



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y DEL COMPORTAMIENTO
HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra
Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA”**

Realizado por:

TELMO DAVID TORRES SALAZAR

Director de Proyecto:

PhD. LUIS FERNANDO FREIRE CONSTANTE

Como requisito para la obtención del título de:

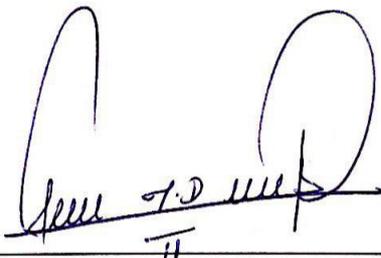
INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

QUITO, FEBRERO 2019

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, TELMO DAVID TORRES SALAZAR, con cédula de identidad # 172483092-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Telmo D. Torres Salazar', is written over a horizontal line. The signature is stylized with large loops and a long horizontal stroke at the end.

Telmo David Torres Salazar

C.C.: 172483092-0

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA”

Realizado por:

TELMO DAVID TORRES SALAZAR.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el profesor

PhD. LUIS FERNANDO FREIRE CONSTANTE

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.



PhD. LUIS FREIRE FERNANDO FREIRE CONSTANTE

Director

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

LOS PROFESORES INFORMANTES

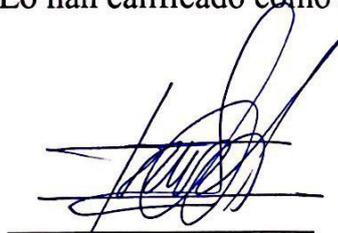
Los profesores informantes:

ING. FRANZ GUZMAN

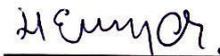
ING. HENRY CÁRDENAS

Después de revisar el trabajo escrito presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal
examinador.



Ing. Franz Guzmán



Ing. Henry Cárdenas

Quito, a 05 febrero de 2019

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico en especial a mi familia, Jenny, Balo y Daniela por el importante apoyo incondicional en cada paso que he tenido a lo largo del transcurso académico en mi carrera sin importar los obstáculos se han presentado y siempre dándome la fuerza y ganas de salir adelante.

A mi Padre Telmo y mis abuelitos Telmo y Elizabeth que sin duda lograron generar esa motivación e inspiración que de igual forma fueron importantes e

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme tener la oportunidad de acabar otra etapa de mi vida, y llenarme de bendición en cada paso que doy.

A mi familia Jenny, Balo y Dani que en ellos he tenido la inspiración y el enfoque que me ha permitido lograr llevar una vida excepcional, mostrándome las cimas a donde llegar y siempre estar ahí para mí.

A mis Abuelitos Telmo y Elizabeth y mi Padre Telmo que en todo momento han estado pendientes, dándome la confianza y creer en mí para lograr cosas grandes y sobre todo guiándome para tener la liviandad de poder seguir mi camino de la mano de Dios y tener un gran éxito en mi vida.

Le doy un agradecimiento muy especial a mi director de tesis Msc. Luis Freire, quien valoro mucho por ser un pilar importante en mi desarrollo como profesional, formándome con impecables y sólidos conocimientos que serán de mucha utilidad en mi vida y por la guía que me dio para poder realizar este trabajo.

A mi demás familia, compañeros y amigos que han sido personas quienes aportaron con un gran apoyo en esta etapa de mi vida.

RESUMEN.....	1
PALABRAS CLAVE	1
SUMMARY	2
KEYWORDS	2
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 El problema de investigación.....	3
1.1.1 Antecedentes	3
1.1.2 Planteamiento del problema.....	7
1.1.3 Objetivo General	7
1.1.4 Justificación	8
1.2 Marco Teórico.....	9
1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema	9
Amenazas	9
Vulnerabilidad.....	10
Riesgo.....	10
Fuentes de peligro de incendio.....	11
Importancia de la protección contra incendios.....	12
La pirámide de Kelsen	12
Norma Internacional ISO 31000 - Gestión del Riesgo.....	16
1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica	18
CAPITULO II. MÉTODO	19
2.1 Nivel de estudio	19
2.2 Modalidad de Investigación	19
2.3 Método	19
2.4 Población y muestra	20
2.5 Selección de Instrumentos de Investigación	20
2.6 Priorización de Riesgos de Incendio	20
- Definición y cálculo del sistema de protección contra incendio.....	20
- Sistema de detección direccionable	23
- Tablero de transferencia y conexión de generador	23
- Diseño del sistema en AUTOCAD.....	24
CAPITULO III. RESULTADOS	25
3.1 Presentación y análisis de resultados	25
3.2 Aplicación práctica	63

3.2.1	Diseño de sistema de protección contra incendios	63
3.2.1.1	Estaciones manuales o pulsadores.....	63
3.2.1.2	Detectores de Humo	64
3.2.1.3	Sistema de extinción de incendio	68
3.2.1.4	Bombas contra incendios	69
3.2.1.5	Tubería vertical y mangueras	73
3.2.2.6	Requisitos de flujo y presión.....	80
3.2.2.7	Rociadores automáticos	82
3.2.2.8	Extintores portátiles	88
3.2.2.9	Medios de egreso.....	88
3.2.2.10	Iluminaria de emergencia	90
CAPÍTULO IV		91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		91
4.1.	Conclusiones	91
4.2.	Recomendaciones.....	91
Bibliografía		92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación de incendios más relevantes registrados durante entre los años 2017 y 2018.....	7
Tabla 2. Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores por sistema tabulado	23
Tabla 3. Grado de peligrosidad de los combustibles (TABLA 1.1 INSHT).....	26
Tabla 4. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra. (TABLA 1.2 INSTH).....	27
Tabla 5. Valores del coeficiente Ra.	27
Tabla 6. Poder calorífico (qi) de diversas sustancias producto. (TABLA 1.4 INSTH)	28
Tabla 7. Materiales almacenados por cada bodega.	28
Tabla 8. Carga de fuego ponderada de la bodega A.....	29
Tabla 9. Carga de fuego ponderada de la bodega B.....	29
Tabla 10. Carga de fuego pondera de la bodega intermedia.	29
Tabla 11. Carga de fuego ponderada de la bodega C.....	29
Tabla 12. Carga de fuego ponderada de la bodega D.....	30
Tabla 13. Carga de fuego ponderada de la bodega E.....	30
Tabla 14. Carga de fuego ponderada de la bodega F.	30
Tabla 15. Carga de fuego ponderada de la bodega G.....	31
Tabla 16. Nivel de riesgo intrínseco de cada bodega.....	32
Tabla 17. Información de la estructura de la bodega A.	33
Tabla 18. Información de la actividad de la bodega A.....	33
Tabla 19. Carga de fuego pondera de la bodega A.	33
Tabla 20. Carga de incendio mobiliaria.	34
Tabla 21. Grado de combustibilidad.	34
Tabla 22. Peligro de humos.....	35
Tabla 23. Peligro de corrosión o toxicidad.	35
Tabla 24. Carga de incendio inmobiliaria	36
Tabla 25. Condiciones para determinar el factor e.....	36
Tabla 26. Edificio un solo nivel.	37
Tabla 27. Edificios de varias plantas.....	37
Tabla 28. Tamaño del compartimiento corta fuego.	38
Tabla 29. Medidas normales.	39
Tabla 30. Medidas especiales.....	41
Tabla 31. Medidas inherentes a la construcción.	43
Tabla 32. Cálculo de peligro potencia p de la bodega A.....	45
Tabla 33. Determinación de las medidas de protección.....	45
Tabla 34. Peligro de activación.....	46
Tabla 35. Exposición al riesgo de las personas.....	47
Tabla 36. Resultado de Método Gretener de la Bodega A.....	49
Tabla 37. Extintores suministrados en las bodegas.....	49
Tabla 38. Sistema de detección convencional.....	50
Tabla 39. Información de la estructura bodega B.	50
Tabla 40. Información de actividad bodega B.	50
Tabla 41. Carga de fuego pondera Bodega B.....	50
Tabla 42. Resultado del método Gretener de la Bodega B.	51
Tabla 43. Información estructural del galpón intermedio.	52
Tabla 44. Información de la actividad galpón intermedio.	52

Tabla 45. Carga de fuego ponderada galpón intermedio.	52
Tabla 46. Resultado del método Gretener galpón intermedio.....	53
Tabla 47. Información estructural de la bodega C.	54
Tabla 48. Información de la actividad de la bodega C.....	54
Tabla 49. Carga de fuego ponderada de la bodega C.....	54
Tabla 50. Resultado del método Gretener de la Bodega.	55
Tabla 51. Información estructural de la bodega D.	55
Tabla 52. Información de la actividad de la bodega D.....	55
Tabla 53. Carga de fuego ponderada de la bodega D.....	56
Tabla 54. Resultado del método Gretener bodega D.	57
Tabla 55. Información estructural de las bodegas.....	57
Tabla 56. Información de la actividad de las bodegas.	57
Tabla 57. Cargas de fuegos ponderados de las bodegas respectivas.....	57
Tabla 58. Resultado del método Gretener de las Bodegas E y F.	58
Tabla 59. Información estructural de la bodega G.	59
Tabla 60. Información de la actividad de la bodega G.....	59
Tabla 61. Carga de fuego ponderada de la bodega G.....	59
Tabla 62. Resultado del método Gretener de la bodega G.....	60
Tabla 63. Zona de riesgo según norma determinada para cada bodega.	62
Tabla 64. Tipos de bombas y su rasgo de presión y caudal de bombeo.(NFPA 20).....	69
Tabla 65. Detalles de la Bomba centrífuga de 750 Gpm horizontal.	70
Tabla 66. Detalles de la Bomba jockey.....	71
Tabla 67. Resumen de información sobre la tubería utilizada en las bombas centrífuga contra incendios. (NFPA 20)	73
Tabla 67. Materiales y Dimensiones de tubería o Tubo. (NFPA 13).....	74
Tabla 68. Materiales y Dimensiones de Accesorios. (NFPA 13).....	74
Tabla 69. Distancia máxima entre soporte (pulgada). (NFPA 13).....	75
Tabla 70. Distancia máxima entre soporte (métrico). (NFPA 13)	76
Tabla 71. Presiones mínimas por sistema en conexiones de manguera	80
Tabla 72. Dimensionado para drenajes de tubería vertical (NFPA 14).....	81
Tabla 73. Clasificación de ocupaciones aplicando NFPA 13.	83
Tabla 74. Ancho mínimo requerido de componentes de medios de egreso en edificaciones existentes. (RTQ 5)	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de Kelsen. Fuente: (Reyes, 2013).....	13
Figura 2. Vista en planta y frontal de la edificación en estudio.	25
Figura 3. Nivel de riesgo intrínseco. (TABLA 1.3 INSHT)	31
Figura 4. Detectores de Humo Bodega A.	64
Figura 5. Detectores de Humo Bodega B.....	65
Figura 6. Detectores de Humo Galpón Intermedio.	65
Figura 7. Detectores de Humo Bodega C.....	65
Figura 8. Detectores de Humo Bodega D.	66
Figura 9. Detectores de Humo Bodega E.....	66
Figura 10. Detectores de Humo Bodega F.	66
Figura 11. Detectores de Humo Bodega G.	67

Figura 12. Ejemplo del correcto montaje para los detectores.	68
Figura 13. Curva de eficiencia de Bomba centrífuga de 750 Gpm horizontal.	70
Figura 14. Cuarto o Casa Bomba.	71
Figura 16. Gabinete de incendio clase II \varnothing 1 ½”, 15m. (NFPA 14)	78
Figura 17. Ubicación del gabinete de incendio clase II \varnothing 1 ½”, 15m. (NFPA 14).....	79
Figura 18. Detalle de Siamesa. (NFPA 13).....	80
Figura 19. Curva área/densidad.....	83
Figura 20. Bodega A.	84
Figura 21. Bodega B.	84
Figura 22. Bodega Intermedio.....	85
Figura 23. Bodega C.	85
Figura 24. Bodega D.	86
Figura 25. Bodega E.....	86
Figura 26. Bodega F.....	87
Figura 27. Bodega G.	87

RESUMEN

Este estudio aborda la temática del sistema de prevención y control de incendios en una empresa del sector Plásticos, ubicada en la ciudad de Quito. El estudio se basa en las normas NFPA, que consideran los riesgos de incendios, la protección contra los mismos, y todo lo relativo al sistema indicado. Para ello, se formuló la revisión de la base teórica existente sobre el tema, lo que permitió identificar los factores de riesgo generales, para toda actividad humana, y específicas del sector plástico.

El análisis técnico o investigación directa fue desarrollado aplicando: Método Gretener que posibilitó el cálculo de los factores de riesgo, cálculos hidráulicos el mismo que determina la capacidad del sistema de extinción, siguiendo todas las directrices marcadas en la normativa NFPA.

Con este estudio, se pretende dar una respuesta práctica a la problemática identificada, buscando minimizar el impacto que tuviese un incendio en la referida empresa.

PALABRAS CLAVE

- INCENDIO
- ROCIADOR
- NFPA
- EXTINCIÓN
- RIESGO
- BOMBAS
- MANGUERAS
- GRETENER

SUMMARY

This study addresses the theme of the fire prevention and control system in a company in the Plastics sector, located in the city of Quito. The study is based on NFPA standards, fire risks, protection against them, and everything related to the indicated system. For this purpose, a review of the theoretical basis on the subject was formulated to identify the general risk factors for all human activity and those specific to the plastic sector.

The technical analysis or direct investigation was developed applying: Method to allow the calculation of the risk factors, the hydraulic calculations, the extinction system, the instructions marked in the NFPA regulations.

With this study, it is intended to give a practical response to the identified problem, seeking to minimize the impact that you had a fire in the referred company.

KEYWORDS

- FIRE
- SPRAYER
- NFPA
- -EXTINCTION
- RISK
- PUMPS
- HOSES
- GREENER

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 El problema de investigación

1.1.1 Antecedentes

En el presente trabajo de titulación se considera la realidad local, nacional y latinoamericana en materia de protección contra incendios, tomando en cuenta las consecuencias de siniestros ante la deficiente protección en las organizaciones. La siguiente tabla sintetiza los hallazgos más relevantes en esta materia:

Fecha	Empresa	Localidad	Tipo de siniestro	Ayuda interinstitucional	Consecuencias	Fuente	Dirección web
Quito							
4-feb-05	Peña Durini	10 de agosto	Incendio	3 compañías del cuerpo de bomberos	Daños materiales y de infraestructura	El universo	https://www.eluniverso.com/2005/02/03/0001/10/fecd9cf8af24e4080c33b8046e93103.html
20-abr-06	Deltex	Cumbaya	Incendio	70 efectivos del cuerpo de bomberos, 5 unidades de rescate y 8 vehículos contra incendios.	Daños a la infraestructura valorado en 200 mil \$	La hora	https://www.lahora.com.ec/noticia/419236/incendio-destruye-fbrica-deltex
14-abr-08	La Factory	Sur de quito	Incendio	Equipo de rescate y efectivos del cuerpo de bomberos Quito, policía nacional.	19 muertos, 30 heridos, daños a la infraestructura	El universo	https://www.eluniverso.com/2008/04/20/0001/10/76bfadfa86b7469fa4cd92a2b677857f.html
7-abr-15	Kimberly Clark	La pampa	Incendio	100 efectivos, 1 auto escalera, 5 autobombas, 5 tanqueros, 5 camionetas y 4 motocicletas.	Daños de material valorado en 4 millones de dolares y daño de la infraestructura	El comercio	https://www.elcomercio.com/actualidad/incendio-fabrica-pomasqui-bomberos-quito.html
24-abr-17	Incinerox	Itulcachi	Incendio	50 oficiales y 20 vehículos del cuerpo de bomberos de quito	Daños materiales y de infraestructura	El comercio	https://www.elcomercio.com/app_public.php/actualidad/bomberos-incendioestructura-1-itulcachi-quito-pifo.html

28-nov-17	Fábrica de cerveza	5 de junio y Rodrigo de Chávez	Incendio	20 efectivos con dos tanqueros, dos autobombas y dos camionetas.	Daños a la infraestructura	El telégrafo	https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/explosion-de-contenedores-de-brea
24-dic-17	Toronto	10 de agosto	Explosión	40 efectivos del cuerpo de bomberos de quito y 5 vehículos de movilización	2 muertes, 12 heridos, daños a la infraestructura	El comercio	https://www.elcomercio.com/actualidad/personas-heridas-gas-restaurante-quito.html
26-dic-17	Fábrica de calzado	La gatazo	Incendio	25 bomberos acudieron al sitio para controlar el fuego.	Daños a la infraestructura	El comercio	https://www.elcomercio.com/actualidad/incendio-quito-fabrica-bomberos-gatazo.html
27-abr-18	Resiflex	Turubamba	Incendio	40 efectivos del cuerpo de bomberos de quito, 10 vehículos contra incendios, 2 ambulancias y 4 motocicletas.	Daños de casi la totalidad de la infraestructura	El comercio	https://www.elcomercio.com/actualidad/fabrica-incendio-guamani-colapso-bomberos.html
Ecuador							
Fecha	Empresa	Localidad	Tipo de siniestro	Ayuda interinstitucional	Consecuencias	Fuente	Dirección web
7-may-12	Fábrica de pintura	Guayaquil	Incendio	Cuerpo de bomberos de Guayaquil	3 heridos, daños materiales y a terceros(vehículos)	El universo	https://www.eluniverso.com/2012/05/07/1/1445/incendio-fabrica-pinturas-centro-guayaquil-causo-alarma-habitantes.html
20-ago-12	Incinerox	Sushufindi	Incendio	Cuerpo de bomberos de lago agrío, el coca y sushufindi	Daños a la infraestructura	El universo	https://www.eluniverso.com/2012/08/20/1/1447/incendio-bodega-compania-sushufindi.html
18-jun-14	Fábrica de baterías	Daule	Incendio	Cuerpo de bomberos, policía nacional y equipos de socorro	1 muerto y daños a la infraestructura	El telégrafo	https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/judicial/1/incendio-en-fabrica-deja-otra-victima
2-ago-16	Fabrica contrachapados	Esmeraldas	Incendio	15 efectivos de bomberos de esmeraldas, apoyados con tres motobombas y dos tanqueros abastecedores	Daños a la infraestructura	Ecu 911	http://www.ecu911.gob.ec/se-registra-incendio-en-fabrica-de-contrachapados-en-esmeraldas/

5-ago-16	Adelca	Aloag	Incendio	Efectivos del cuerpo de bomberos	Sin daños a la infraestructura	El telégrafo	https://www.eltelgrafo.com.ec/noticias/quito/1/un-cristal-habria-ocasionado-conato-de-incendio-en-fabrica-de-adelca
27-oct-16	Fábrica de madera	Guallabamba	Incendio	Efectivos del cuerpo de bomberos y un tanquero	Daños materiales , a la infraestructura, y lesión de segundo grado de una persona	El comercio	https://www.elcomercio.com/actualidad/incendio-guayllabamba-fabricademuebles-herido.html
24-ene-17	Veconsa	Guayaquil	Explosión e incendio	400 efectivos del cuerpo de bomberos y 80 unidades del cbg	Daños materiales y de infraestructura	El tiempo	https://www.eltiempo.com.ec/noticias/sucesos/9/incendio-en-fabrica-de-guayaquil-moviliza-a-mas-de-400-bomberos
31-jul-17	Fábrica de plásticos	Guayaquil	Incendio	Policía nacional, cuerpo de bomberos y comisión de tránsito	Daños a la infraestructura	La hora	https://lahora.com.ec/noticia/1102088869/incendio-consume-una-fabrica-en-guayaquil
22-oct-17	Graiman	Cuenca	Incendio	110 efectivos del cuerpo de bomberos de cuenca y 25 unidades especiales.	Daños a la infraestructura valorado en 200 mil \$	El comercio	https://www.elcomercio.com/actualidad/incendio-graيمان-causas-cuerpodebomberos-cuenca.html
7-sep-18	Aserradero	Ibarra	Incendio	Cuerpo de bomberos de Ibarra y una unidad de rescate	Daños materiales y de infraestructura	El universo	https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/07/nota/6942248/seis-personas-fueron-rescatadas-incendio-ibarra
Latinoamérica							
Fecha	Empresa	Localidad	Tipo de siniestro	Ayuda interinstitucional	Consecuencias	Fuente	Dirección web
27-mar-12	Planta de plásticos	Chile	Incendio	Cuerpo de bomberos	Daños materiales y de infraestructura	Emol	https://www.emol.com/fotos/21774/
16-jun-17	Recicladora de plástico	México	Incendio	Cuerpo de bomberos de la Ciudad de México	Daños materiales y de infraestructura	Excelsior	https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2017/06/16/1170254

31-ago-17	Marcopolo S.A	Brasil	Incendio	Cuerpo de bomberos	Daños materiales y de infraestructura	Reuters	https://lta.reuters.com/article/noticiasprincipales/idltakcn1bf032-ouslt
25-dic-17	Fábrica de plásticos	Perú	Incendio	Cuerpo general de bomberos	Daños materiales y de infraestructura	Rpp	https://rpp.pe/lima/actualidad/un-gran-incendio-consume-una-fabrica-de-plasticos-en-la-avenida-colonial-noticia-1096146
24-abr-18	Fábrica de plástico	Honduras	Incendio	5 unidades del cuerpo de bomberos	Daños materiales y de infraestructura	Tiempo honduras	https://tiempo.hn/un-voraz-incendio-en-una-fabrica-de-plastico-en-san-pedro-sula/
2-jun-18	Plumrose	Venezuela	Incendio	Cuerpo de bomberos, protección civil y policía regional	Daños materiales y de infraestructura	El universal	http://www.eluniversal.com/venezuela/11129/incendio-en-instalaciones-de-plumrose-en-cagua-estado-aragua
29-jun-18	Bodega de reciclaje	Panamá	Incendio	Benemérito cuerpo de bomberos de la republica de panamá, 40 unidades camisas rojas, 4vehículos de extinción, tres tanqueros.	Daños materiales y de infraestructura	Día a día	https://www.diaadia.com.pa/el-pais/fuego-recicladora-fue-consumida-por-un-incendio-en-villas-de-las-acacias-339735
13-jul-18	Fábrica de plástico	Colombia	Incendio	Cuerpo de bomberos de la ciudad de Cali, 4 máquinas extintoras con 16 unidades, 2 carro tanque con 4 unidades, 2 ambulancias con 4 paramédicos	2 personas con lesión, daños a los materiales y a la infraestructura	90 minutos	https://90minutos.co/incendio-fabrica-plastico-dejo-dos-lesionados-oriente-cali-13-07-2018/
14-oct-18	Bodega de plástico	Costa rica	Incendio	40 bomberos , 8 unidades extintoras y la cruz roja	Daños materiales y de infraestructura	Crhoy	https://www.crhoy.com/nacionales/incendio-en-fabrica-de-plasticos-no-da-tregua/

13-nov-18	Isla grande	Argentina	Incendio	Cuerpo de bomberos y autobomba de extinción	Cuantiosos daños materiales y de infraestructura	Los andes	https://losandes.com.ar/article/view?slug=voraz-incendio-araso-con-una-fabrica-de-plasticos-en-tierra-del-fuego
-----------	-------------	-----------	----------	---	--	-----------	---

Tabla 1. Relación de incendios más relevantes registrados durante entre los años 2017 y 2018

1.1.2 Planteamiento del problema

La industria ecuatoriana debe tomar en cuenta la importancia de contar con un sistema de protección integral contra incendios, garantizando su funcionalidad y correcta instalación bajo las normas vigentes y NFPA. Como se pudo evidenciar los antecedentes, varias fábricas sufrieron daños significativos en sus instalaciones, además de las lesiones y/o muertes sufridas por sus trabajadores debido a los incendios acaecidos.

A pesar de todos los acuerdos y reglamentos que establece el Cuerpo de Bomberos en todo el Ecuador, las empresas instalan su Sistema de Protección Contra Incendios evadiendo la mayor cantidad de normas necesarias y sin hacer una evaluación técnica, tomando en cuenta que el riesgo al que están expuestas es alto, con una alta vulnerabilidad ante un incendio, sin que puedan controlarlo con su Sistema de Protección Contra Incendios instalado, generándose el riesgo para los ciudadanos, cuerpo de bomberos e instalaciones aledañas.

1.1.3 Objetivo General

- Proponer una estructura y diseño de un SPCI, a través del cumplimiento técnico y legal de nuestra legislación, que cumpla los estándares definidos por la NFPA, para garantizar la seguridad integral de la organización y la continuidad de las operaciones en caso de producirse un siniestro (incendio).

1.1.4 Objetivos específicos

- Calcular el nivel de riesgo de incendio en la industria de plástico, mediante la metodología Gretener y de acuerdo a NFPA 13 y 20 para conocer el nivel de riesgo de la empresa.

- Determinar tipo de red hídrica, tomando en cuenta el área de su infraestructura y zonas de alto riesgo determinadas, para una mayor efectividad en el diseño
- Determinar el tipo de Sistema de detección, tomando en cuenta las zonas de riesgo y materiales basados en la normativa NFPA, para tener una correcta ubicación para garantizar un efectivo sistema de aviso ante posibles casos de incendio.
- Determinar el tipo de Sistema de Bombeo, tomando en cuenta el área y el diseño de red hídrica basados en normativa NFPA, para garantizar la presión y la efectividad del funcionamiento en caso de emergencia.

1.1.4 Justificación

Este estudio se sustenta en la evidente necesidad de estructurar y diseñar un SPCI, que cumpla los requisitos técnicos y legales en materia de protección contra incendios, ajustándose a los estándares definidos por la NFPA.

Teóricamente, por tanto, se aplicarán los conceptos relativos al riesgo y tipos de riesgo, centrandose el interés en el incendio, que es un riesgo antropogénico, así como las medidas existentes para su prevención y sofocamiento cuando se produzca.

En un nivel práctico, se desea aportar a la empresa seleccionada un protocolo de prevención y actuación en caso de incendio.

Por tanto, este estudio, que parte sobre la base de una encuesta aplicada a 20 empresas del sector del plástico, se evidencia en base a un check list y a los antecedentes, el no cumplimiento del sistema contra incendios en cuanto a normativa legal nacional e internacional. Toda empresa del sector debe cumplir con el marco jurídico y técnico en materia de prevención de incendios, creando una cultura de seguridad desde el punto de vista de protección a las personas, la infraestructura de la organización y el medio ambiente.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema

Amenazas

Para una mejor comprensión del riesgo de incendio, se debe evaluar qué son las amenazas, así como sus características generales. La amenaza, en general, es todo evento físico, fenómeno o actividad humana, potencialmente nocivo, que puede provocar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la vida social y económica, o degradación ambiental” (Oficina de las Naciones Unidas para la reducción de riesgos de desastres, 2008). Las amenazas incluyen factores latentes que pueden transformarse en peligros reales.

Las amenazas pueden ser originadas por causas naturales, humanas o mixtas. Las amenazas de origen natural se deben a factores tales como:

- Sismicidad: movimientos de suelos y que genera ruptura de suelos, licuefacción, deslizamientos, entre otros.
- Volcanismo: surge por actividad volcánica, capaz de generar flujos de lahares, piroclásticos, lava, etc.
- Hidrometeorología: originada en lluvias, frentes fríos, sequías y vientos.
- Deslizamientos: remoción de suelos, destrucción de laderas, entre otros.
- Erosión: destrucción de quebradas, sedimentación de riveras, entre otras consecuencias.
- Avalanchas: provocan la destrucción de laderas y lechos fluviales, además de otros peligros (Oficina de las Naciones Unidas para la reducción de riesgos de desastres, 2008).

Las amenazas de origen humano o antrópico incluyen:

- Incendios, que pueden iniciarse por aumento de temperatura como por energías y combustión.
- Explosiones, que generan ondas de expansión, además de peligros derivados de la naturaleza de la explosión.

- Derrames, de sustancias químicas que pueden perjudicar el ambiente y a las personas por inhalación o contacto (CCSSO, 2009).

Las amenazas mixtas, también denominadas socio-naturales, corresponden a situaciones de peligro de origen natural que son provocados o potenciados por la acción humana (Hernández S. , 2008).

Vulnerabilidad

El segundo componente para la definición de un riesgo es el relacionado a la vulnerabilidad, que es el conjunto de “factores determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos, y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas” (Oficina de las Naciones Unidas para la reducción de riesgos de desastres, 2008).

El análisis de la vulnerabilidad, también conocido como de vulnerabilidad y capacidad (AVC) permite analizar, a través de herramientas participativas, el grado de exposición de los pobladores a situaciones de amenaza y su capacidad para resistir dichos peligros. “El AVC es una parte integrante de la preparación para desastres y contribuye a desarrollar, en el plano local de los ámbitos rural y urbano, programas de preparación para desastres basada en la comunidad” (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2009).

Riesgo

El riesgo es una función resultante de la interacción de la amenaza y la vulnerabilidad. De esta manera, el riesgo se calcula de la siguiente manera (Universidad del Valle, 2005):

Riesgo = probabilidad de ocurrencia + gravedad del daño + vulnerabilidad

Dentro del tema que compete al presente trabajo, el riesgo se refiere a la probabilidad de que sucedan “consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiente) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y

factores de vulnerabilidad (Oficina de las Naciones Unidas para la reducción de riesgos de desastres, 2008).

El análisis de riesgos “establece las relaciones que se presentan entre una amenaza determinada y las factores de vulnerabilidad existentes”; de manera adicional, “identifica las capacidades y las pérdidas potenciales que se pueden presentar, en unas factores dadas de vulnerabilidad, en caso de materializarse una amenaza determinada” (Molina, 2012).

Fuentes de peligro de incendio

El incendio es el resultado de la energía calorífica inapropiadamente administrada. Este tipo de energía puede clasificarse en cuatro categorías básicas, según su origen:

1. Energía calorífica generada por reacciones químicas: oxidación, combustión, disolución, calentamiento espontáneo, descomposición, entre otras fuentes. El fuego es una reacción química originada en la oxidación o combustión de un material, transformándose en incendio cuando es imposible controlarlo. Se necesitan cuatro elementos para que exista el fuego: combustible, calor, oxígeno y reacción química (Bánky, 2014).

2. Energía calorífica eléctrica: por resistencia, inducción, arco, chispas eléctricas, descargas electrostáticas, rayos, entre otras. En estos casos, el fuego se origina por el calentamiento de diversos aparatos eléctricos, o por los componentes eléctricos de maquinarias, generalmente debido a un daño en la pieza eléctrica, o la falta de mantenimiento de las mismas (Bánky, 2014).

3. Energía calorífica mecánica: por fricción, chispas por fricción. El incendio, en estos casos, se origina por chispas de herramientas, roces mecánicos y chispas zapato-suelo (Bánky, 2014).

4. Calor generado por descomposición nuclear. Se produce por la reacción exotérmica de una sustancia combustible, en combinación con un oxidante, llamado comburente. Este proceso viene acompañado con una emisión lumínica, como llamas o incandescencia con desprendimiento de productos volátiles y/o humos, que deja un residuo de cenizas (Bánky, 2014).

Importancia de la protección contra incendios

Los incendios son un riesgo que podría derivar un costo elevado en la industria. Para enfrentar el riesgo de incendio es fundamental la prevención, que debería ser considerada prioritaria en las empresas, pues guarda relación directa con la protección de la salud y la vida de las personas y los bienes de las empresas (Velázquez, 2017).

Los estándares internacionales de seguridad son un mecanismo de control esencial para garantizar la seguridad en las instalaciones industriales, que dotan de competitividad a las empresas que aprueban tales estándares (Barrios, 2014).

Uno de los estándares más importantes es el establecido por los códigos y normas de la NFPA. La NFPA es una entidad fundada en Estados Unidos el año 1896. Es responsable de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención de incendios, que incluye la capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad de las empresas (Barrios, 2014). Esta institución desarrolla acuerdos con distintos organismos normativos de cada país latinoamericano, con el propósito de lograr acuerdos de apoyo, y con un mejor entendimiento de las referidas normas. Las empresas privadas son aliados importantes de la protección contra incendios pues al tener exigencias mayores a las disposiciones nacionales obligan a que los profesionales eleven sus niveles de conocimiento.

La pirámide de Kelsen

Por otra parte, se debe considerar la base teórica relativa al ordenamiento jurídico interno relativo a la materia. Para ello, en primer lugar, se tiene la descripción conceptual de la pirámide de Kelsen, para luego explicar las normas relativas al tema de estudio.

La pirámide de Kelsen representa de forma gráfica la estructura escalonada del ordenamiento jurídico. Esta herramienta es el resultado de un estudio de Hans Kelsen, quien planteó que el ordenamiento jurídico de todo Estado es “un conjunto de normas categorizadas jerárquicamente, y representada de manera visual se asemejaría a una pirámide formada por pisos superpuestos” (Reyes, 2013).

La norma legal localizada en la cúspide es la de mayor jerarquía, y dicha jerarquía disminuye conforme se acerca a la base de la pirámide. Esto indica de manera visual qué norma está subordinada a las que se encuentran sobre ella, y, a su vez, cuáles dependen de ella.



Figura 1. Pirámide de Kelsen. Fuente: (Reyes, 2013)

1. Constitución del Ecuador:

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de los factores sociales, económicos y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional (Asamblea Constituyente, 2008).

Este artículo establece la importancia que tiene para la sociedad civil ecuatoriana la obligación que tiene el Estado de proteger la vida humana y silvestre. Si bien el artículo

389 alude a todos los riesgos en general, el riesgo de incendios es uno de los más recurrentes, especialmente en temporada seca, como se pudo observar en pasados años en la ciudad de Quito durante el mes de agosto, cuando pirómanos iniciaron incendios forestales, afectando la flora y fauna de amplias regiones del DM de Quito. Esto también se aplica a las empresas que, por la naturaleza de su negocio, desarrollan actividades con riesgo de incendio.

2. Tratados y convenios internacionales

- **Comunidad Andina de Naciones (CAN)**
RESOLUCION 957 – Reglamento del instrumento andino de Seguridad y Salud en el Trabajo:

Artículo 1.-Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los países miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- d) Procesos Operativos Básicos:*
6. Control de Incendios y Explosiones

Esta Resolución del Instrumento andino de Seguridad y salud en el trabajo, es una directriz general que el Estado Ecuatoriano debe desarrollar en su normativa interna, a fin de garantizar la seguridad de los trabajadores.

- **Comunidad Andina de Naciones (CAN)**
INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Artículo 16.- Los empleadores, según la naturaleza de sus actividades y el tamaño de la empresa, de manera individual o colectiva, deberán instalar y aplicar sistemas de respuesta a emergencias derivadas de incendios, accidentes mayores, desastres naturales y otras contingencias de fuerza mayor.

3. Leyes Orgánicas

- **LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS:**

Art. 1.- El Servicio de Defensa contra Incendios lo hará el Ministerio de Bienestar Social a través de los cuerpos de bomberos, de acuerdo con esta Ley y Reglamento General.

Art. 2.- Corresponde al Ministro de Bienestar Social:

- 1. Velar por el cumplimiento de esta Ley y sus reglamentos, y por el progreso de los cuerpos de bomberos;*
- 2. Absolver las consultas de las jefaturas de zona bomberiles y dirimir las controversias que se suscitaren entre estas entidades;*
- 3. Aprobar los presupuestos de los cuerpos de bomberos, que remitan los jefes de zona;*
- 4. Nombrar, a petición de los jefes de zona, a los primeros jefes de los cuerpos de bomberos, de la terna enviada por el Consejo de Administración y Disciplina de la respectiva zona;*
- 5. Crear escuelas y organizar cursos de formación y capacitación profesional para el personal de bomberos;*
- 6. Solicitar en cualquier tiempo, a la Contraloría General del Estado; la práctica de auditorías a los cuerpos de bomberos; y,*
- 7. Las demás funciones y atribuciones que determinen la ley y los reglamentos.*

4. Normas Regionales y Ordenanzas Distritales:

- **ORDENANZA 470 DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO:**

Artículo 1.-Reglas Técnicas.-La reglas técnicas en materia de prevención de incendios que regirán las actuaciones de los administrados y de la administración del Distrito Metropolitano de Quito, en el ejercicio de sus competencias, serán aquellas contenidas en los anexos 1, 2, 3, 4, 5,6 y 7 de la presente ordenanza, ajustado a su empleo a las normas de aplicación que en razón del tiempo se determinan en los artículos siguientes.

5. Decretos y Reglamentos:

- **REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS – Acuerdo Ministerial 1257:**

Art. 1.- Expedir el "Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios", cuyo contenido certificado por esta Subsecretaría y la Dirección de Defensa Contra Incendios se anexa al presente; el mismo

que entrará en vigencia y será de obligatorio cumplimiento a partir de su suscripción, manteniendo subordinación respecto de la Constitución de la República y concordancia con la Ley de Defensa Contra Incendios y su reglamento general de aplicación, y, demás normas conexas.

- **REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS – Acuerdo Ministerial 596**

Art. 1.- Los Cuerpos de Bomberos de la República son organismos de derecho público, eminentemente técnicos y dependientes del Ministerio de Trabajo y Bienestar Social, al servicio de la sociedad ecuatoriana, destinados específicamente a defender a las personas y a las propiedades, contra el fuego; socorrer en catástrofes o siniestros, y efectuar acciones de salvamento, rigiéndose por las disposiciones de la Ley de Defensa contra Incendios y sus Reglamentos.

Norma Internacional ISO 31000 - Gestión del Riesgo

Para una eficaz gestión de riesgo, una organización en todos los niveles debe cumplir con los principios generales de esta norma.

- a) La gestión del riesgo crea y protege el valor.

La gestión del riesgo contribuye a la consecución de los objetivos y demostrables de mejora de la rendimiento, por ejemplo, la salud humana y la seguridad, la seguridad, jurídica y el cumplimiento regulatorio, público la aceptación, la protección del medio ambiente, la calidad del producto, gestión de proyectos, la eficiencia en las operaciones, la gobernanza y la reputación.

- b) Es una parte integral de todos los procesos de organización.

La gestión de riesgos no es una actividad aislada, separada de las principales actividades y procesos de la organización. La gestión de riesgos es parte de las responsabilidades de gestión y como parte integrante de todos los procesos de organización, incluida la planificación estratégica y de todos los proyectos y la gestión del cambio procesos.

- c) La gestión de riesgos es parte de la toma de decisiones.

La gestión de riesgos ayuda a quienes toman las decisiones tomar decisiones, priorizar acciones y distinguir entre cursos alternativos de acción.

- d) Aborda explícitamente la incertidumbre.

La gestión de riesgos tiene en cuenta explícitamente la incertidumbre, la naturaleza de esa incertidumbre, y cómo se puede dirigir.

- e) La gestión del riesgo es sistemática, estructurada y oportuna. Un enfoque sistemático, oportuno y estructurado para la gestión del riesgo contribuye a la eficiencia y para resultados consistentes, comparables y fiables.
- f) Se basa en la mejor información disponible.

Las entradas para el proceso de gestión de riesgo se basan en fuentes de información como los datos históricos, la experiencia, información de los interesados, la observación, pronósticos y opiniones de expertos. Sin embargo, la decisión los responsables deben informarse, y debe tener en cuenta las limitaciones de los datos o de modelos utilizados o la posibilidad de divergencia entre los expertos.

- g) La gestión del riesgo es la medida. La gestión del riesgo se alinea con el contexto externo e interno de la organización y perfil de riesgo.
- h) La gestión del riesgo tiene los factores humanos y culturales en cuenta. La gestión del riesgo reconoce las capacidades, las percepciones y las intenciones de las personas internas y externas que pueden facilitar u obstaculizar el logro de los objetivos de la organización.
- i) La gestión del riesgo sea transparente e inclusivo.

Adecuado y la oportuna participación de los interesados y, en particular, los tomadores de decisiones en todos los niveles de la organización, asegura que la gestión del riesgo sigue siendo pertinente y actualizada. También permite la participación de las partes interesadas estén debidamente representados y que sus opiniones sean tenidas en cuenta en la determinación del riesgo criterios

- j) La gestión de riesgos es dinámico, interactivo y de respuesta al cambio.

La gestión de riesgos continuamente sentidos y responde a los cambios. Como los acontecimientos externos e internos ocurren, el contexto y el cambio de conocimiento, seguimiento y revisión de los riesgos de tener lugar, surgen nuevos riesgos, algunos el cambio, y otras desaparecen.

- k) La gestión de riesgos facilita la mejora continua de la organización. Las organizaciones deben desarrollar y aplicar estrategias para mejorar su madurez de gestión de riesgos junto con todos los demás aspectos de su organización.
 - También, concientizar acerca de la continuidad de las operaciones contando con un sistema listado y certificado que da la garantía y la

eficiencia de minimizar las pérdidas en las que puedan tener como consecuencia de una emergencia (Incendio)

1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica

En este estudio son válidos todos los referentes teóricos consultados, tomando en cuenta el objeto de estudio, así como el sustento pertinente a la descripción y clasificación de incendios, la importancia de la educación y otros elementos descritos explicados. Lo mismo en lo referente a la explicación del ordenamiento jurídico bajo el enfoque de Hans Kelsen, que contribuye a la comprensión de la necesaria sujeción del presente estudio a las normas legales vigentes en el país.

CAPITULO II. MÉTODO

2.1 Nivel de estudio

Para la ejecución de este estudio, se aplicó un estudio descriptivo, tomando en cuenta las variables planteadas, así como la premisa de mostrar en detalle una situación determinada (Hernández, Fernández, & Baptista, 2013). En este caso, se señalan los principales factores de riesgo de incendio en la empresa seleccionada. Por ello, se apela a distintas fuentes de investigación como referencias bibliográficas, entrevistas a expertos en el tema, así como los niveles estratégicos, tácticos y operativos de la empresa, quienes proveerán información directa pertinente para el estudio.

2.2 Modalidad de Investigación

Investigación de campo:

Se realizó una investigación de campo para obtener información precisa acerca de los factores positivos y negativos existentes en la actualidad, y que condicionan el éxito de las actividades de prevención y actuación en caso de incendio.

Investigación Documental:

Se aplicó la investigación documental para este estudio, revisando documentos impresos y digitales, a fin de adquirir información relevante que posibilite una mejor comprensión sobre el objeto de estudio (Tamayo y Tamayo, 2017).

2.3 Método

Método Inductivo – Deductivo

Se aplicó el método inductivo – deductivo puesto que se realizará una investigación minuciosa sobre todos los aspectos importantes que se requiere conocer para la apropiada identificación de los factores de riesgo, que permita aplicar las tareas correctivas en materia de prevención y atención en caso de incendios en la empresa. Mediante el uso de instrumentos de investigación pertinentes, se obtienen datos particulares que aporten al desarrollo de la investigación en función a los objetivos planteados.

2.4 Población y muestra

La empresa se ha determinado como una empresa de alto riesgo, por lo tanto existe una alta probabilidad de que el personal que labora permanentemente en esas instalaciones corra peligro a su integridad en un siniestro como el incendio.

2.5 Selección de Instrumentos de Investigación

Para el desarrollo de esta investigación se aplicaron los siguientes instrumentos:

1. Método Gretener, consistente en determinar las zonas de mayor riesgo de incendio.
2. Cuadro para determinar el tipo de construcción
3. Determinación del factor q en función de la carga de incendio mobiliario (qm)
4. Determinación del grado de combustibilidad (factor c)
5. Determinación del peligro de humo (factor r)
6. Determinación del peligro de corrosión o toxicidad (factor k)
7. Determinación de la carga térmica inmobiliaria (factor i)
8. Determinación de la altura útil del local (factor e)
9. Cuadro para determinar el tamaño del compartimiento cortafuego (factor g)
10. Determinación de medidas normales (factor n)
11. Determinación de medidas especiales (factor s)
12. Determinación de la resistencia al fuego (factor f)
13. Determinación de la exposición al riesgo de las personas (factor de corrección pH, e)

2.6 Priorización de Riesgos de Incendio

- Definición y cálculo del sistema de protección contra incendio

El desarrollo de un incendio es consecuencia de diversos factores que influyen en el mismo, y que pueden actuar dificultando la propagación o favoreciéndola, pues ellos mismo pueden tener una influencia sobre los daños resultantes de manera positiva o negativa. Sin embargo, todo edificio está expuesto al peligro de incendio según el efecto que se tenga en cuanto a la seguridad que proporcione, de este modo se puede

hacer una distinción entre peligros potenciales y las medidas de protección consideradas.

Para la evaluación del riesgo de incendio, se aplican factores determinados a las magnitudes específicas cuya influencia es más importante. El cociente formado por el producto de los factores de peligro y el producto de los factores que representan el conjunto de las medidas de protección, la denominamos exposición al riesgo del edificio. Multiplicando la exposición al riesgo de incendio por un valor que representa la evaluación del grado de probabilidad de incendio, se obtiene el valor del riesgo de incendio efectivo.

Por lo tanto, es importancia contar con un sistema de prevención contra incendio por medio de supresión por agua de acuerdo a las normativas técnicas, ya que estos medios de abastecimiento permiten tener una reserva utilizada solo para casos de incendios, de este modo se debe considerar una serie de elementos determinante en el diseño SPCI:

- Equipo de bombeo:

Es un sistema que incluye la bomba y sus auxiliares, el motor impulsador y controlador, deberán ser seleccionados según el diseño y las exigencias que manifieste la estructura.

El equipo de bombeo deberá cumplir los siguientes requisitos en caso de implementar una bomba jockey:

- Deberá ser capaz de mantener la presión necesaria que demanda el sistema de protección contra incendios.
- En ningún caso, la bomba contra incendios principal o cuando exista una bomba contra incendios alterna, se podrán utilizar como una bomba presurizadora.
- La bomba jockey deberá tener una capacidad para compensar las fugas normales, en 10 minutos, o 3.8 IV min (1GPM), lo que sea mayor.

- La presión nominal de la bomba presurizadora debe estar entre un 5% (cinco por ciento) y un 10% (diez por ciento) por encima de la presión de diseño del sistema.
- Diseño y capacidad de cisterna

Será determinado a través de la norma NTP 420 ya que en ella se establece que para los centros de producción donde se trabaja con líquidos inflamables o combustibles, o donde por la naturaleza y cantidad de los materiales almacenados o manipulados sea necesario diseñar una instalación de protección de agua contra incendios, y por ende se requiere la operación de cisternas como medio de abastecimiento de agua. En el diseño se debe considerar el consumo de cada uno de los complementos del sistema contra incendios (rociadores, mangueras etc.).

- Diseño de consumo de rociadores (NFPA 13)

El diseño estará sujeta a las normativa técnica del NFPA 13, donde se establece los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendio y sistemas de rociadores para protección contra la exposición al fuego; incluyendo el carácter de adecuación de las fuentes de abastecimiento de agua y la selección de los rociadores, tuberías, válvulas y todos los materiales y accesorios, aunque sin incluir las instalación de redes de abastecimiento y fuentes de abastecimiento de agua para servicios privados de lucha contra incendios.

Este sistema se basará en el análisis del riesgo, la identificación del método de extinción que se debe utilizar, la selección del sistema de rociadores a utilizar, la determinación del caudal y otros factores, debiendo considerarse los siguientes requisitos:

Clasificación de la actividad	Presión residual necesaria	Caudal aceptable en la base de la tubería vertical de alimentación	Duración en minutos
Riesgo ligero	15 PSI	500 - 750 gpm	30-60

Riesgo ordinario (Grupo 1)	1 ≤ PSI o mas	700-1000 gpm	60-90
Riesgo ordinario (Grupo 2)	1 ≤ PSI o mas	700-1000 gpm	60-90
Riesgo ordinario (Grupo 3)	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente		60-120
Almacenes	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente. Además véase el Capítulo 7 de la norma 13 de la NFPA y las normas 231 y 231C de la NFPA		
Edificios de gran altura	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente. Véase también el Capítulo 8 de la norma 13 de la NFPA		
Riesgo extra	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente		

Tabla 2. Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores por sistema tabulado

- Sistema de detección direccionable

El sistema de detección se aplicará según lo que establece la norma NFPA 72 abarcando la instalación, ubicación, desempeño, inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio, equipos de advertencia de incendio y equipos de advertencia de emergencias, y sus componentes.

El enfoque principal se le dará al sistema de detección direccionable, ya que se cuenta con el convencional y este no están eficaz para la protección de los galpones correspondientes, por ello se plantea este tipo de paneles que mejoran la identificación del lugar o área donde se producirá una señal de alarma de incendio.

-Tablero de transferencia y conexión de generador

La seguridad eléctrica será sustentada según lo que establece la norma NFPA 70, contemplando la instalación de conductores eléctricos, quipos eléctricos, equipos de señalización conductores de comunicación y canalizaciones, conexión de generados y tableros de transferencias, de manera que se cumpla con los requisitos de seguridad para los quipos e instalaciones de los mismo.

- Diseño del sistema en AUTOCAD

El diseño de sistema contra incendios para los galpones se expone en AutoCAD, con las delimitaciones correspondientes para la aplicación del mismo, planos que presentaras los detalles específicos en planta de los extintores, rociadores, gabinetes, y demás accesorios que constituyen el SCI.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1 Presentación y análisis de resultados

3.1.1 Descripción del recinto y de la actividad

Los materiales de construcción de los galpones son piezas de hormigón y perfiles metálicos (incombustible), con techados de dos aguas en madera, las vigas de la estructura de perfil de acero, y cada una unidas interiormente entre ellas.

La actividad principal del recinto es el almacenamiento del polietileno (plástico) de una cantidad aproximada a las 350 toneladas y el cartón alrededor de 150 toneladas. Se trata de una parcela que cubre 3964,69 m², dividida en 8 bodegas con oficinas, depósitos, maquinarias stretch film, malla, sarán, productos químicos como el rubber y el release, etc.

La distribución es la siguiente:

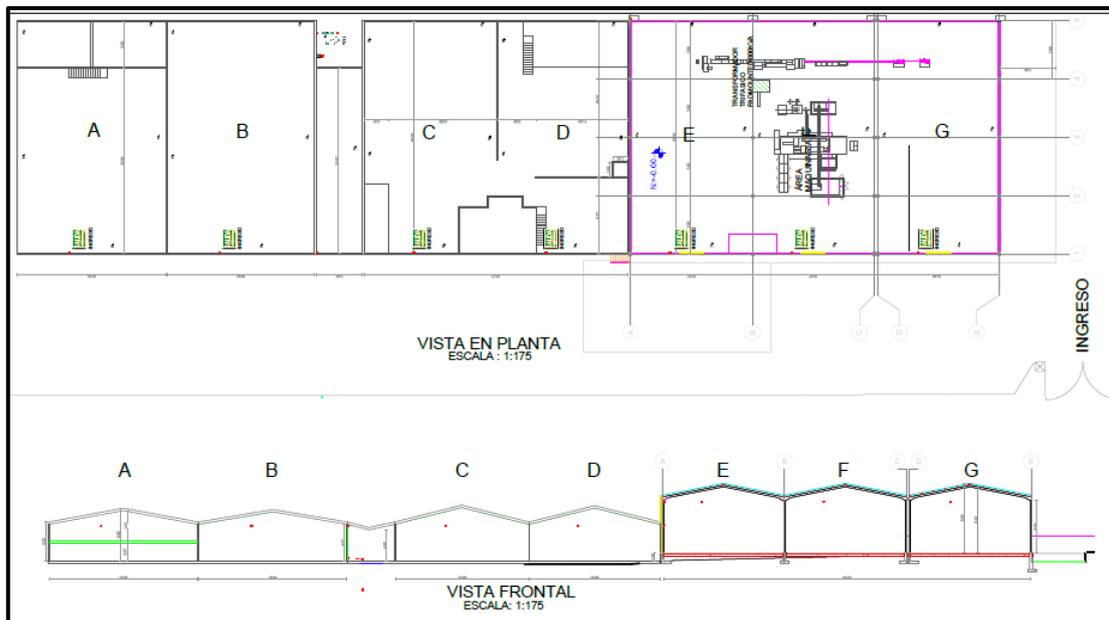


Figura 2. Vista en planta y frontal de la edificación en estudio.

3.1.2 Calculo de carga de fuego ponderada

La norma NTP 766 establece que la carga calorífica ponderada o la densidad de fuego de un establecimiento industrial se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} \cdot Ra$$

Dónde:

Q_s [MJ/m²] [Mca/m²]: densidad de carga de fuego ponderada y corregida, del sector o área de incendio.

G_i [Kg]: masa de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

q_i [MJ/kg] [Mcal/kg]: poder calorífico de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

C_i [-]: coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a [-]: coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

A [m²]: superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C_i de cada combustible serán tomados de la tabla 1.1 según lo que establece el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ITC MIE-APQ1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril:

Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C_i		
Alta	Media	Baja
Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE -APQ 1	Líquidos clasificados como subclase B ₂ , en ITC MIE-APQ1.	Líquidos clasificados como clase D, en ITC MIE-APQ 1
Líquidos clasificados como Subclase B ₁ , en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como clase C, en la ITC MIER-APQ1	
Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100 °C	Sólidos que comienzan su ignición a temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C
Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire	Sólidos que emiten gases inflamables	
Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 3. Grado de peligrosidad de los combustibles (TABLA 1.1 INSHT).

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación, Ra, pueden deducirse de la tabla 1.2 del mismo reglamento:

Actividad	Fabricación y Venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ²	Mcal/m ²	
Abonos químicos	200	48	1,5	200	48	1,0
Aceites comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Aceites comestibles, expedición	900	216	1,5	18.900	4.543	2,0
Aceites: minera, vegetal y animal	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Acero	40	10	1,0			
Acero agujas de	200	48	1,0			
Acetileno, llenado de botella	700	168	1,5			
Ácido carbónico	40	10	1,0			
Ácidos Inorgánicos	80	19	1,0			
Acumuladores	400	96	1,5	800	192	1,5
Acumuladores expedición	Ron	192	1,5			

Tabla 4. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra. (TABLA 1.2 INSTH).

El factor Ra dependerá de la actividad del producto y el uso del compartimento considerando lo siguiente:

Alto	Medio	Bajo
3,00	1,50	1,00

Tabla 5. Valores del coeficiente Ra.

Los valores del poder calorífico q_i, de cada combustible, se determinan de acuerdo a la tabla 1.4 del mismo reglamento:

Producto	MJ/kg	Mcal/kg	Producto	MJ/kg	Mcal/kg
Aceite de algodón	37,2	9	Alcohol butílico	33,5	8
Aceite de creosota	37,2	9	Alcohol cetílico	42,0	10
Aceite de Lino	37,2	9	Alcohol etílico	25,1	6

Aceite mineral	42,00	10	Alcohol metílico	21	5
----------------	-------	----	------------------	----	---

Tabla 6. Poder calorífico (qi) de diversas sustancias producto. (TABLA 1.4 INSTH)

Materiales almacenados.

BODEGAS	MATERIAL	KG
A	Polietileno	2000
	Cartón	2000
B	Cartón	125000
INTERMEDIO	Sarán	9000
	Malla	1750
	Rubber	50 GALONES
	Release	50 GALONES
C	Papel	14000
	Ligas	34000
	Zuncho	27000
	EPP	1000
D	EPP	500
	Zuncho	500
	Capuchón	6000
	Ligas	500
E	Zuncho	3000
F	Maquinaria	100
G	Polietileno	12000
	Cartón	6000

Tabla 7. Materiales almacenados por cada bodega.

Bodega A.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
Polietileno	2000	42	1	84000
Cartón	2000	16,7	1	33400
			TOTAL	117400
AB=575,16		Qs= 306,18		
Ra=1,50				

Tabla 8. Carga de fuego ponderada de la bodega A.

Bodega B.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
Cartón	125000	16,7	1	2087500
			TOTAL	2087500
AB=655,69				
RA=1,50				
Qs= 4775,50				

Tabla 9. Carga de fuego ponderada de la bodega B.

Bodega Intermedia.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
Sarán	9000	42	1	378000
Malla	1750	42	1	73500
Rubber	246025	46	1,3	14712295
Release	174110	42	1,3	9506406
			TOTAL	24670201
AB=180				
RA=1,50				
Qs= 205585,01				

Tabla 10. Carga de fuego pondera de la bodega intermedia.

Bodega C.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
Papel	14000	16,7	1	233800
Ligas	34000	42	1	1428000
Zunchos	27000	25,1	1	677700
EPP	1000	42	1	42000
			TOTAL	2381500
AB=613,02				
Ra=1,50				
Qs= 5827,30				

Tabla 11. Carga de fuego ponderada de la bodega C.

Bodega D.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
EPP	500	16,7	1	8350
Zunchos	500	42	1	21000
Capuchón	6000	25,1	1	150600
Ligas	500	42	1	21000
			TOTAL	200950
AB=510,85				
Ra=1,50				
Qs= 590,05				

Tabla 12. Carga de fuego ponderada de la bodega D.

Bodega E.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
Zunchos	10000	16,7	1	167000
			TOTAL	167000
AB=473,83				
Ra=1,50				
Qs= 528,67				

Tabla 13. Carga de fuego ponderada de la bodega E.

Bodega F.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
Maquinas	100	16,7	1	1670
			TOTAL=	1670
AB=476,56				
Ra=1,50				
Qs= 308,68				

Tabla 14. Carga de fuego ponderada de la bodega F.

Bodega G.

Producto	Gi(Kg)	qi(Mj/kg)	Ci	Parcial (MJ/m2)
Polietileno	12000	42	1	504000
Cartón	10000	16,7	1	167000
			TOTAL	671000

AB=479,58	Qs= 2098,71
Ra=1,50	

Tabla 15. Carga de fuego ponderada de la bodega G.

3.1.3 Calculo de nivel de riesgo intrínseco

Evaluada la Densidad de Carga de Fuego ponderada del establecimiento industrial, según el procedimiento expuesto anteriormente, el nivel de riesgo intrínseco de cada uno de los compartimento, se deduce de la tabla 1.3 según lo que establece el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ITC MIE-APQ1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

Figura 3. Nivel de riesgo intrínseco. (TABLA 1.3 INSHT)

Por lo tanto, el nivel de Riesgo intrínseco de cada área o zona de incendio, lo podemos observar en la siguiente tabla:

BODEGAS	Planta	Área (m ³)	Qs (MJ/m ²)	Nivel intrínseco Ponderado
BODEGA A	Planta Alta	575,16	306,18	Bajo Nivel 1 (Qs <425)

	Planta Baja			
BODEGA B	Planta Baja	655,69	4775,5	Alto Nivel 6 (3400<Qs<6800)
INTERMEDIO	Planta Baja	180	205585,01	Alto Nivel 8 (13600<Qs)
BODEGA C	Planta Baja	613,02	5827,3	Alto Nivel 6 (3400<Qs <6800)
BODEGA D	Planta Alta	510,85	590,05	Bajo Nivel 2 (850<Qs <425)
	Planta Baja			
BODEGA E	Sin Separación	473,83	528,67	Bajo Nivel 2 (850<Qs <425)
BODEGA F		476,56	308,68	Bajo Nivel 1 (Qs <425)
BODEGA G		479,58	2098,71	Medio Nivel 5 (1700<Qs<3400)

Tabla 16. Nivel de riesgo intrínseco de cada bodega.

3.1.4 Aplicación del Método Gretener

El Método de Gretener se caracteriza por evaluar matemáticamente, con criterios homogéneos, el riesgo de incendio en construcciones industriales y grandes edificios, teniendo en cuenta los diferentes factores que influyen en el peligro de incendio y las medidas de protección existentes en cada uno de los compartimentos cortafuego que se estudien.

Sin embargo, se debe considerar la estructura de la edificación, de tal manera permitir un mayor alcance en el **diseño del SPCI**.

3.1.4.1 Bodega A

Información de la Estructura.	
Tipo de Construcción:	Maciza (Resistencia al fuego definida)
Tipo de Compartimientos:	Conjunto del edificio, dos plantas unidas
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Elementos de Fachada/tejadros:	Hormigón Ladrillo Metal (incombustible)
Número de plantas en el edificio:	2
Área (m ²):	575,16

Tabla 17. Información de la estructura de la bodega A.

Información de la Actividad.	
Actividad:	Almacenamiento materia prima: Polietileno (plástico) y Cores de Cartón

Tabla 18. Información de la actividad de la bodega A.

La construcción de gran volumen favorece y acelera la propagación horizontal y vertical del fuego, ya que el compartimento cortafuego se extiende a toda la bodega o a una parte de éste separada del conjunto, de manera que resista al fuego, debido a que la separación entre plantases insuficiente o inexistente. Por lo tanto, para la evaluación del riesgo de incendio, se aplican factores determinados a las magnitudes específicas cuya influencia es más importante, los mismos derivados de la concepción de su construcción.

Factores de Peligro (P).

Factor q. *Carga de incendio mobiliario Q_m .*

Galpón	Q_m (MJ/m ²)
A	306,18

Tabla 19. Carga de fuego pondera de la bodega A.

La carga de incendio mobiliario Q_m viene dada por el poder calorífico de todas las materias combustibles respecto a la superficie del compartimento cortafuego (AB), de acuerdo a ello la bodega A está sometido a 306.18 Q_m aproximadamente, a lo que

equivale según la tabla 17 a un Factor $q= 1.3$, considerando que para el tipo de edificio V, se acumula la carga térmica mobiliaria del conjunto de los pisos que se comunican entre ellos y se relacionan con la superficie más importante del compartimento (la planta que presente la superficie mayor).

DETERMINACION DEL FACTOR q EN FUNCION DE LA CARGA DE INCENDIO MOBILIARIO Q_m								
Q_m (MJ/m ²)		q	Q_m (MJ/m ²)		q	Q_m (MJ/m ²)		q
0	50	0,6	401	600	1,3	5.001	7.000	2,0
51	75	0,7	601	800	1,4	7.001	10.000	2,1
76	100	0,8	801	1.200	1,5	10.001	14.000	2,2
101	150	0,9	1.201	1.700	1,6	14.001	20.000	2,3
151	200	1,0	1.701	2.500	1,7	20.001	28.000	2,4
201	300	1,1	2.501	3.500	1,8	más de	28.000	2,5
301	400	1,2	3.501	5.000	1,9			

Tabla 20. Carga de incendio mobiliaria.

Factor *c. La combustibilidad.*

Los materiales en sus tres estados sólido, líquido y gaseoso se encuentran catalogados en 6 grados de peligro según la CEA, ya que el valor de c dependerá de la combustión de los materiales, teniendo en cuenta que debe representar el 10% del conjunto de las cargas de incendio (Q_m) contenidas en el compartimento. De este modo, el material primo almacenado representa la mayor parte de ocupación de la bodega A, y según el catálogo CEA posee un grado 3 de combustión siendo determinante para un factor $c=1.2$. (Ver tabla 18).

DETERMINACION DEL GRADO DE COMBUSTIBILIDAD	
Grado de combustibilidad según CEA	c
1	1,6
2	1,4
3	1,2
4	1,0
5	1,0
6	1,0

Tabla 21. Grado de combustibilidad.

Factor *r. Peligro de humo.*

El valor de r depende de la materia que arde y desarrollan un humo particularmente intenso, teniendo en cuenta que debe representar una décima parte del conjunto de cargas térmicas (Q_m) contenida en el compartimento considerado. Por lo tanto, la clasificación de materias y mercancías que posee la bodega A como resultado de la combustión es de un grado 3 equivalente a un peligro de humo grande, dando como resultado un factor $r=1.2$. (Ver tabla 19).

DETERMINACION DEL PELIGRO DE HUMO		
Grado	Peligro de humo	r
3	Normal	1,0
2	Medio	1,1
1	Grande	1,2

Tabla 22. Peligro de humos.

Factor k. *El peligro de corrosión o toxicidad.*

El valor de k depende de la materia que produce al arder cantidades nocivas e importantes de gases corrosivos o tóxicos, teniendo en cuenta que debe representar una décima parte del conjunto de cargas térmicas (Q_m) contenida en el compartimento considerado. Por tanto, los materiales almacenados en la bodega A según la clasificación de materias y mercancías, es equivalente a un peligro de corrosión o toxicidad normal, dando como resultado un factor $k=1.0$. (Ver tabla 20).

DETERMINACION DEL PELIGRO DE CORROSION O TOXICIDAD	
Peligro de corrosión o toxicidad	k
Normal	1,0
Medio	1,1
Grande	1,2

Tabla 23. Peligro de corrosión o toxicidad.

Factor i. *La carga de incendio inmobiliaria.*

El factor i designa a los peligros inherentes del edificio, es decir, permite tener en cuenta la parte combustible en los diferentes elementos de la construcción tales como la fachada, techo, suelo e incluso la propia estructura, ya que tienden de igual manera influir en la propagación previsible del incendio. Las cargas térmicas inmobiliaria que

actúan en la estructura portante es de una construcción de hormigón y perfiles metálicos (incombustible), con tejados de dos aguas, dando como resultado un valor para $i=1.1$, según la tabla 21.

Elementos de fachadas, tejados		Hormigón Ladrillos Metal	Componentes de fachadas Multicapas con capas Exteriores incombustibles	Maderas Materias sintéticas
Estructura portante		Incombustible	Combustible protegida	Combustible
Hormigón, ladrillo, acero, Otros metales	Incombustible	1,0	1,05	1,1
Construcción en madera				
- Revestida	Combustible	1,1	1,15	1,2
- Contrachapada*	Protegida			
- Maciza*	Combustible			
Construcción en madera				
- Ligera	Combustible	1,2	1,25	1,3

Tabla 24. Carga de incendio inmobiliaria

Factor e. Nivel de la planta, respecto a la altura útil del edificio.

El valor e se maneja en función a la situación de las plantas, cuando se da el caso de inmuebles de varios pisos se debe fijar las dificultades presumibles que tienen las personas del establecimiento para evacuarlo, así como la complicación de la intervención de los bomberos. Para los tipos de edificio V como es el caso en estudio, la relación de la cantidad de plantas a evaluar y la altura útil del local se manejan conjuntamente, permitiendo determinar el factor e actuante.

		Factor e
Número de plantas que se evalúan	2	1.30
Altura útil del local mts	6.80	

Tabla 25. Condiciones para determinar el factor e.

Edificios de un solo nivel			
	Qm pequeño ≤ 200 MJ/m ²	Qm mediano ≤ 1.000 MJ/m ²	Qm grande > 1.000 MJ/m ²
Altura útil del local			
Más de 10m	1,00	1,25	1,50

Hasta 10m	1,00	1,15	1,30
Hasta 7m	1,00	1,00	1,00

Tabla 26. Edificio un solo nivel.

Edificios de varias plantas		
Planta	Altura	e
Cuarto sótano y restantes	- 12m	3,00
Tercer sótano	- 9m	2,60
Segundo sótano	- 6m	1,90
Primer sótano	- 3m	1,00
Planta baja		1,00
Planta 1	≤ 4m	1,00
Planta 2	≤ 7m	1,30
Planta 3	≤ 10m	1,50
Planta 4	≤ 13m	1,65
Planta 5	≤ 16m	1,75
Planta 6	≤ 19m	1,80
Planta 7	≤ 22m	1,85
Plantas 8, 9 y 10	≤ 25m	1,90
Planta 11 y superiores	≤ 34m	2,00

Tabla 27. Edificios de varias plantas

Además, se debe considerar que la nave tiene buena accesibilidad para cualquier caso de incendio que se genere.

Factor g. *Dimensión superficial.*

La dimensión superficial se determina por la relación longitudinal/anchura de los compartimentos cortafuegos, ya que cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio, es decir, cuanto más importante son las dimensiones de un compartimento cortafuego más desfavorables son las condiciones de lucha contra el mismo. Para los edificios de grandes longitudes tipo V es importante considerar que si representa dos plantas, la superficie total será la suma de estas, siendo así el factor dimensional g del establecimiento en estudio según el área total a evaluar es de un valor $g = 4.6$. (Ver tabla 25).

TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO								
l:b Relación longitud/anchura del compartimento cortafuego								Factor
8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	g
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4

1.200	1.150	1.090	1.030	950	870	760	600	0,5
1.600	1.530	1.450	1.370	1.270	1.150	1.010	800	0,6
2.000	1.900	1.800	1.700	1.600	1.450	1.250	1.000	0,8
2.400	2.300	2.200	2.050	1.900	1.750	1.500	1.200	1,0
4.000	3.800	3.600	3.400	3.200	2.900	2.500	2.000	1,2
6.000	5.700	5.500	5.100	4.800	4.300	3.800	3.000	1,4
8.000	7.700	7.300	6.800	6.300	5.800	5.000	4.000	1,6
10.000	9.600	9.100	8.500	7.900	7.200	6.300	5.000	1,8
12.000	11.500	10.900	10.300	9.500	8.700	7.600	6.000	2,0
14.000	13.400	12.700	12.000	11.100	10.100	8.800	7.000	2,2
16.000	15.300	14.500	13.700	12.700	11.500	10.100	8.000	2,4
18.000	17.200	16.400	15.400	14.300	13.000	11.300	9.000	2,6
20.000	19.100	18.200	17.100	15.900	14.400	12.600	10.000	2,8
22.000	21.000	20.000	18.800	17.500	15.900	13.900	11.000	3,0
24.000	23.000	21.800	20.500	19.000	17.300	15.100	12.000	3,2
26.000	24.900	23.600	22.200	20.600	18.700	16.400	13.000	3,4
28.000	26.800	25.400	23.900	22.200	20.200	17.600	14.000	3,6
32.000	30.600	29.100	27.400	25.400	23.100	20.200	16.000	3,8
36.000	34.400	32.700	30.800	28.600	26.000	22.700	18.000	4,0
40.000	38.300	36.300	35.300	31.700	28.800	25.200	20.000	4,2
44.000	42.100	40.000	37.600	34.900	31.700	27.700	22.000	4,4
52.000	49.800	47.200	44.500	41.300	37.500	32.800	26.000	4,6
60.000	57.400	54.500	51.300	47.600	43.300	37.800	30.000	4,8
68.000	65.000	61.800	58.100	54.000	49.000	42.800	34.000	5,0

Tabla 28. Tamaño del compartimento corta fuego.

Calculo N. Medidas normales.

$$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$$

Los coeficientes de las medidas normales corresponden a la tabla 26 según las protecciones adaptadas evaluadas sean suficientes o no para la edificación.

MEDIDAS NORMALES (Factor N)			
Extintores portátiles según RT2-EXT (n1)			
Suficientes			1,00
Insuficientes o inexistentes			0,90
Hidrantes interiores (BIE) según RT2-BIE (n2)			
Suficientes			1,00
Insuficientes o inexistentes			0,80
Fiabilidad de la aportación de agua (n3)			
Presión - Hidrante			
		menos de 2 bar	más de 2 bar
			más de 4 bar

Depósito elevado con reserva de agua para extinción	0,70	0,85	1,00
Depósito con bombeo de aguas subterráneas independiente de la red eléctrica con reserva de agua para extinción	0,70	0,85	1,00
Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas independiente de la red eléctrica	0,65	0,75	0,90
Bomba de capa subterránea independiente de la red eléctrica, sin reserva	0,60	0,70	0,85
Bomba de capa subterránea dependiente de la red eléctrica, sin reserva	0,50	0,60	0,70
Aguas naturales con sistema de impulsión	0,50	0,55	0,60
Longitud de la manguera de aportación de agua (n4)			
(distancia entre el hidrante y la entrada al edificio)			
Longitud del conducto < 70 m			1,00
Longitud del conducto de 70 a 100 m			0,95
Longitud del conducto > 100 m			0,90
Personal instruido (n5)			
Disponible y formado			1,00
Inexistente			0,80

Tabla 29. Medidas normales.

n1= 1.00. Extintores portátiles son suficientes para el área del inmueble, ya que posee 3 extintores tipo PQS y 1 extintor Co2.

n2= 0.80. Hidrantes interiores, son insuficientes para posibilitar una primera intervención, ya que se encuentran en el exterior de las bodegas. (Bocas de incendios equipadas).

n3= 0.60. Facilidad de aportación de agua, se cuenta con un sistema de impulsión de aguas naturales para el control de un incendio.

n4=1.00. Conducto de alimentación, hace referencia a la longitud de la manguera de aportación de agua que es equivalente a <70m.

n5=1.00. Personal instruido, tiene el conocimiento requerido y la habilidad para utilizar los extintores portátiles y las bocas de incendio de la empresa.

Calculo S. Medidas Especiales.

$$S = s1. s2. s3. s4. s5. s6$$

Los factores s permiten evaluar todas las medidas complementarias de protección enfocada a la detección y lucha contra el fuego.

MEDIDAS ESPECIALES (Factor S)						
Detección del Fuego (s1)						
Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche y los días festivos	1,05					
Vigilancia: rondas cada dos horas	1,10					
Instalación de detección automática (según RT3-DET)	1,45					
Instalación de rociadores automáticos (según RT1-ROC)	1,20					
Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego (s2)						
Desde un puesto ocupado permanentemente (ej. Portería) y teléfono	1,05					
Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono	1,10					
Transmisión de la alarma automática por central de detección o por rociadores ha puesto de alarma contra el fuego mediante un teletransmisor	1,10					
Transmisión de la alarma automática por central de detección o sprinkler ha puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica vigilada permanentemente (línea reservada o TUS)	1,20					
Intervención: Cuerpo de bomberos oficiales (SP) y de empresa (SPE) (s3)						
Oficiales SP	SPE					
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	sin SPE	
Cuerpos SP	1,20	1,30	1,40	1,50	1,00	
SP+alarma simultanea	1,30	1,40	1,50	1,60	1,15	
SP+alarma simultanea+TP	1,40	1,50	1,60	1,70	1,30	
Centro B*	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35	
Centro A*	1,50	1,60	1,70	1,80	1,40	
Centro A+retén	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45	
SP Profesional	1,70	1,75	1,80	1,90	1,60	
* o un cuerpo local de bomberos equipado y formado de la misma manera						
Estaciones de intervención de los cuerpos locales de bomberos (s4)						
Escalón: tiempo : distancia	Instalación sprinkler		SPE			
	cl.1	cl.2	Nivel 1+2	Nivel 3	Nivel 4	sin SPE
E1: <15 min. : < 5 Km.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2: <30 min. : > 5 Km.	1,00	0,95	0,90	0,95	1,00	0,80

MEDIDAS ESPECIALES (Factor S)						
E3: >30 min.	0,95	0,90	0,75	0,90	0,95	0,60
Instalaciones de extinción (s5)						
Sprinkler cl. 1 (abastecimiento doble)						2,00
Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o instalación de agua pulverizada						1,70
Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc.						1,35
Instalaciones de evacuación de humos (s6)						
Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)						1,20

Tabla 30. Medidas especiales.

Detección de incendios (s1). Está sujeta a la instalación de rociadores automáticos, ya que se cuenta con un sistema de detección convencional (con detectores y central. (Ver tabla 27)

$$s1= 1.20$$

Transmisión de alarma (s2). Esta se manifiesta cuando se activa un detector o de manera independiente al ser sonada por el personal, en el cual se verifica y se conecta a la central a través de línea telefónica desde un puesto ocupado permanentemente. (Ver tabla 27).

$$s2= 1.05$$

Bomberos oficiales y de empresa (s3). Cuenta con una intervención de cuerpos SP de formación profesional nivel 1. (Ver tabla 27).

$$s3= 1.20$$

Servicios tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos oficiales (s4). Se relaciona con el tiempo y distancia de intervención de los cuerpos locales de bomberos, la cual se estima el tiempo de llegada de los mismos al lugar del siniestro a menos de 30min, contando con un personal capacitado (brigadistas) de formación profesional nivel 1. (Ver tabla 27).

$$s4= 0.90$$

Instalaciones de extinción (s5). Se refiere a los rociadores disponibles para la protección total del inmueble, por lo cual la acción de extinción empleada es de sprinkler cl.1 (abastecimiento doble). (Ver tabla 27).

$$s5= 2.00$$

Instalaciones automáticas de evacuación de calor y de humo (s6). Se refiere a las instalaciones que permiten reducir el peligro debido a la acumulación de calor en una gran superficie, por lo que las bodegas cuentan con un sistema de detector de humo. (Ver tabla 27).

$$s6= 1.20$$

Calculo de resistencia al fuego F. Medidas inherentes a la construcción.

$$F= f1. f2. f3. f4$$

Los coeficientes de la resistencia al fuego, esta constituidas por las medidas constructivas del inmueble, ya que la propagación de un incendio puede limitarse considerablemente a la elección de los materiales.

La estructura portante está constituida de perfiles metálicos (vigas) y como material aislante bloques de cemento (hormigón). Sin embargo, el techo de la bodega A es de zinc o tool con una capacidad de soportar la exposición de incendios alrededor de F60.

RESISTENCIA AL FUEGO (Factor F)				
Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares) (f1)				
F90 y más			1,30	
F30 / F60			1,20	
< F30			1,00	
Fachadas: Altura de las ventanas $\leq 2/3$ de la altura de la planta (f2)				
F90 y más			1,15	
F30 / F60			1,10	
< F30			1,00	
Suelos y techos (no válidos para las cubiertas) (f3)				
Oficiales SP	Número de pisos	Aberturas verticales		
		Z + G	V	V
		Ninguna u obturadas	Protegidas (*)	no protegidas
F90	≤ 2	1,20	1,10	1,00

RESISTENCIA AL FUEGO (Factor F)				
F90	> 2	1,30	1,15	1,00
F30 / F60	≤ 2	1,15	1,05	1,00
F30 / F60	> 2	1,20	1,10	1,00
< F30	≤ 2	1,50	1,00	1,00
< F30	> 2	1,10	1,05	1,00
* Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio				
Superficie de células (f4)				
Relación de las superficies AF/AZ	Cortafuegos provistos de tabiques F30, puertas cortafuegos T30.			
	≥ 10 %	< 10 %	< 5 %	
AZ < 50 m2	1,40	1,30	1,20	
AZ < 100 m2	1,30	1,20	1,10	
AZ ≤ 200 m2	1,20	1,10	1,00	

Tabla 31. Medidas inherentes a la construcción.

Estructura portante f1. La resistencia al fuego de la estructura portante de la bodega en función a las paredes, dinteles, pilares etc., es de carácter <F30, de acuerdo a las medidas constructivas de la edificación. (Ver tabla 28).

$$f1=1.00$$

Fachadas f2. La resistencia al fuego de las fachadas del compartimento considerado, en función a la relación altura de las ventanas <2/3 de la altura de la planta, según el tipo de construcción de la fachada. (Ver tabla 28).

$$f2=1.00$$

Forjados f3. La resistencia al fuego de la separación entre plantas va a depender de 3 factores a considerar:

1. Resistencia al fuego de los techos, en función a las partes que presentan la menor resistencia al incendio, es de carácter F60 según el tipo de material.
2. Conexiones verticales y aberturas, en función al tipo de conexión que posee el techo, en este caso es una abertura vertical protegida según el tipo de construcción categoría V.
3. Número de pisos de la edificación a evaluar es equivalente a 2.

De tal modo el factor f3 se cuantificara de acuerdo a la tabla 28 bajo un valor de:

$$f3=1.05$$

Células cortafuego f4. La dimensión de las células cortafuego, se relacionan según la superficie vidriada y la superficie del compartimento (AF/AZ), utilizadas como dispositivo de evacuación de calor y de humo. De tal modo el factor f4 se cuantificara de acuerdo a la tabla 28 bajo un valor de:

$$f4=1.20$$

Exposición al riesgo B.

Este término se define como el producto de todos los factores de peligro potencial dividido entre las medidas de protección, es decir:

$$B= P/M$$

Sabiendo que el peligro potencial denominado P, son todos los factores influyentes (q. c. r. k. i. e. g) en el edificio. Las medidas de protección divididas en medidas normales (N), medidas especiales (S) y medidas constructivas (F).

Sobre estos criterios, la fórmula que define la exposición al riesgo (B) se enuncia como sigue:

$$B = \frac{q.c.r.k.i.e.g}{N.S.F} = \frac{P}{N.S.F}$$

Datos:

Factores de peligro	Resultado
q	1.3
c	1.2
r	1.2
k	1.0
i	1.1
e	1.3

g	4.6
Calculo Peligro Potencial P	11.75

Tabla 32. Cálculo de peligro potencia p de la bodega A.

Medidas de protección	Resultado
N = n1. n2. n3. n4. n5	0.44
S = s1. s2. s3. s4. s5. s6	3.27
F = f1. f2. f3. f4	1.26

Tabla 33. Determinación de las medidas de protección.

$$B = \frac{11.75}{0.44 \times 3.27 \times 1.26} = \frac{11.75}{1.81}$$

$$B = 6.49$$

La exposición de riesgo de incendio es de un valor de B=6.49.

Peligro de activación factor A.

Este término cuantifica la probabilidad de ocurrencia del incendio en la edificación, ya que determina las posibles fuentes de iniciación cuya energía calorífica provoque un proceso de combustión, es decir, el peligro de actividad depende de dos factores, el primero relacionando a la explotación misma del edificio de los focos de peligro de carácter natural, y el segundo derivado por los factores humanos dado bien sea por un mal mantenimiento o cualquier otra acción que propicie un incendio.

La actividad del edificio en estudio se define en base al uso y a los materiales almacenados, en el cual es caracterizado por un peligro de actividad medio de un valor para el factor A= 1.20. (Ver tabla 31).

Factor A	Peligro de activación	Ejemplos
0,85	Débil	Museo. Apartamento, hoteles, fabricación de... Fabricación de maquinaria y aparato.
1,00	Normal	
1,20	Medio	
1,45	Alto	

1,80	Muy elevado	Laboratorios químicos, talleres de fabricación de fuegos artificiales, Fabricación de barnices y pinturas.
------	-------------	--

Tabla 34. Peligro de activación.

Riesgo de incendio efectivo R.

El riesgo de incendio efectivo (R) se define según los factores de exposición al riesgo (B) multiplicado por el factor de peligro de actividad (A), que cuantifica la posibilidad de ocurrencia de un incendio:

$$R = B \cdot A$$

$$R = 6.49 \times 1.20$$

$$R = 7.79$$

El valor cuantificado del riesgo de incendio efectivo actuante en el compartimento cortafuego es de R= 7.79.

Comprobación d la seguridad contra incendios.

Factores de corrección pH,e

El factor de corrección pH, e, se define según la clasificación de la exposición de riesgo de las personas, del nivel de pisos expuestos y del número de personas admitidas en el compartimento cortafuego considerado. El establecimiento en estudio representa un valor pH, e =1.00, ya que el número de personas admitidas es de 12 aproximadamente, según el nivel de plantas sobre la superficie considerada de 2 pisos y de categoría de exposición al riesgo p=1. (Ver tabla 32). De este modo se determina que el edificio presenta un peligro de personas normal producto a que pH,e =1.

EXPOSICION AL RIESGO DE LAS PERSONAS pH,e												
Categoría 1				Categoría 2				Categoría 3				Valor de pH,e
Situación del compartimento corta fuego considerado				Situación del compartimento corta fuego considerado				Situación del compartimento corta fuego considerado				
Planta baja + 1er piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y sup.	Planta baja + 1er piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y sup.	Planta baja + 1er piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y sup.	
> 1000	≤ 30			> 1000				> 1000				1,00

	≤ 100				≤ 30							0,95
	≤ 300				≤ 100							0,90
	≤ 1000	≤ 30			≤ 300				≤ 30			0,85
	> 1000	≤ 100			≤ 1000	≤ 30			≤ 100			0,80
		≤ 300			> 1000	≤ 100			≤ 300			0,75
		≤ 1000	≤ 30			≤ 300			≤ 1000	≤ 30		0,70
		> 1000	≤ 100			≤ 1000	≤ 30		> 1000	≤ 100		0,65
			≤ 300			> 1000	≤ 100			≤ 300		0,60
			≤ 1000				≤ 300			≤ 1000	≤ 30	0,55
			> 1000				≤ 1000			> 1000	≤ 100	0,50
							> 1000				≤ 300	0,45
											≤ 1000	0,45
											> 1000	0,40

Tabla 35. Exposición al riesgo de las personas.

Riesgo de incendio aceptado R_u .

Se debe tomar en cuenta un cierto riesgo de incendio para toda construcción, debido a que en cada caso se define un valor de riesgo admisible. El método recomienda cuantificar el riesgo de incendio aceptado, partiendo de un riesgo normal corregido ($R_n=1.3$) por medio de un factor de riesgo en función al mayor o menor peligro para las personas (factor de corrección $P_{H,E}=1.00$).

$$R_u = R_n \times P_{H,E}$$

$$R_u = 1.3 \times 1.00$$

$$R_u = 1.30$$

Prueba de que la seguridad contra incendio es suficiente (y).

La seguridad contra incendio depende de la comparación del riesgo de incendio efectivo R , con el riesgo de incendio aceptado R_u , ya que será suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado ($R < R_u$). Expresada de tal forma que:

$$y = \frac{R_u}{R}$$

El coeficiente de seguridad contra incendios resultante para la bodega A en estudio es de:

$$y = \frac{1.30}{7.19}$$

$$y = 0.17$$

En este caso, como $R_u < R$ y por tanto $y < 1$, la seguridad contra incendios es insuficiente, por el cual resulta necesario formular una nueva hipótesis de protección ajustada a las prioridades principales de la edificación.

Resumen del Método Gretener de la Bodega A. Hoja de cálculo.

Bodega A	
Compartimiento:	AB= 575.16m ²
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)

TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria		1,30
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,10
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		4,60
P	PELIGRO POTENCIAL	q.c.r.k.i.e.g	11,75
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantes interiores BIE		0,80
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		1,00
n5	Personal instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0,44
s1	Detección de fuego		1,20
s2	Transmisión de alarma		1,05
s3	Disponib. de bomberos		1,20
s4	Tiempo para intervención		0,09
s5	Instalación de extinción		2,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	3,27
f1	Estructura portante		1,00
f2	Fachadas		1,00
f3	Forjados		1,05
	· Separación de plantas		
	· Comunicaciones verticales		

f4	Dimensiones de las células		1,20
	· Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1,26
B	Exposición al riesgo		6,49
A	Peligro de activación		1,20
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		7.79
Ph,e	Situación de peligro para las personas		1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado		1,30
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0.17
SEGURIDAD CONTRA INCENDIO INSUFICIENTE			

Tabla 36. Resultado de Método Gretener de la Bodega A.

En base al procedimiento explicado brevemente, se aplica el mismo estudio al compartimento de las siguientes bodegas, bajo el Método Gretener teniendo en cuenta la siguiente información:

Extintores en las diferentes áreas:

Lugar	Extintor	libras
A	PQS	Bomba 1.70kg
	PQS	20
	PQS	20
	Co2	20
B	PQS	20
	PQS	20
	PQS	20
	Co2	20
Intermedio	PQS	20
	PQS	20
C	PQS	20
	H2O	2.5
D	Co2	20
	H2O	2.5
E	PQS	20
	Co2	20
F	PQS	20
	PQS	150
	Co2	20
G	PQS	20
	PQS	20
	Co2	20
	Co2	20
TOTAL		23

Tabla 37. Extintores suministrados en las bodegas.

Sistema de detección convencional:

Detector de Humo	Detector de humo instalado bajo normativa.	56
Pulsador manual	Pulsadores manuales instalados en libre acceso en bodegas.	9
Central de incendios	Central de incendios independiente para sistema de detección.	1
Lámpara de emergencia	Lámparas de emergencia para evacuación en bodegas.	15
Sirena externa	Sirenas externas de alarma.	2
Sirena interna	Sirenas internas de alarma.	2
Kit de fuente	Kit de fuente para sirenas de aviso	1
Luces estroboscópicas	Luces estroboscópicas instaladas en las puertas de salida las bodegas	9
Tubería y cableado	Tubería Conduit y cableado corta fuego	

Tabla 38. Sistema de detección convencional.

3.1.4.2. Bodega B

Información de la Estructura.	
Tipo de Construcción:	Maciza (Resistencia al fuego definida)
Tipo de Compartimientos:	De una sola planta
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Elementos de Fachada/tejadados:	Hormigón Ladrillo Metal (incombustible)
Número de plantas en el edificio:	1
Área (mst2):	655.69

Tabla 39. Información de la estructura bodega B.

Información de la Actividad.	
Actividad:	Almacenamiento de mercadería y producto terminado (Cartón, plásticos, sarán, alambre, manguera) pallets de madera.

Tabla 40. Información de actividad bodega B.

Consideraciones para la Carga térmica Qm (factor q):

Galpón	Qm (MJ/m2)
B	4775,5

Tabla 41. Carga de fuego pondera Bodega B.

Resumen del Método Gretener de la Bodega B. Hoja de cálculo.

Bodega B	
Compartimiento:	AB=655.69m ²
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)

TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria		1,90
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,10
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		4,60
P	PELIGRO POTENCIAL	q.c.r.k.i.e.g	17.18
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantes interiores BIE		0,80
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		1,00
n5	Personal instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0.44
s1	Detección de fuego		1,20
s2	Transmisión de alarma		1,05
s3	Disponib. de bomberos		1,20
s4	Tiempo para intervención		1,00
s5	Instalación de extinción		2,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	3.63
f1	Estructura portante		1,00
f2	Fachadas		1,00
f3	Forjados		1,05
	· Separación de plantas		
	· Comunicaciones verticales		
f4	Dimensiones de las células		1,20
	· Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1.26
B	Exposición al riesgo		8,54
A	Peligro de activación		1,20
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		10.25
Ph,e	Situación de peligro para las personas		1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado		1,30
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0.13
SEGURIDAD CONTRA INCENDIO INSUFICIENTE			

Tabla 42. Resultado del método Gretener de la Bodega B.

3.1.4.3 Galpón Intermedio

Información de la Estructura.	
Tipo de Construcción:	Maciza (Resistencia al fuego definida)
Tipo de Compartimientos:	De una sola planta
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Elementos de Fachada/tejadros:	Hormigón Ladrillo Metal (incombustible)
Número de plantas en el edificio:	1
Área (mst2):	180.00

Tabla 43. Información estructural del galpón intermedio.

Información de la Actividad.	
Actividad:	Almacenamiento de mercadería y producto terminado (Plástico, Sarán) pallets de madera. Almacenamiento de Químicos (Rubber solvent, realese, tintas y alcohol isopropílico)

Tabla 44. Información de la actividad galpón intermedio.

Consideraciones para la Carga térmica Q_m (factor q):

Galpón	Q_m (MJ/m2)
Intermedio	205585,01

Tabla 45. Carga de fuego ponderada galpón intermedio.

Resumen del Método Gretener de la Galpón Intermedio. Hoja de cálculo.

Galpón Intermedio	
Compartimiento:	AB=180.00m2
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)

TIPO DE CONCEPTO		

q	Carga Térmica Mobiliaria		1,90
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,10
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		4,60
P	PELIGRO POTENCIAL	q.c.r.k.i.e.g	17.18
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantes interiores BIE		0,80
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		1,00
n5	Personal instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0.44
s1	Detección de fuego		1,20
s2	Transmisión de alarma		1,05
s3	Disponib. de bomberos		1,20
s4	Tiempo para intervención		1,00
s5	Instalación de extinción		2,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	3.63
f1	Estructura portante		1,00
f2	Fachadas		1,00
f3	Forjados		1,05
	· Separación de plantas		
	· Comunicaciones verticales		
f4	Dimensiones de las células		1,20
	· Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1.26
B	Exposición al riesgo		8,54
A	Peligro de activación		1,20
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		10.25
Ph,e	Situación de peligro para las personas		1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado		1,30
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0.13
SEGURIDAD CONTRA INCENDIO INSUFICIENTE			

Tabla 46. Resultado del método Gretener galpón intermedio.

3.1.4.4. Bodega C

Información de la Estructura.	
Tipo de Construcción:	Maciza (Resistencia al fuego definida)
Tipo de Compartimientos:	De una sola planta
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Elementos de Fachada/tejados:	Hormigón Ladrillo Metal (incombustible)

Número de plantas en el edificio:	1
Área (mst2):	613.02

Tabla 47. Información estructural de la bodega C.

Información de la Actividad.	
Actividad:	Almacenamiento de mercadería y producto terminado (Cartón, plásticos), equipos de protección personal, madera.

Tabla 48. Información de la actividad de la bodega C.

Consideraciones para la Carga térmica Q_m (factor q):

Galpón	Q_m (MJ/m ²)
C	5827,3

Tabla 49. Carga de fuego ponderada de la bodega C.

Resumen del Método Gretener de la Bodega C. Hoja de cálculo.

Bodega C	
Compartimiento:	AB=613.02m ²
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)

TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria		1,90
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,10
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		4,60
P	PELIGRO POTENCIAL	q.c.r.k.i.e.g	17.18
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantas interiores BIE		0,80
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		1,00
n5	Personal instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0.44
s1	Detección de fuego		1,20
s2	Transmisión de alarma		1,05
s3	Disponib. de bomberos		1,20

s4	Tiempo para intervención		1,00
s5	Instalación de extinción		2,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	3.63
f1	Estructura portante		1,00
f2	Fachadas		1,00
f3	Forjados		1,05
	· Separación de plantas		
	· Comunicaciones verticales		
f4	Dimensiones de las células		1,20
	· Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1.26
B	Exposición al riesgo		8,54
A	Peligro de activación		1,20
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		10.25
Ph,e	Situación de peligro para las personas		1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado		1,30
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0.13
SEGURIDAD CONTRA INCENDIO INSUFICIENTE			

Tabla 50. Resultado del método Gretener de la Bodega.

3.1.4.5 Bodega D

Información de la Estructura.	
Tipo de Construcción:	Maciza (Resistencia al fuego definida)
Tipo de Compartimientos:	Conjunto del edificio, dos plantas unidas
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Elementos de Fachada/tejados:	Hormigón Ladrillo Metal (incombustible)
Número de plantas en el edificio:	2
Área (mst2):	510.85

Tabla 51. Información estructural de la bodega D.

Información de la Actividad.	
Actividad:	Almacenamiento de mercadería y producto terminado (Cartón, plásticos), equipos de protección personal, madera. Almacén, mostrador, baños y oficinas comercial

Tabla 52. Información de la actividad de la bodega D.

Consideraciones para la Carga térmica Q_m (factor q):

Galpón	Qm (MJ/m2)
D	590,05

Tabla 53. Carga de fuego ponderada de la bodega D.

Resumen del Método Gretener de la Bodega D. Hoja de cálculo.

Bodega D	
Compartimiento:	AB=510.85m2
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)

TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria		1,30
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,10
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		4,60
P	PELIGRO POTENCIAL	q.c.r.k.i.e.g	11.75
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantes interiores BIE		0,80
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		1,00
n5	Personal instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0.44
s1	Detección de fuego		1,20
s2	Transmisión de alarma		1,05
s3	Disponib. de bomberos		1,20
s4	Tiempo para intervención		1,00
s5	Instalación de extinción		2,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	3.63
f1	Estructura portante		1,00
f2	Fachadas		1,00
f3	Forjados		1,05
	· Separación de plantas		
	· Comunicaciones verticales		
f4	Dimensiones de las células		1,20
	· Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1.26
B	Exposición al riesgo		5,84
A	Peligro de activación		1,00
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		5.84

Ph,e	Situación de peligro para las personas		1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado		1,30
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0.22
SEGURIDAD CONTRA INCENDIO INSUFICIENTE			

Tabla 54. Resultado del método Gretener bodega D.

3.1.4.6 Bodega E y F

Información de la Estructura.	
Tipo de Construcción:	Maciza (Resistencia al fuego definida)
Tipo de Compartimientos:	De una sola planta
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Elementos de Fachada/tejados:	Hormigón Ladrillo Metal (incombustible)
Número de plantas en el edificio:	1
Área bodega E (mst2):	473.83
Área bodega F (mts2)	476.56

Tabla 55. Información estructural de las bodegas.

Información de la Actividad.	
Actividad:	Producción de Zuncho, Almacenamiento de producto terminado y laboratorio. Producción de Zuncho, Producción de Strech Film.

Tabla 56. Información de la actividad de las bodegas.

Consideraciones para la Carga térmica Qm (factor q):

Galpón	Qm (MJ/m2)
E	528,67
F	5,26

Tabla 57. Cargas de fuegos ponderados de las bodegas respectivas.

Resumen del Método Gretener de la Bodega E y f. Hoja de cálculo.

Bodega D

Compartimiento:	Bodg. E: AB=473.83m ²
	Bodg. G: AB=476.56m ²
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)

TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria		1,30
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,10
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		4,60
P	PELIGRO POTENCIAL	q.c.r.k.i.e.g	11.75
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantes interiores BIE		0,80
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		1,00
n5	Personal instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0.44
s1	Detección de fuego		1,20
s2	Transmisión de alarma		1,05
s3	Disponib. de bomberos		1,20
s4	Tiempo para intervención		1,00
s5	Instalación de extinción		2,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	3.63
f1	Estructura portante		1,00
f2	Fachadas		1,00
f3	Forjados		1,05
	· Separación de plantas		
	· Comunicaciones verticales		
f4	Dimensiones de las células		1,20
	· Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1.26
B	Exposición al riesgo		5,84
A	Peligro de activación		1,20
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		7.01
Ph,e	Situación de peligro para las personas		1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado		1,30
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0.19
SEGURIDAD CONTRA INCENDIO INSUFICIENTE			

Tabla 58. Resultado del método Gretener de las Bodegas E y F.

3.1.4.7 Bodega G

Información de la Estructura.

Tipo de Construcción:	Maciza (Resistencia al fuego definida)
Tipo de Compartimientos:	De una sola planta
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Elementos de Fachada/tejadros:	Hormigón Ladrillo Metal (incombustible)
Número de plantas en el edificio:	1
Área(mst2):	479.58

Tabla 59. Información estructural de la bodega G.

Información de la Actividad.	
Actividad:	Producción de Zuncho, Almacenamiento de producto terminado y laboratorio.

Tabla 60. Información de la actividad de la bodega G.

Consideraciones para la Carga térmica Q_m (factor q):

Artículo	Q_m (MJ/m ²)
G	2098,71

Tabla 61. Carga de fuego ponderada de la bodega G

Resumen del Método Gretener de la Bodega G. Hoja de cálculo.

Bodega G	
Compartimento:	AB=479.58m ²
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)

TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria		1,70
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,10
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		4,60
P	PELIGRO POTENCIAL	q.c.r.k.i.e.g	15.37
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantes interiores BIE		0,80
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		1,00
n5	Personal instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0.44

s1	Detección de fuego		1,20
s2	Transmisión de alarma		1,05
s3	Disponib. de bomberos		1,20
s4	Tiempo para intervención		1,00
s5	Instalación de extinción		2,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	3.63
f1	Estructura portante		1,00
f2	Fachadas		1,00
f3	Forjados		1,05
	· Separación de plantas		
	· Comunicaciones verticales		
f4	Dimensiones de las células		1,20
	· Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1.26
B	Exposición al riesgo		7,64
A	Peligro de activación		1,00
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		7.64
Ph,e	Situación de peligro para las personas		1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado		1,30
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0.17

Tabla 62. Resultado del método Gretener de la bodega G.

3.1.5 Zona de riesgo

ZONA DE RIESGO										
BODEGAS	Planta	Área (m3)	Criterio	Resultado Y	Ponderación	NTP 766 TABLA 1.3	NFPA 101	NFPA 13	AM 1257	RTQ
BODEGA A	Planta Alta	575, 16	Calculo Greten er	0,17	INSUFICIENTE	Bajo Nivel 1 (Qs <425)	Contenido de Riesgo Ordinario	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)	Riesgo leve (Bajo)	RTQ 3 6.2 (a)
			Requisito de Norma							
	Calculo Greten er		0,17	INSUFICIENTE	Bajo Nivel 1 (Qs <425)					
	Requisito de Norma									
BODEGA B	Planta Baja	655, 69	Calculo Greten er	0,13	INSUFICIENTE	Alto Nivel 6 (3400<Qs<6800)	Contenido de Riesgo Elevado	Ocupaciones Riesgo extra (RE) 1-4.7.3.1*	Riesgo extra (alto)	RTQ 3 6.2 (a)/RTQ 3. 6.5 (a) (c)
			Requisito de Norma							
INTERMEDIO	Planta Baja	180	Calculo Greten er	0,13	INSUFICIENTE	Alto Nivel 8 (13600<Qs)	Contenido de Riesgo Elevado	Ocupaciones Riesgo extra (RE) 1-4.7.3.1*	Riesgo extra (alto)	RTQ 4 7.3. / RTQ 3. 6.5 (a)(c)
			Requisito de Norma							
BODEGA C	Planta Baja	613, 02	Calculo Greten er	0,13	INSUFICIENTE	Alto Nivel 6 (3400<Qs<6800)	Contenido de Riesgo Elevado	Ocupaciones Riesgo extra (RE) 1-4.7.3.1*	Riesgo extra (alto)	RTQ 3 6.2 (a)/RTQ 3. 6.5 (a) ©
			Requisito de Norma							
BODEGA D	Planta Alta	510, 85	Calculo Greten er	0,22	INSUFICIENTE	Bajo Nivel 2	Contenido de Riesgo	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)	Riesgo leve (Bajo)	RTQ 3 6.2 (a)

			Requisito de Norma			(425<Qs <850)	Ordinario			
	Planta Baja		Calculo Greten er	0,22	INSUFICIENTE	Bajo Nivel 2 (425<Qs <850)				
			Requisito de Norma							
BODEGA E	Sin Separación	473,83	Calculo Greten er	0,19	INSUFICIENTE	Bajo Nivel 2 (425<Qs <850)	Contenido de Riesgo Ordinario	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)	Riesgo leve (Bajo)	RTQ 3 6.2 (a)
				Requisito de Norma						
BODEGA F		476,56	Calculo Greten er	0,19	INSUFICIENTE	Bajo Nivel 1 (Qs <425)	Contenido de Riesgo Leve	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)	Riesgo leve (Bajo)	RTQ 3. 4.7 (b)
				Requisito de Norma						
BODEGA G		479,58	Calculo Greten er	0,17	INSUFICIENTE	Medio Nivel 5 (1700<Qs <3400)	Contenido de Riesgo Ordinario	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)	Riesgo extra (alto)	RTQ 3 6.2 (a)/RTQ 3. 6.5 (a)(c)
				Requisito de Norma						

Tabla 63. Zona de riesgo según norma determinada para cada bodega.

La zona de riesgo de los galpones en estudios se manifiestan según lo correspondiente a cada normativa técnica, de tal manera considerar los requerimientos que se deben establecer para accionar ante tales medidas según lo establecido por los RTQ. Sin embargo, el riesgo de cada compartimiento es determinado de acuerdo a los contenidos (NPFA 101) y la ocupación de cada uno de ellos (NFPA 13), considerando el riesgo establecido en la norma AM 1257.

3.2 Aplicación práctica

3.2.1 Diseño de sistema de protección contra incendios

3.2.1.1 Estaciones manuales o pulsadores

La norma AM 1257 establece que todos los establecimientos deben disponer de un sistema de detección y alarma de incendios que permita transmisión audible de alarma local, general y de instrucciones formales a partir de quinientos metros cuadrados (500 m²). De este modo, la activación automática de los sistemas de alarma debe graduarse de forma tal que tenga lugar como máximo cinco minutos (5 min.) después de la activación de un detector o pulsador.

Se deberá proporcionar un pulsador manual de alarma contra incendio en las vías naturales de acceso a la salida y cerca de cada salida requerida, de acuerdo con la Regla Técnica Metropolitana (RTQ 6), considerando los siguientes requisitos del apartado 5 Dispositivos de Iniciación:

- Los pulsadores manuales de alarma de incendio deberán ser específicos para la aplicación contra incendio y se deberán utilizar únicamente para iniciación de alarma de incendio.
- Se deberá proporcionar un pulsador manual de alarma contra incendio, cerca de las estaciones de mangueras.
- Cada pulsador manual de alarma de incendios deberá ser accesible, sin obstáculos y claramente visible. Este pulsador podrá ser protegido por una caja transparente, la cual deberá permitir el accionamiento del pulsador, sin tener que utilizar herramientas ni llaves.

- Serán instalados a una altura no menor de 1.22 m. ni mayor de 1.70 m. sobre el nivel de piso terminado, medidos hasta el centro del dispositivo.

Por lo tanto, es requerido suministrar en cada una de las bodegas en estudios pulsadores manuales como medios de detección de incendio, sujeta a las especificaciones planteadas.

3.2.1.2 Detectores de Humo

Los detectores de incendio sensibles al humo es un equipo eficiente de aviso temprano confiable para la portación de las vidas humanas y de los bienes materiales, de acuerdo con las normativas técnicas NFPA 72 los compartimientos cuentan con detectores de humo tipo punto (Spot), ubicados sobre el techo a no menos de 4 pulg. (100mm) de las paredes laterales, o sobre las paredes laterales a una distancia de entre 4 pulg. Y 12 pulg. (100mm a 300mm) del techo.

Sin embargo, cabe destacar que este tipo de detectores trabajan bajo un sistema convencional, por lo que se requiere de su funcionamiento pero en base a un sistema de detección direccionable, ya que es de mayor eficiencia para cada una de las bodegas.

Bodega A:



Figura 4. Detectores de Humo Bodega A.

Bodega B:

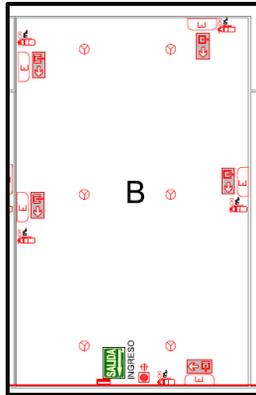


Figura 5. Detectores de Humo Bodega B.

Galpón intermedio:

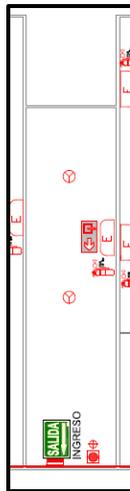


Figura 6. Detectores de Humo Galpón Intermedio.

Bodega C:

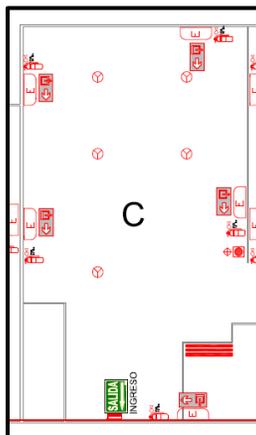


Figura 7. Detectores de Humo Bodega C.

Bodega D:

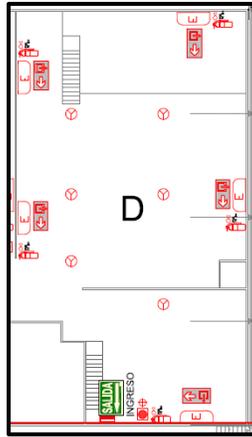


Figura 8. Detectores de Humo Bodega D.

Bodega E:

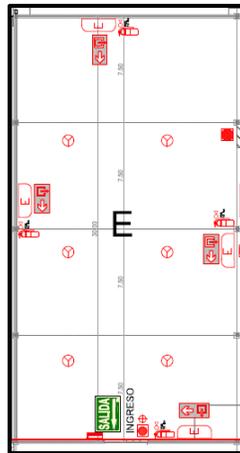


Figura 9. Detectores de Humo Bodega E.

Bodega F.

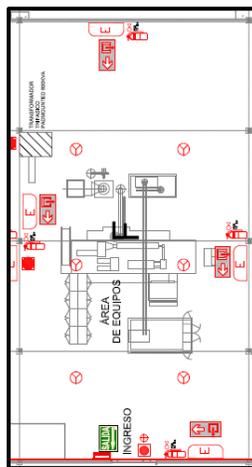


Figura 10. Detectores de Humo Bodega F.

Bodega G:

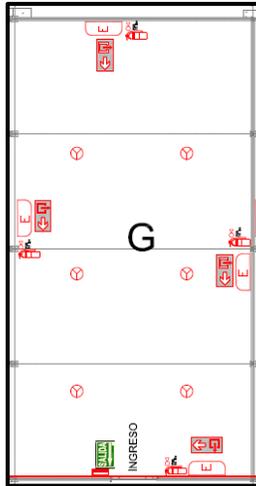


Figura 11. Detectores de Humo Bodega G.

3.2.1.2.1 Detectores de calor

Los detectores de incendio de sensores de calor, se instalaran en el cuarto de bomba como medida de prevención para los equipos operativos en el área, de este modo el montaje del mismo estará sujeta a lo expuesto en la norma NFPA 72, los detectores de calor de tipo punto (spot) deberá estar ubicados sobre el techo a no menos de 4 pulg. (100mm) de las paredes laterales, o sobre las paredes laterales a una distancia de entre 4pulg. Y 12 pulg. (100mm a 30mm) del techo. Además, en base a los varios análisis elaborados para el espaciamiento de este tipo de equipos la norma NFPA 13 establece el uso de un detector con espaciamiento listado de 9,1 m.

3.2.1.2.2 Espaciamiento de los detectores

La norma NFPA 72 determina que el espaciamiento lineal nominal es la máxima distancia admisible entre detectores de calor, es decir, constituye una medida de tiempo de respuesta del detector frente a un incendio normalizado, ya que mientras mayor sea el espaciamiento lineal nominal más rápido será el tiempo de respuesta.

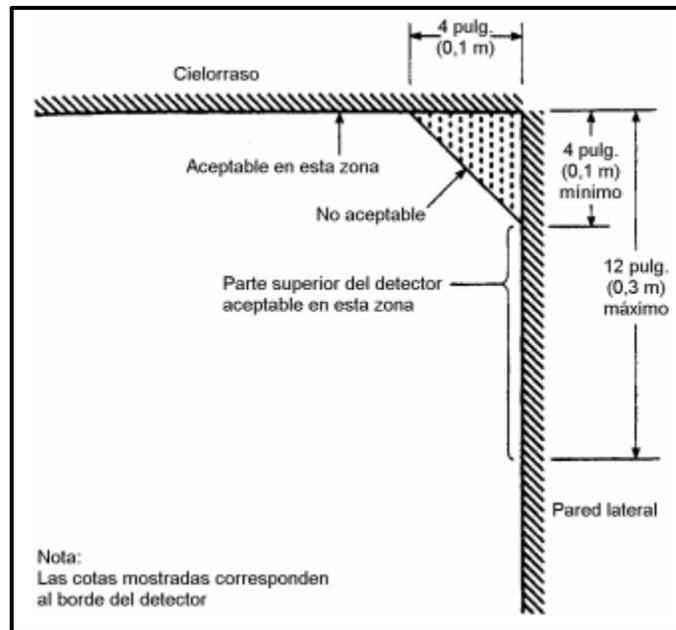


Figura 12. Ejemplo del correcto montaje para los detectores.

3.2.1.3 Sistema de extinción de incendio

3.2.1.3.1 Medios de abastecimiento de agua aceptado

La cisterna será el medio de abastecimiento de agua que sumiste a los compartimentos en caso de controlar un incendio, respetando la doctrina de la Regla Técnica Metropolitana RTQ 7, en el cual permite el abastecimiento del sistema de supresión de incendios sea la misma que abastezca al sistema de agua potable doméstico de la edificación, siempre y cuando la reserva de incendios no pueda ser utilizada por el sistema de agua potable doméstico.

Para el cálculo de la disponibilidad de agua requerida, se deberá contar con una bomba que tenga una succión positiva, utilizando los tiempos mínimos de protección recomendados en la respectiva normativa, según la ordenanza RTQ7.

3.2.1.3.2 Disponibilidad de agua

Se debe considerar la demanda que genere los sistemas supresores en relación al tiempo mínimo de protección requerido, así como lo establece la Regla Técnica Metropolitana RTQ7. El volumen de almacenamiento de agua va depender del caudal $Q=750\text{gpm}$ (2839 lt/min) a un tiempo de 60 minutos, que es lo requerido para mantener la bomba operando, de

este modo se determina la capacidad necesaria de la cisterna para el suministro de agua a todos los galpones en caso de incendio.

Con los datos calculados se tiene:

$$V = Q * T$$

$$V = 2839 * 60$$

$$V = 170340 \text{ lt}$$

$$V = 170.34 \text{ m}^3$$

Una cisterna con una capacidad de Vol.=170m³, adecuado para proporcionar al sistema el caudal de Q=750gpm en el tiempo establecido (t=60min).

3.2.1.4 Bombas contra incendios

EL suministro de agua debe ser confiable en cuanto a cantidad, calidad, presión y disponibilidad de agua a los elementos de supresión de incendio, de acuerdo a la ordenanza RTQ7.

La selección de la bomba dependerá de lo establecido en la norma técnica NFPA 20, la cual debe dar por lo menos el 65% de la presión nominal al 150% de la capacidad del caudal nominal, considerando que en su curva el incremento de la presión hacia el cierre no debe exceder el 140% del valor del mismo.

El equipo de bombeo implementado para el suministro de agua en caso de incendio, se determinara acorde a las características destacadas de una bomba centrífuga horizontal o vertical en relación a la presión de descarga y la velocidad constantes, acorde a la normativa NFPA 2009.

Tipo de bomba	Rango de presión		Rango de capacidad	
	Psi	kPa	gpm	L/s
Extremo de succion horizontal	40-186	276-1282	25-750	1,6-31,5
Succion en linea	40-186	276-1282	25-750	1,6-31,5
Caja hendida (horizontal y vertical)	40-294	276-2027	150-5000	9,5-31,5
Turbina vertical	25-510	179-3516	250-5000	15,8-315,4

Tabla 64. Tipos de bombas y su rasgo de presión y caudal de bombeo.(NFPA 20)

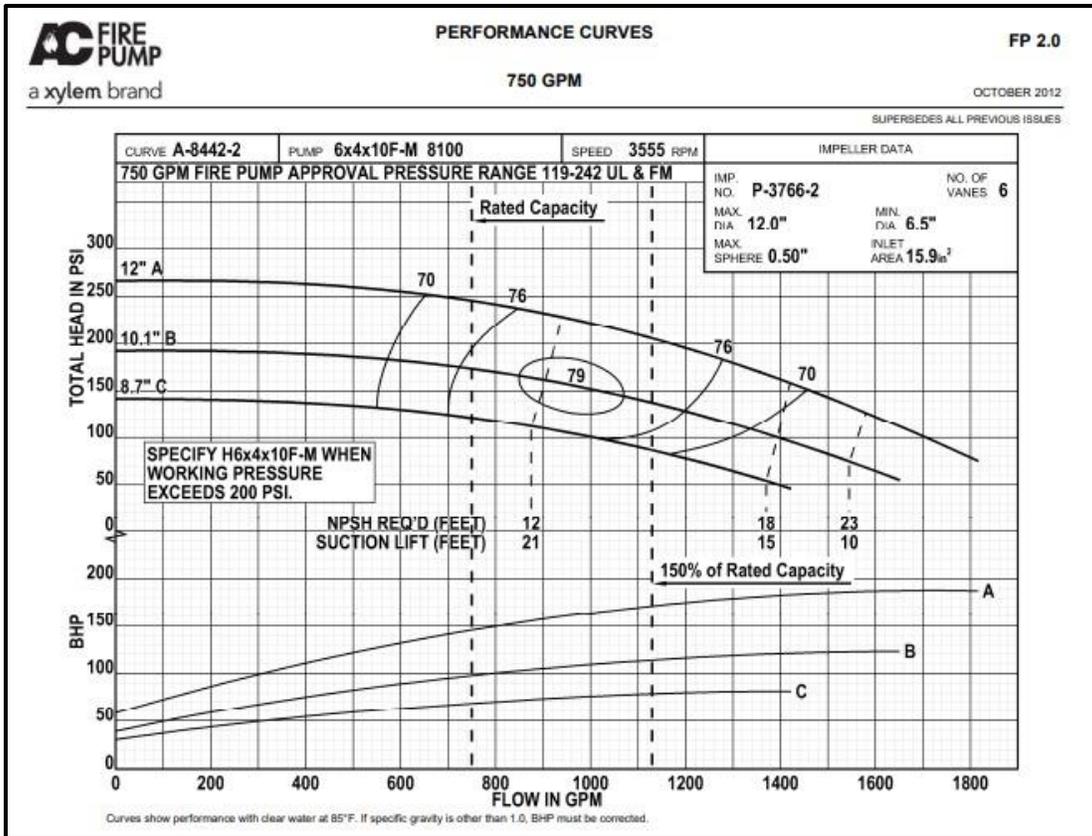


Figura 13. Curva de eficiencia de Bomba centrífuga de 750 Gpm horizontal.

La gráfica mostrada es una curva de eficiencia de una bomba referencial que cumple con las demandas de caudal y presión del sistema requerido para las bodegas en estudio.

Bomba principal	
Tipo	Bomba centrífuga de 750 Gpm horizontal
Serie	8100 psi
Modelo	6x4x10 F-M
Flujo	750 gpm
Cabezal dinámico total (TDH)	140 psi
Velocidad	3555 rpm

Tabla 65. Detalles de la Bomba centrífuga de 750 Gpm horizontal.

Las bombas Jockey o las bombas de mantenimiento de presión para sistemas de aspersión son un componente de bajo costo, pero esencial en un sistema de bombas contra incendio por aspersión. Por lo general, la bomba jockey tiene una capacidad del 1% al 5% de la bomba principal (750gpm)

Bomba Jockey	
TDH	140psi
Caudal	750 Gpm
Potencial Referencial	10hp

Tabla 66. Detalles de la Bomba jockey.

3.2.1.4.1 Casa Bomba

El cuarto de bombas estará ubicado al lado de la bodega G, dicho cuarto estará acondicionado con la ventilación apropiada para evitar la acumulación de calor generado por la operación de las bombas, de acuerdo a la ordenanza RTQ 7.

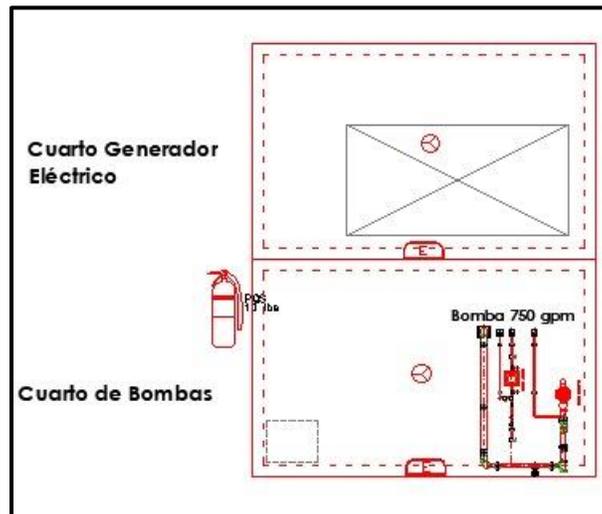


Figura 14. Cuarto o Casa Bomba.

3.2.1.4.2 Alimentación eléctrica (equipo de bombeo)

La electricidad en el equipo de bombeo debe ser permanente, y se regirá según lo establecido en la norma NFPA 70, cumpliendo los requerimientos para las bombas contra incendios, en el cual se permitirá que los conductores estén protegidos solo contra carta circuito.

La transferencia de energía hacia el controlador de la bomba contra incendio entre el suministro normal y un suministro alternativo deberá llevarse a cabo dentro del cuarto de la bomba, es decir, se contará con dos fuentes independientes de energía para las bombas contra incendios; una consistirá en un circuito de distribución eléctrica y la otra de un generador de emergencia que arranque automáticamente. En todo momento al menos una de estas fuentes estará suministrando energía a la bomba contra incendios. (NFPA 20).

3.2.1.4.3 Tubería y accesorios

Las tuberías y accesorios del equipo de bombeo, deberán ser actas para proporcionar el caudal requerido de 750 gpm de manera de poder satisfacer la demanda, cumpliendo los diámetros mínimos permitidos como lo dicta la norma NFPA 20.

Se podrá utilizar tubería de acero sobre la tierra excepto para la conexión a tuberías de succión subterránea y tuberías de descarga subterráneas.

Clasificación de bomba (gpm)	Tamaños mínimos de tuberías (nominal)						
	Succión* (pulg.)	Descarga* (pulg.)	Válvula de alivio (pulg.)	Descarga de válvula de alivio (pulg.)	Dispositivo de medición (pulg.)	Cantidad y tamaño de válvulas de manguera (pulg.)	Suministro de cabezal de manguera (pulg.)
25	1	1	¾	1	1¼	1-1½	1
50	1½	1¼	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	3	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
1.000	8	6	4	8	6	4- 2½	6
1.250	8	8	6	8	6	6- 2½	8
1.500	8	8	6	8	8	6- 2½	8
2.000	10	10	6	10	8	6- 2½	8
2.500	10	10	6	10	8	8- 2½	10
3.000	12	12	8	12	8	12- 2½	10
3.500	12	12	8	12	10	12- 2½	12
4.000	14	12	8	14	10	16- 2½	12

4.500	16	14	8	14	10	16- 2½	12
5.000	16	14	8	14	10	20- 2½	12

Tabla 67. Resumen de información sobre la tubería utilizada en las bombas centrífuga contra incendios. (NFPA 20)

3.2.1.5 Tubería vertical y mangueras

3.2.1.5.1 Tubería

La tubería implementada en el sistema de tubería vertical estará sujeta a lo que dicta la norma NFPA 14, según los estándares expuesto en la tabla 64.

Materiales y Dimensiones (Especificaciones)	Norma
Tubería Ferrosa	AWWA C151
Tubería de Hierro-Dúctil, vaciada centrifugamente, para agua u otros líquidos	
Tubería de Acero Soldada por Resistencia Eléctrica	ASTM A 135
Especificación de Norma para Tubería de Acero soldada por resistencia eléctrica	
Acero Soldado y Sin Costuras	ASTN A 795
Especificación de norma para tubería de acero para un uso de protección contra incendios, negra y revestida con Zinc por inmersión caliente (galvanizada) soldada y sin costuras	
Tubería de Acero Soldada y Sin Costuras	ASTM A 53
Especificación de norma para tubería, acero, negra y revestida con Zinc por inmersión en caliente, soldada y sin costuras	
Tubería de acero forjado con y sin costura	ANSI B 13,10 M
Tubo de Cobre (Estirado, Sin Costuras)	
Especificación de norma para tubo de cobre sin costuras	ASTM B 75
Especificación de norma para tubo de cobre para agua sin costuras	ASTM B 88
Especificación de norma por requisitos generales para tubo de cobre forjado sin costuras y aleaciones de tubo de cobre	ASTM B 251

Metal de Aporte para Soldadura Fuerte (Clasificaciones BCuP-3 O BCuP-4)	AWS A 5,8
Especificacion para metales de aporte para soldadura fuerte y soldadura con bronce	

Tabla 68. Materiales y Dimensiones de tubería o Tubo. (NFPA 13)

3.2.1.5.2 Accesorios

Los accesorios utilizados para unir las tuberías verticales deberán cumplir con la norma NFPA 14, de acuerdo a la tabla 62. La instalación se deberá hacer en concordancia con sus limitaciones de listado, incluyendo instrucciones de instalación.

Materiales y Dimensiones	Norma
Hierro Fundido	
Accesorios roscados de hierro gris	ANSI B 16,4
Bridas y accesorios bridados de tuberia de hierro gris	ANSI B 16,1
Hierro Maleable	
Accesorios roscados de hierro maleable	ANSI B 16,3
Hierro Dúctil	
Accesorios de hierro dúctil y hierro gris para agua	AWWA C110
Acero	
Accesorios soldados al tipe en acero forjado hechos en fabrica	ANSI B 16,9
Terminal solados al tope	ANSI B 16,25
Especificacion de norma para accesorios de tuberia de acero forjado al carbono y acero aleado para servicio de temperatura moderada y alta	ASTM A 234
Bridas de tuberia y accesorios bridados	ANSI B 16,5
Accesorio forjados de maguito soldado y roscados	ANSI B16,11
Cobre	
Accesorios para juntas de presion de cobre forjado y soldados eeen cobre aleado	ANSI B16,22
Accesorios para juntas de presion soldadas en cobre fundido aleado	ANSI B16,18

Tabla 69. Materiales y Dimensiones de Accesorios. (NFPA 13)

3.2.1.5.3 Uniones

Las uniones de tuberías y accesorios del sistema contra incendios deberá ser mediante soldadura o roscados, esto en función de lo establecido en la norma NFPA 13 Edición 2007 “6.5 *. Solo deberán permitirse la unión por medio de accesorios roscados de las tuberías de acero con un espesor de pared menor que calibre 30 (en diámetro de 8 pulg (200mm) y mayores), cuando se ha investigado la adecuación del conjunto roscado para las instalaciones de rociadores automáticos y que esté listo para este servicio. NFPA 13, 2007.

3.2.1.5.4 Soporte

Los soportes certificados por un ingeniero profesional registrado que incluye lo siguiente:

1. Los soportes deberán ser diseñados para soportar cinco veces el peso de la tubería llena de agua más 250 lb (114 kg) en cada punto de soporte de la tubería.
2. Estos puntos de soporte deberán ser adecuados para soportar el sistema
3. La separación entre los soportes no deberá exceder el valor dado por el tipo de tubos, de acuerdo a la NFPA, 2007 (9.1). Como indica las siguientes tablas:

Distancia Maxima entre soportes (pies-pulg) (a)												
	Diámetro Nominal del Tubo (pulg)											
	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8
Tubo de acero, excepto de pared delgada roscado	N/A	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
Tubo de acero de pared delgada roscado	N/A	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tubo de cobre	8-0	8-0	10-0	10-0	12-0	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
CPVC	5-6´	6-0	6-6´	7-0	8-0	9-0	10-0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno(IPS)	N/A	3-9´	4-7´	5-0	5-11´	N/A						
Polibutileno(CTS)	2-11´	3-4´	3-11´	4-5´	5-5´	N/A						
Tubo de hierro dúctil	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15-0	N/A	15-0	N/A	15-0	15-0

NOTA: IPS hierro - diámetro del tubo; CTS - diámetro de la tubería de cobre

Tabla 70. Distancia máxima entre soporte (pulgada). (NFPA 13)

Distancia Maxima entre soportes (metrico) (b)												
	Diametro Nominal del Tubo (pulg)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Tubo de acero, excepto de pared delgada roscado	N/A	3,66	3,66	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57
Tubo de acero de pared delgada roscado	N/A	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tubo de cobre	2,44	2,44	3,05	3,05	3,66	3,66	3,66	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57
CPVC	1,68	1,83	1,98	2,13	2,44	2,74	3,05	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno(IPS)	N/A	1,14	1,4	1,52	1,8	N/A						
Polibutileno(CTS)	0,89	1,02	1,19	1,35	1,65	N/A						
Tubo de hierro dúctil	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,57	N/A	4,57	N/A	4,57	4,57
NOTA: IPS hierro - diametro del tubo; CTS - diametro de la tuberia de cobre												

Tabla 71. Distancia máxima entre soporte (métrico). (NFPA 13)

4. Los componentes del soporte deberán ser de material ferroso.
5. Deberán presentarse cálculos desarrollados, cuando lo requiera la autoridad encargada de la revisión, indicando las tensiones desarrolladas en los soportes, en las tuberías y los factores de seguridad permitidos.

3.2.1.5.5 Válvula

Todas las válvulas que controlen las conexiones para abastecimiento de agua y conexiones a las tuberías de abastecimiento de los rociadores, deberán ser válvulas listadas, por lo tanto estas válvulas no deberán cerrar en menos de 5 segundos al ser operadas a la máxima velocidad posible desde la posición totalmente abierta.

Cuando las presiones de las válvulas sean mayor a 175 PSI, las válvulas deberán usarse de acuerdo a su clasificación. NFPA, 2007 (6.7)

3.2.2.5.6 Clasificación de conexiones de manguera

El sistema está compuesto por una disposición de tuberías, válvulas, conexiones y los demás equipos relacionado al mismo, que deben ser instalados en las respectivas bodegas, con las

conexiones de manguera ubicadas de tal forma que el agua pueda ser descargada en chorros o aspersión a través de mangueras y boquillas fijas.

La conexión de mangueras depende del sistema seleccionado en las tuberías, por lo cual para los compartimentos en estudio se empleara tubería vertical "Clase II" debido a la eficacia y facilidad de manejo, ya que puede ser utilizado directamente por el personal entrenado (brigadistas) o por el cuerpo de bombero en la fase inicial de un fuego o incendio.

Según lo establecido en la NFPA 14 2007 4.6.2.1, para cada conexión de mangueras prevista para uso de personal entrenado (Clase II y Clase III) deben ser equipadas con no más de 30,5 m. de línea listada de 1½ pulgadas de manguera de incendios colapsible o no colapsible, fijada y lista para su uso.

Además, se debe considerar el portante de este equipo en el sistema contra incendio, ya que cada estación de mangueras de 1½ pulgadas, provista con manguera de 1½ pulgadas debe estar equipada con un portante listado u otra instalación de almacenaje aprobada. (NFPA 14 2007)

3.2.2.5.7 Localización de Conexiones de mangueras.

Las conexiones de las mangueras están suministrada atrás ves de los gabinetes, de este modo se colocara uno por cada bodega interior obedeciendo los 25 metros de separación entre ellos,

3.2.2.5.8 Estaciones de Mangueras (Gabinetes)

De acuerdo al análisis de los posibles riesgos de incendio de cada uno de los compartimentos, la protección para los galpones se realizara a través de gabinetes contra incendio (Bocas de incendio Equipadas BIES) usados para contener mangueras de incendio con un tamaño que permita la instalación del equipo necesario y diseñado de tal manera que no interfiera con el pronto uso de la conexión de la manguera y/o cualquier otro equipo instalada a este.

Las Bocas De Incendio Equipadas (BIES) suministras para todo las áreas del establecimiento será de Clase II por la facilidad de uso, gabinete constituido por una manguera de 1 ½” que suministra agua para controlas y extinguir un incendio. Esta operación puede ser realizada por el personal capacitado de la empresa (brigadistas) o por el cuerpo de bomberos.

Los equipos que componen este tipo de gabinete Clase II son los siguientes:

1. Dimensiones 65x93x25 acabado en pintura electroestática roja, incluye vidrio.
2. Acople de manguera \varnothing 1.5”.
3. Pitón de Descarga.
4. Soporte de manguera contra incendio.
5. Manguera Longitud de 20mts.
6. Extintor Portátil.

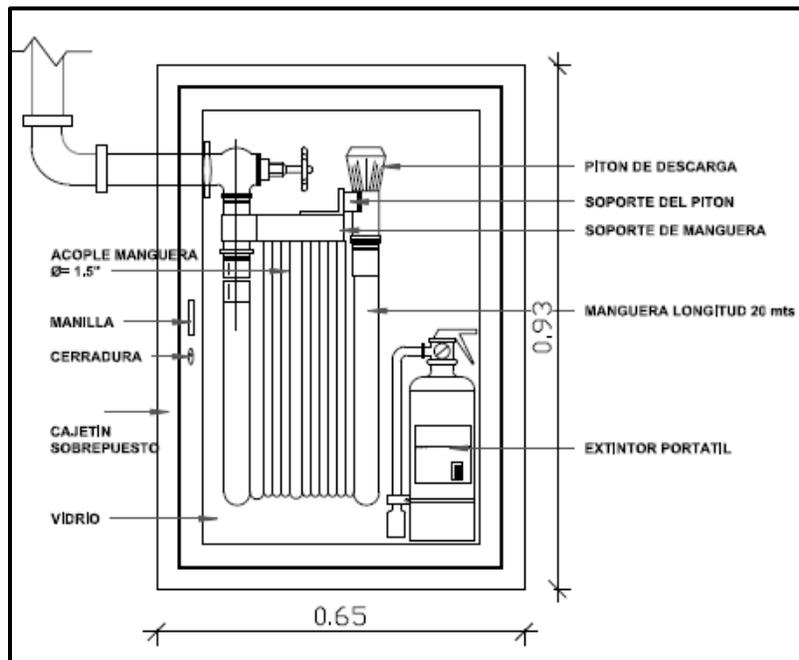


Figura 15. Gabinete de incendio clase II \varnothing 1 ½”, 15m. (NFPA 14)

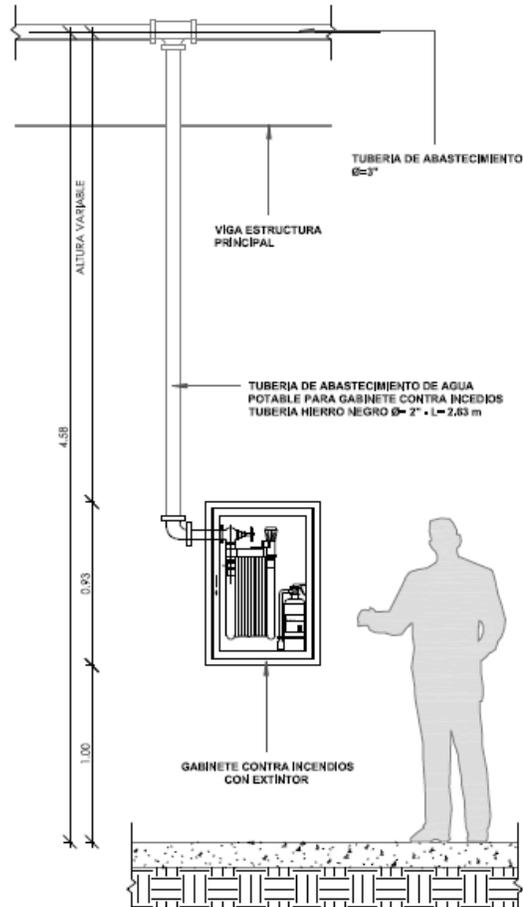


Figura 16. Ubicación del gabinete de incendio clase II ϕ 1 1/2", 15m. (NFPA 14)

3.2.2.5.9 Conexión para el cuerpo de bomberos

La conexión de cuerpo de bomberos deberá soportar una presión de trabajo igual o mayor que la presión demandada por el sistema, de acuerdo a lo establecido en la normativa NFPA 14 2007. Estas conexiones deberán tener al menos dos accesorios giratorios de rosca hembra de 65mm (2 1/2" pulgada) que tenga rosca NHS, ubicada a una altura que está a 90cm máximo del piso terminado hasta el eje de la siamesa.

Las bodegas contarán una siamesa empotrada sobre un muro de concreto e instalada próximo al ingreso de la empresa (fachada principal), la misma cumplirá con lo especificado en la RTQ 7/2014.

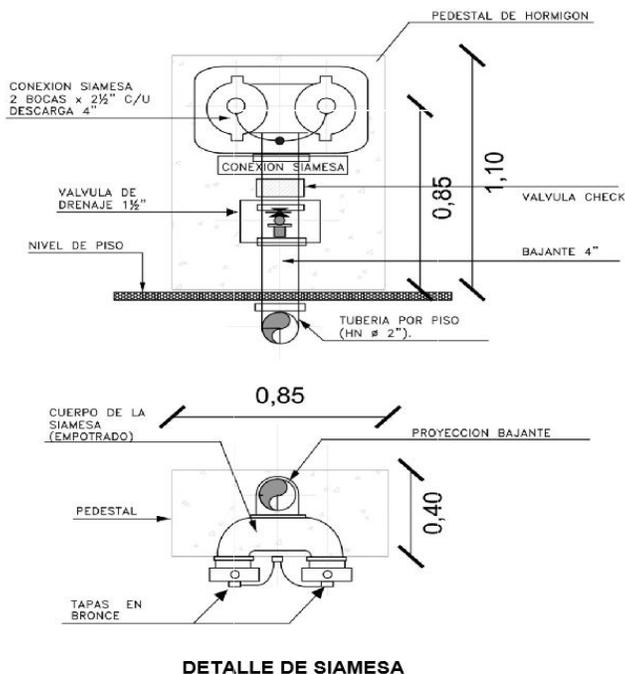


Figura 17. Detalle de Siamesa. (NFPA 13)

La boca de impulsión o siamesa está colocada con los respectivos tapones de protección, de manera de evitar cualquier daño a las roscas de conexión e impedir que ingrese basura al sistema.

3.2.2.6 Requisitos de flujo y presión

3.2.2.6.1 Presión

La presión mínima del sistema deberá estar presente en la conexión hidráulicamente más desfavorable según lo establecido en la Regla Técnica Metropolitana RTQ7. Las bodegas se regirán según la tabla 68, debiendo disponer de una presión mínima de 65 psi para sistemas de Clase II conforme a la normativa expuesta.

Sistema	Presión Mínima
Clase I y III	100 psi (690KPa)
Clase II	65 psi (450KPa)

Tabla 72. Presiones mínimas por sistema en conexiones de manguera

3.2.2.6.2 Flujo de agua mínimo

El flujo mínimo de agua que proporcionará el sistema será de 750 gpm en función al equipo de mayor caudal determinado. De este modo, el sistema contara con una disposición sobre el flujo mínimo de agua para las conexiones de manguera, de acuerdo a las siguientes consideraciones según lo establecido en la Regla Técnica Metropolitana RTQ7:

1. Sistemas Clase II. El flujo mínimo de agua para la conexión hidráulicamente más desfavorable deberá ser 100 GPM (379 l/min). No se requerirá flujo adicional cuando haya más de una conexión.
2. Sistemas Combinados. En edificios protegidos por rociadores y conexiones de manguera se deberá realizar el respectivo cálculo hidráulico según lo establecido en NFPA 13.

3.2.2.6.3 Drenaje

La norma NFPA 14 establece una válvula de drenaje y tubería, en el cual deberán estar instaladas en el punto más bajo de la tubería vertical de aguas debajo de la válvula de aislamiento, para descargar agua en una instalación apropiada.

Por lo tanto, es de gran importancia resaltar que el drenaje del agua del sistema será conforme a las instalaciones que haya en las bodegas, y se regirá de acuerdo a las tabla 69 según lo establecido en la norma NFPA 14.

Tamaño de la Tubería Vertical	Tamaño de la Conexión de Drenaje
Hasta 50 mm (2 pulgadas)	20 mm o mayor ($\frac{3}{4}$ de pulgada)
65 mm (2½ pulgadas), (80 mm, 3 pulgadas) o 90 mm (3½ pulgadas)	32 mm o mayor ($\frac{1}{4}$ de pulgada)
100 mm o mayor (4 pulgadas)	50 mm solamente (2 pulgadas)

Tabla 73. Dimensionado para drenajes de tubería vertical (NFPA 14)

3.2.2.7 Rociadores automáticos

3.2.2.7.1 Clasificación de las ocupaciones

El riesgo ocupacional de las bodegas se determina según lo establecido en la normativa técnica NFPA 13 1996 Anexo 1-4.7*. Clasificadas en dos tipos:

- Ocupacional de riesgo ordinario (Grupo 2) debido a la combustibilidad presente y la cantidad de combustible siendo de moderada a alta, además de esperar incendios con índice de liberación de calor moderados a altos.
- Ocupacional de riesgo extra, donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy alta y están presente líquidos inflamables, que introducen la probabilidad de existencia de incendio con un rápido desarrollo y elevados índice de liberación de calor.

Según la normativa NFPA 13 las bodegas presentan el siguiente riesgo en relación a las ocupaciones de cada una:

Bodegas	NFPA 13
A	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)
B	Ocupaciones Riesgo extra (RE) 1- 4.7.3.1*
Intermedio	Ocupaciones Riesgo extra (RE) 1- 4.7.3.1*
C	Ocupaciones Riesgo extra (RE) 1- 4.7.3.1*
D	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)
E	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)

F	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)
G	Ocupaciones de Riesgo ordinario (RO) 1-4.7.2.2* (Grupo 2)

Tabla 74. Clasificación de ocupaciones aplicando NFPA 13.

3.2.2.7.2 Rociadores

En el cálculo de la red de rociadores se utilizará el método de área – densidad, aplicado para cada uno de los compartimentos en estudios, considerando los paramentos adecuados de manera que sean evaluados según lo establecido en la normativa NFPA 13.

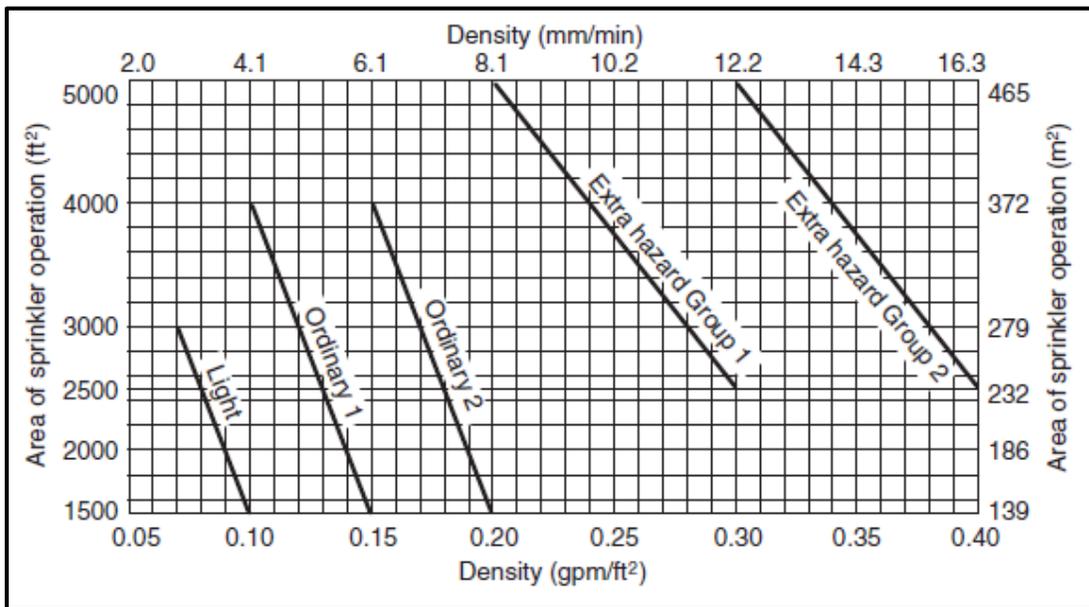


Figura 18. Curva área/densidad.

3.2.2.7.2.1 Resultados rociadores por bodega

Bodega A. Riesgo Ordinario (Grupo 2)

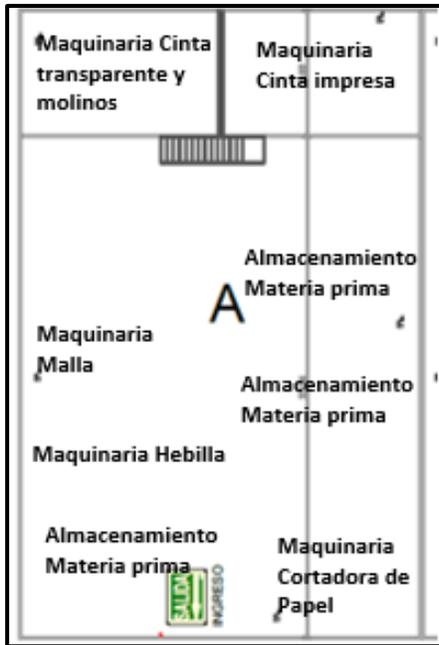


Figura 19. Bodega A.

Área total de la planta = 575.16 m².

Área de diseño (1) = 372m² (4004.31 ft²).

Densidad (1) = 0,15 gpm/ft².

Caudal sistema de Rociador (1)= 600.65 ft².

Área de diseño (2)= 203.16m² (2186.87ft²).

Densidad (2) = 0,185 gpm/ft².

Caudal sistema de Rociador (2)= 404.57 ft².

Factor K= 5.6

Caudal del rociador = 25.04gpm.

Número de rociadores = 41 u.

Bodega B. Riesgo Extra



Figura 20. Bodega B.

Área total de la planta = 655.69 m².

Área de diseño (1) = 465m² (5005.38 ft²).

Densidad (1) = 0,2 gpm/ft².

Caudal sistema de Rociador (1)=1001.08ft².

Área de diseño (2)= 190.69m² (2052.64ft²).

Densidad (2) = 0.3 gpm/ft².

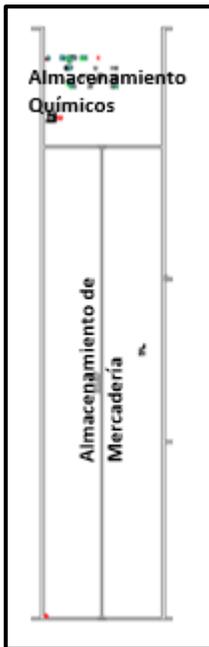
Caudal sistema de Rociador (2)= 615.79 ft².

Factor K=8

Caudal del rociador = 35.78gpm.

Número de rociadores = 46 u.

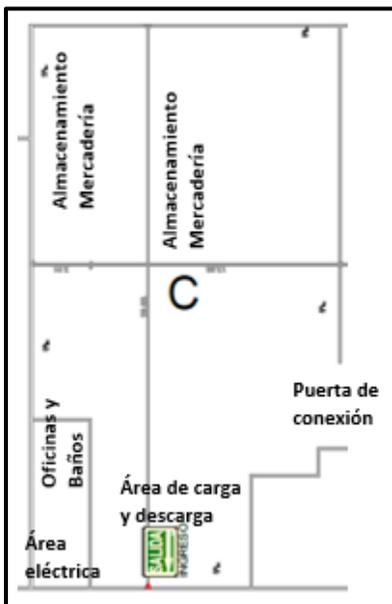
Galpón Intermedio. Riesgo extra



Área total de la planta = 180 m².
Área de diseño = 180m² (1937.57 ft²).
Densidad = 0,3 gpm/ft².
Caudal sistema de Rociador =581.27ft².
Factor K=8
Caudal del rociador = 35.78gpm.
Número de rociadores = 17 u.

Figura 21. Bodega Intermedio.

Bodega C. Riesgo Extra



Área total de la planta = 613.02 m².
Menos Área Oficina = 32.116 m²
Área de diseño (1) = 465m² (5005.38 ft²).
Densidad (1) = 0,2 gpm/ft².
Caudal sistema de Rociador (1)=1001.08ft².
Área de diseño (2)=115.904m² (1247.62ft²).
Densidad (2) = 0.3 gpm/ft².
Caudal sistema de Rociador (2)= 374.29 ft².
Factor K=8
Caudal del rociador = 35.78gpm.
Número de rociadores = 39 u.

Figura 22. Bodega C.

Bodega D. Riesgo Ordinario (Grupo 2)



Figura 23. Bodega D.

Área total de la planta = 510.85 m².
 Menos Área Oficina = 32.116 m²
 Área de diseño (1) = 372m² (4004.31 ft²).
 Densidad (1) = 0,15 gpm/ft².
 Caudal sistema de Rociador (1)=600.65ft².
 Área de diseño (2)=106.734m² (1148.91ft²).
 Densidad (2) = 0.2 gpm/ft².
 Caudal sistema de Rociador (2)= 229.78 ft².
 Factor K=5.6
 Caudal del rociador = 25.04gpm.
 Número de rociadores = 34 u.

Bodega E. Riesgo Ordinario (Grupo 2)

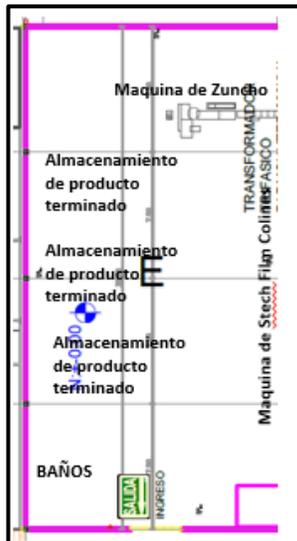
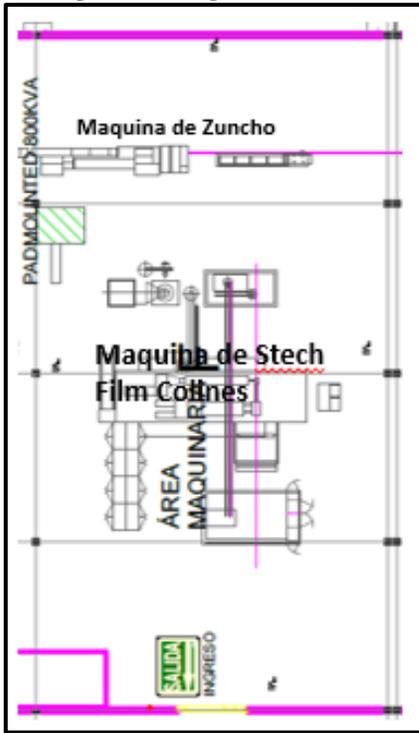


Figura 24. Bodega E.

Área total de la planta = 473.83 m².
 Área de diseño (1) = 372m² (4004.31 ft²).
 Densidad (1) = 0,15 gpm/ft².
 Caudal sistema de Rociador (1)= 600.65 ft².
 Área de diseño (2)= 101.83m² (1096.12ft²).
 Densidad (2) = 0,2 gpm/ft².
 Caudal sistema de Rociador (2)= 219.22 ft².
 Factor K= 5.6
 Caudal del rociador = 25.04gpm.

Número de rociadores = 33 u.

Bodega F. Riesgo Ordinario (Grupo 2)



Área total de la planta = 476.56 m².

Área de diseño (1) = 372m² (4004.31 ft²).

Densidad (1) = 0,15 gpm/ft².

Caudal sistema de Rociador (1)= 600.65 ft².

Área de diseño (2)= 104.56m² (1125.51ft²).

Densidad (2) = 0,2 gpm/ft².

Caudal sistema de Rociador (2)= 225.10 ft².

Factor K= 5.6

Caudal del rociador = 25.04gpm.

Número de rociadores = 33 u.

Figura 25. Bodega F.

Bodega G. Riesgo Ordinario (Grupo 2)



Área total de la planta = 479.58 m².

Área de diseño (1) = 372m² (4004.31 ft²).

Densidad (1) = 0,15 gpm/ft².

Caudal sistema de Rociador (1)= 600.65 ft².

Área de diseño (2)= 107.58m² (1158.02ft²).

Densidad (2) = 0,2 gpm/ft².

Caudal sistema de Rociador (2)= 231.60 ft².

Factor K= 5.6

Caudal del rociador = 25.04gpm.

Número de rociadores = 34 u.

Figura 26. Bodega G.

3.2.2.8 Extintores portátiles

La selección de los extintores de incendio se regirá de acuerdo a la normativa NFPA 10, la cual establece que para su uso se debe limitar a aplicaciones donde se necesite un agente limpio para extinguir el fuego eficientemente sin daño para el equipo o áreas protegidas, o cuando el uso de agentes alternativos puede causar riesgo para el personal en el área. Por lo tanto, dependerá de la clasificación del riesgo en relación a la clasificación de incendio, de este modo los extintores contemplados en cada compartimento serán tipo PQS (20 libras), CO2 (20 libras) y H2O (2.5 libras) permitiendo atacar incendios Clase A, B y C.

Clasificación de incendios aplicados según la norma NFPA 10:

- Incendios Clase A. Los incendios de Clase A son incendios de materiales combustibles comunes, como la madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.
- Incendios Clase B. Los incendios de Clase B son incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.
- Incendios Clase C. Los incendios de Clase C son incendios que involucran equipos eléctricos energizados.

Cada extintor deberá ser instalados de tal forma que su parte superior no esté a más de 1.50 metros por encima del piso, y en ningún caso, la distancia de separación entre el piso y la parte inferior del extintor deberá ser menor de 10 cm, de acuerdo a la Regla Técnica Metropolitana RTQ 7.

3.2.2.9 Medios de egreso

3.2.2.9.1 Capacidad de los medios de egreso

Los medios de egreso tendrán la capacidad mínima necesaria para evacuar a los usuarios en caso de emergencia, y dependerán de la carga de los ocupantes del edificio. El edificio al ser una construcción existente se basará en los anchos mínimos requeridos contemplados en la tabla 4 de la Regla Técnica Metropolitana RTQ 5 / 2014 (véase tabla 72).

Aplicación	Ancho Mínimo (metros)
Puertas / tanto de acceso a la salida, como de descarga de salida	0,86

Escaleras como medio de egreso (internas y externas)	N/A
--	-----

Tabla 75. Ancho mínimo requerido de componentes de medios de egreso en edificaciones existentes. (RTQ 5)

3.2.2.9.2 Puertas

Las puertas tanto de acceso a la salida como de descarga de la salida deberán estar ubicadas de modo que el camino del recorrido de egreso sea obvio y directo. Todas las puertas que son parte de los medios de egreso deberán ser estancas al humo y tener una resistencia al fuego de por lo menos 60 minutos, y para el caso de Edificios de Gran Altura una resistencia al fuego de 120 minutos. Deberán estar libres de cortinas, tapices, espejos u otro objeto que obstaculice su identificación con facilidad.

- ANCHO.- El ancho libre mínimo de las puertas de medio de egreso deberá cumplir con lo establecido en esta RTQ. (Ancho mínimo 0,86 m.).
- ABERTURAS.- La holgura entre las hojas de la puerta y el piso no deberá ser mayor de ¼ pulgada (0,64 centímetros), para evitar tanto el ingreso de humo a través de ella, como la despresurización del recinto protegido (escaleras y espacios estancos para refugio).
- GIRO DE LAS PUERTAS EN LOS MEDIOS DE EGRESO.- Todas las puertas que sean de acceso a la salida o descarga de las mismas en vía de egreso, deberán girar mínimo 90 grados, en el sentido de la dirección de la evacuación de las personas que están dentro del edificio.
- PROYECCIÓN DE LAS PUERTAS DENTRO DE LOS MEDIOS DE EGRESO.- La proyección de la puerta al momento de abrir no podrá ocupar más de la mitad de la vía de egreso; y cuando esté totalmente abierta, no podrá sobresalir más de 18 centímetros en el ancho del medio de egreso.
- CERRADURAS, PESTILLOS Y DISPOSITIVOS DE ALARMA.-Las puertas de emergencia deben estar siempre listas para ser abiertas. Las cerraduras desde el lado interior no deberá requerir el uso de llave, herramienta ni de un conocimiento especial para su accionamiento, con excepción de centros de rehabilitación y correccionales. Cuando se usen barras antipánico, estas deberán ser de simple uso, operación obvia y estar colocadas entre 0,75 m. y 1,10 m. por encima del nivel del piso.

- **USO DE PUERTAS ACTIVADAS MECÁNICAMENTE EN LOS MEDIOS DE EGRESO.**- Cuando las puertas de los medios de egreso se activen mediante energía, ante la proximidad de una persona, o estén provistas de accionamiento manual asistido mecánicamente, el diseño deberá ser tal, que en el caso de fallo de energía, la puerta se abra manualmente para permitir el recorrido de salida o evacuación. La puerta deberá estar diseñada e instalada de manera que cuando se aplique una fuerza a la puerta sobre el lado desde el lado que se realiza la salida, sea capaz de girar desde cualquier posición. Sobre la pared junto a cada puerta, deberá haber una señal claramente visible y perdurable, los colores según norma INEN - ISO 3864 y pictograma correspondiente.

3.2.2.10 Iluminaria de emergencia

La iluminación de emergencia para los compartimentos se aplicó acorde a lo estipulado en la NFPA 101, de tal manera proveer una la evacuación segura y fácil al exterior en caso de cortes eléctricos dando aproximadamente por lo menos 1 ½ hora en caso de fallas.

La ubicación de las lámparas de emergencia será en todo el recorrido de la vía de evacuación, oficinas, parqueaderos y bodegas, del cual se cuentan con 15 instaladas y 9 luces estroboscópicas instaladas en las puertas de la salida.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El desarrollo del presente estudio permitió formular las siguientes conclusiones:

- La empresa en base al estudio realizado, se encuentra en un alto riesgo de incendio
- Se evidencio que no cuenta con un sistema de detección y extinción.
- Se verificó que la empresa cuenta con sistemas contra incendios internos en cada una de sus áreas (extintores PQS, CO2, espumas AFFF). Sin embargo, se evidenciaron algunas deficiencias en las estaciones manuales o pulsadores, los detectores de humo y otros importantes recursos para prevenir y, sobre todo, enfrentar un siniestro, en caso de producirse.
- Tomando en cuenta el nivel alto de riesgo se evidencia el desconocimiento de varios de los colaboradores internos en materia de respuestas a emergencia.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda ejecutar ya la implementación de un Sistema de protección integral contra incendio
- Se recomienda la implementación de acuerdo al estudio técnico realizado en base a normativa legal nacional y normas internacionales (NFPA) sistema de extinción y bombeo determinados bajo el diseño efectuado.
- Se recomienda la instalación del sistema de detección determinado en base a normas NFPA 70 y 72
- Se recomienda realizar programas de capacitación y simulacros dirigida a todos los trabajadores de la empresa, pero dando especial énfasis a la conformación de brigadas.
- Una vez implementado el sistema integral contra incendios bajo normas internacionales NFPA y la normativa nacional vigente, se necesita implementar un protocolo de

mantenimiento bajo la norma 25 de la NFPA, que define programas de mantenimientos para el sistema de protección integral contra incendios.

Bibliografía

- 90MINUTOS. (13 de Julio de 2018). www.90minutos.co. Obtenido de 90 minutos:
<https://90minutos.co/incendio-fabrica-plastico-dejo-dos-lesionados-oriente-cali-13-07-2018/>
- ANDES, L. (13 de NOVIEMBRE de 2018). LOS ANDES. Obtenido de www.losandes.com.ar:
<https://losandes.com.ar/article/view?slug=voraz-incendio-arraso-con-una-fabrica-de-plasticos-en-tierra-del-fuego>
- Asamblea Constituyente. (20 de Octubre de 2008). Constitución de la República del Ecuador. Montecristi, Ecuador: Registro Oficial 449.
- Bánky, T. (2014). Fuentes de peligro de incendio. Recuperado el 8 de Diciembre de 2018, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/omo2/41.pdf>
- Barrios, M. (2014). La importancia de la educación en protección contra incendios en América Latina. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de <http://www.nfpajla.org/columnas/perspectiva-regional/440-la-importancia-de-la-educacion-en-proteccion-contra-incendios-en-america-latina>
- CCSSO. (2009). Recurso Nacional Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional. Recuperado el Julio de 2014, de Líquidos Combustibles; & Inflamables:
<http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/flammable/flam.html>
- COMERCIO, E. (07 de Abril de 2015). www.elcomercio.com. Obtenido de El Comercio :
<https://www.elcomercio.com/actualidad/incendio-fabrica-pomasqui-bomberos-quito.html>.
- COMERCIO, E. (27 de Octubre de 2016). www.elcomercio.com. Obtenido de El Comercio:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/incendio-guayllabamba-fabricademuebles-herido.html>
- COMERCIO, E. (26 de Diciembre de 2017). www.elcomercio.com. Obtenido de El Comercio :
<https://www.elcomercio.com/actualidad/incendio-quito-fabrica-bomberos-gatazo.html>.
- COMERCIO, E. (27 de Febrero de 2018). www.elcomercio.com. Obtenido de El Comercio:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/fabrica-incendio-guamani-colapso-bomberos.html>.
- ECU911. (02 de Agosto de 2016). www.ecu911.gob.ec. Obtenido de Ecu911:
<http://www.ecu911.gob.ec/se-registra-incendio-en-fabrica-de-contrachapados-en-esmeraldas>
- EMOL. (27 de MARZO de 2012). www.emol.com. Obtenido de
<https://www.emol.com/fotos/21774/>

- EXCELSIOR. (16 de Junio de 2017). www.excelsior.com.mx. Obtenido de Excelsior: <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2017/06/16/1170254>
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2009). Análisis de vulnerabilidad y capacidad. Recuperado el 4 de diciembre de 2014, de <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/preparandose-para-desastres/disaster-preparedness-tools/herramientas-de-preparacion-para-desastres-analisis-de-la-vulnerabilidad-y-la-capacidad-avc/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.
- Hernández, S. (2008). Riesgos ambientales. Recuperado el 30 de noviembre de 2014, de <http://www.2bachillerato.es/CTM/tema2/p9.html>
- HORA, L. (31 de Julio de 2017). www.lahora.com.ec. Obtenido de La Hora: <https://lahora.com.ec/noticia/1102088869/incendio-consume-una-fabrica-en-guayaquil>
- Industrial Envasadora. (2016). Plan de emergencia y proyecto de instalación contra incendios para industria de envasado, deshuesado y relleno de aceitunas. Recuperado el 11 de Diciembre de 2018, de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3998/fichero/PFC_PEYPCI_PDF%252FAnejos%252FAnejo+4.pdf
- Molina, M. (2012). Proyecto de “Ley del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos”. Quito: Asamblea Nacional.
- Oficina de las Naciones Unidas para la reducción de riesgos de desastres. (2008). Gestión de riesgo. Panamá: UNISDR.
- Reyes, J. (31 de Enero de 2013). Programa de maestría en gerencia para el desarrollo. Pirámide de Kelsen. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar.
- RPP. (25 de Diciembre de 2017). www.rpp.pe. Obtenido de Rpp: <https://rpp.pe/lima/actualidad/un-gran-incendio-consume-una-fabrica-de-plasticos-en-la-avenida-colonial-noticia-1096146>
- Tamayo y Tamayo, M. (2017). El proceso de la investigación científica. México: Limusa-Noriega.
- TELEGRAFO, E. (05 de Agosto de 2016). www.eltelegrafo.com.ec. Obtenido de El Telegrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/un-cristal-habria-ocasionado-conato-de-incendio-en-fabrica-de-adelca>
- TELEGRAFO, E. (28 de Noviembre de 2017). www.eltelegrafo.com.ec. Obtenido de El Telegrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/explosion-de-contenedores-de-brea>
- TELEGRAFO, E. (2017 de Octubre de 2017). www.eltelegrafo.com.ec. Obtenido de El Telegrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/judicial/12/mas-de-70-bomberos-controlaron-incendio-en-fabrica-del-parque-industrial-de-cuenca>
- Universidad del Valle. (2005). Universidad del Valle. Obtenido de Factores de Riesgo Ocupacional: <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm#arriba>

Velázquez, O. (10 de Agosto de 2017). Importancia de la prevención de incendios en la industria. Recuperado el 7 de Noviembre de 2018, de <https://www.asipc.com.mx/2017/08/10/importancia-de-la-prevenci%C3%B3n-de-incendios-en-la-industria/>

NFPA 72 (2016). National Fire Alarm and Signaling Code, National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471

NFPA 101 (2015). Código de Seguridad Humana. , National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park ,Quincy, MA 02269-9101

NFPA 70 (2017). National Electrical Code. , National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts 02169-7471

NFPA 13 (2016). Standard for the Installation of Sprinkler Systems, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 14 (2016).Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 20 (2016). Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NTP 420 .(1994) Instalaciones de abastecimiento de agua contra incendios, España

ACUERDO MINISTERIAL 1257 (2009) Reglamento de prevencion, mitigacion y proteccion contra incendios,Registro Oficial Suplemento 114 de 02-abr-2009

ORDENANZA METROPOLITANA 470. (2015) Reglas Técnicas en materia de protección contra incendios, Ecuador

NTP 766 (2007) Carga de fuego ponderada: parámetros de cálculo.

