOXIDABLE

VSE 2 11-30 / VSE 2 18-55

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Voltaje (v)	Fases	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **	Etapas	Succión	Descarga	Peso (Kg)
VSE 2 11-30-1	1G0166	3.0	220	1	142	20	11	1-1/4"	1"	39
VSE 2 11-30	1G0167	3.0	220/440	3	142	20	11	1-1/4"	1"	39
VSE 2 18-50	1G0168	5.0	220/440	3	233	20	18	1-1/4"	1"	50



* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
 ** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Materiales	
Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48
Impulsor	Acero Inoxidable 304
Sello mecánico	Carbón/Cerámica/Buna-N
Acople intermedio	Hierro fundido ASTM A-48
Empaques	EPDM
Volutas	Acero Inoxidable 304

Características de la bomba	
Tipo de bomba	Centrífuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Succión	1-1/4" NPT
Descarga	1" NPT
Tipo de impulsor	Cerrado
Cantidad de impulsores	11 ó 18 (Según modelo)
Tipo de sello	Sello mecánico tipo cartucho
Temperatura Max. Líquido	90°C Continua

Características del Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	3.0 o 5.0Hp (Según modelo)
Diseño	BRIDA C-DIN
Velocidad	3.450 RPM (nominal)
Aislamiento	Clase F
Voltaje	220 -220/440(Según modelo)
Factor de servicio	1,0
Frecuencia	60Hz
Fases	1 ó 3 (Según modelo)

Aplicaciones	
•	Aprovisionamiento de aguas limpias
•	Bombeo exclusivo de agua limpia sin abrasivos
•	Sistemas de Presión
•	Transferencias de líquidos a tanques
•	Aumento de Presión
•	Bomba Jockey en equipos contra incendio

1. VSE 2 11-30-1
 2. VSE 2 11-30
 3. VSE 2 18-55

