



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL**  
**Y SALUD OCUPACIONAL**

Proyecto de Investigación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero en Seguridad Industrial  
y Salud Ocupacional.

**Título de Proyecto de Investigación**  
“DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS  
DE LA EMPRESA ECUAQUÍMICA PORTOVIEJO”.

**Autores:**

Jean Fabricio Intriago Moreira

Carlos Andrés Rodríguez Cuero

**Director del Proyecto de Investigación:**

Ing. Edison Mancheno Padilla.

**Quevedo – Los Ríos - Ecuador**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jean Fabricio Intriago Moreira**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. \_\_\_\_\_  
Jean Fabricio Intriago Moreira  
C.C. #1311736571



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Carlos Andrés Rodríguez Cuero**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. \_\_\_\_\_  
**Carlos Andrés Rodríguez Cuero**  
C.C. #0802401729



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, **Ing. Edison Mancheno Padilla M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Jean Fabricio Intriago Moreira**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LA EMPRESA ECUAQUÍMICA PORTOVIEJO**”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



---

Ing. Edison Mancheno Padilla M.Sc.

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, **Ing. Edison Mancheno Padilla M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Carlos Andrés Rodríguez Cuero**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LA EMPRESA ECUAQUÍMICA PORTOVIEJO**”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



---

Ing. Edison Mancheno Padilla M.Sc.  
**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, Ing. Edison Mancheno Padilla, M.Sc., en calidad de director del proyecto de investigación titulado “**DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LA EMPRESA ECUAQUÍMICA PORTOVIEJO**”, me permito manifestar a usted y por medio al Honorable Consejo Académico lo siguiente:

Que, el estudiante **Carlos Andrés Rodríguez Cuero**, egresado de la Facultad Ciencias de la Industria y Producción, ha cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su proyecto de investigación al sistema URKUND, tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 7 %.



### Document Information

Analyzed document	TESIS FABRICIO INTRIAGO- CARLOS RODRIGUEZ REVISION REVISION URKUND.docx (D138041604)
Submitted	2022-05-25T19:37:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	carlos.rodriguez2016@uteq.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	emanchenop.uteq@analysis.urkund.com



Ing. Edison Mancheno Padilla, M.Sc.

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, Ing. Edison Mancheno Padilla, M.Sc., en calidad de director del proyecto de investigación titulado “**DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LA EMPRESA ECUAQUÍMICA PORTOVIEJO**”, me permito manifestar a usted y al Honorable Consejo Académico lo siguiente:

Que, el estudiante **Jean Fabricio Intriago Moreira**, egresado de la Facultad Ciencias de la Industria y Producción, ha cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su proyecto de investigación al sistema URKUND, tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 7 %.



### Document Information

Analyzed document	TESIS FABRICIO INTRIAGO- CARLOS RODRIGUEZ REVISION REVISION URKUND.docx (D138041604)
Submitted	2022-05-25T19:37:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	carlos.rodriguez2016@uteq.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	emanchenop.uteq@analysis.urkund.com



Ing. Edison Mancheno Padilla, M.Sc.  
**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL**  
**Y SALUD OCUPACIONAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO**

**“DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LA EMPRESA  
ECUAQUÍMICA PORTOVIEJO”.**

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

**Aprobado por:**



Firmado electrónicamente por:  
**ANA VERONICA  
OSORIO SANCHEZ**

---

Lcda. Ana Verónica Osorio Sánchez  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:  
**ADRIANO EFRAIN  
PEREZ TOAPANTA**

---

Ing. Adriano Efraín Pérez Toapanta  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS FERNANDO  
JACOME ALARCON**

---

Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2022

## **Agradecimiento**

Darle las gracias a Dios porque supo guiarnos y darnos la sabiduría necesaria para poder avanzar en nuestro camino universitario, a todos los docentes que nos guiaron en este proceso de aprendizaje paso a paso para obtener los conocimientos necesarios y poder aplicarlos en este proyecto de investigación. A nuestro tutor de tesis el Ing. Edison Mancheno quien siempre nos brindó su apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

A nuestros familiares, en especial a nuestros padres, hermanos y pareja por creer en nosotros, por sacrificar tantos momentos especiales en los cuales no pudimos estar y brindarnos el apoyo necesario para cumplir el objetivo universitario, culminar con éxito nuestras metas planteadas al inicio de este duro camino.

A nuestros amigos y allegados que de una u otra forma dieron su apoyo ya sea moral o económico, quienes estuvieron en nuestro crecimiento académico que, a pesar de la distancia, encontraron la forma de hacernos sentir cerca. Quisiéramos agradecer de manera especial a la empresa Ecuaquímica por abrirnos sus puertas para poder desarrollar este proyecto de investigación.

Gracias a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por darnos la oportunidad y la confianza de permitirnos realizar nuestra carrera universitaria en su magnífico establecimiento educativo y sus excelentes docentes universitarios.

Un agradecimiento a la ciudad de Quevedo por recibirnos como uno más de sus hijos adoptivos, por darnos el calor de la hermosa ciudad del río, a su gente buena y amable.

## **Dedicatoria**

A mi madre Adalis Moreira y mi padre Fabricio Intriago quienes desde pequeño me enseñaron a luchar hasta conseguir mis sueños, a mis hermanos Emigdio y Jhostin por sacrificar tanto tiempo de valor debido a la distancia, a mi novia, amiga y compañera de vida Ana Noboa, por creer en mi desde un principio, por su apoyo incondicional. A Juan Padilla, Johanna Vega, Mauricio Ramos quienes han formado mi carrera profesional y mi crecimiento personal.

**Jean Fabricio Intriago Moreira**

A mi madre Elen Madeline Cuero Peralta, mi hermano Ibert Antonio Rodríguez Cuero, quienes son mi familia y han estado en todo paso que he dado en mi vida y este no es la excepción, a mi hijo Ian Andrés Rodríguez Tite por ser el motor de mi vida, a mis tíos, y a todos los que están y estuvieron en mi vida, ingenieros y docentes que ayudaron en este camino.

**Carlos Andrés Rodríguez Cuero**

## Resumen

En Ecuador prevenir los incendios accidentales en industrias dedicadas al almacenamiento de productos inflamables y químicos peligrosos se ha convertido en una prioridad para las entidades de control, quienes buscan reducir la probabilidad de riesgo basadas en buenas prácticas de almacenamiento, condiciones seguras de infraestructura y un sistema de detección y control de incendios. Al plantearnos diseñar un sistema contra incendio para la empresa Ecuaquímica en la ciudad de Portoviejo, se plantearon tres preguntas clave: En base al nivel de riesgo de la agencia de Ecuaquímica Portoviejo, ¿Cómo debe estar diseñado el sistema contra incendios?, ¿Dispone Ecuaquímica de un sistema de red contra incendios instalado y operativo?, ¿El sistema de red contra incendios cumple con las condiciones de diseño y comportamiento hidráulicos que permitan una efectiva capacidad frente un incendio?. Para el diseño del proyecto se utilizaron los métodos de investigación analítico, inductivo-deductivo y los tipos de investigación descriptivo, bibliográfico y de campo, los cuales ayudaron al desarrollo de la investigación. Se utilizó el método de Gretener para evaluar el riesgo de incendio estructural de la empresa tomando en cuenta las siguientes variables: el tiempo de edificación, tiempos de respuestas, recursos emergentes y humanos. Se realizaron mediciones y cálculos matemáticos con el objetivo de determinar las características dimensionales del sistema contra incendios y tipo de bombas de acuerdo a lo estipulado en normas NFPA.

En base a los cálculos realizados se elaboró un plano arquitectónico con ayuda del software AutoCAD, mediante el cual se pudo visualizar en 3D la implementación del sistema diseñado, en donde se evidencia que todas las áreas de riesgo de la empresa Ecuaquímica se encuentran protegidas por rociadores y gabinetes contra incendios.

Recomendamos mantener las buenas prácticas de almacenamiento, orden y limpieza las cuales en la historia de Ecuador y Ecuaquímica Portoviejo ha evitado conatos de incendios y accidentes laborales.

**Palabras clave:** bombas hidráulicas, extinción, fuego, rociadores, sistema contra incendios.

## **Abstract**

In Ecuador, preventing accidental fires in industries dedicated to the storage of flammable products and hazardous chemicals has become a priority for control entities, who seek to reduce the probability of risk based on good storage practices, safe infrastructure conditions and a fire detection and control system. When designing a fire protection system for Ecuaquímica in the city of Portoviejo, three key questions were asked: Based on the risk level of the Ecuaquímica Portoviejo agency, how should the fire protection system be designed, does Ecuaquímica have a fire protection network system installed and operational, and does the fire protection network system meet the hydraulic design and performance conditions that allow for effective firefighting capacity? For the design of the project, the analytical, inductive-deductive, descriptive, bibliographic and field research methods were used, which helped in the development of the research. Gretener's method was used to evaluate the company's structural fire risk, taking into account the following variables: building time, response times, emerging and human resources. Measurements and mathematical calculations were carried out to determine the dimensional characteristics of the firefighting system and the type of pumps according to NFPA standards.

Based on the calculations made, an architectural plan was drawn up using Autocad software to visualize the implementation of the designed system in 3D, showing that all the risk areas of Ecuaquímica are protected by sprinklers and fire protection cabinets.

We recommend maintaining good storage, order and cleanliness practices, which in the history of Ecuador and Ecuaquímica Portoviejo have prevented fires and workplace accidents.

**Keywords:** extinguishing, fire, firefighting system, hydraulic pumps, sprinklers.

# ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iv
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	vi
Agradecimiento .....	ix
Dedicatoria.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Código Dublín.....	xviii
Introducción .....	1
CAPÍTULO I .....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Problema de investigación .....	3
1.1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.1.2 Formulación del problema.....	6
1.1.3 Sistematización del problema.....	7
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	7
1.3 Justificación.....	8
CAPÍTULO II .....	10
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
2.1 Marco conceptual.....	11
2.1.2 Método Gretener.....	11
2.1.3 Incendios.....	11
2.1.4 Tipos de fuego.....	11
2.1.5 Detectores de incendios.....	12
2.1.6 Redes hidráulicas.....	13
2.2. Marco referencial.....	13
CAPÍTULO III.....	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
3.1 Localización.....	17
3.2 Tipo de investigación.....	17
3.2.1 Investigación descriptiva.....	17
3.2.2 Investigación bibliográfica.....	17
3.2.3 Investigación de campo.....	18

3.3	Métodos de investigación.....	18
3.3.1	Método descriptivo. ....	18
3.3.2	Método inductivo. ....	19
3.3.3	Método analítico. ....	19
3.4	Fuentes de recopilación de información.....	20
3.5	Diseño de la investigación. ....	20
3.6	Instrumentos de investigación. ....	21
3.7	Tratamiento de los datos. ....	21
3.8	Recursos humanos y materiales. ....	21
CAPÍTULO IV .....		22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		22
4.1.1	Cálculo de peligro potencial.....	23
4.1.2	Cálculo de medidas normales.....	23
4.1.3	Cálculo de medidas especiales. ....	24
4.1.4	Cálculo de medidas de la construcción. ....	24
4.1.5	Cálculo riesgo de incendio efectivo .....	24
4.1.6	Cálculo de coeficiente de seguridad contra incendios .....	25
4.2	Dimensionamiento del sistema contra incendios.....	26
4.2.1	Análisis de las zonas según el riesgo y carga ocupacional. ....	28
4.3	Diseño del sistema hidráulico de protección contra incendios. ....	30
4.3.1	Sistema de extinción de incendios.....	34
4.3.2	Sistema de rociadores automáticos.....	34
4.3.3	Procedimiento del cálculo según NFPA 13.....	39
4.3.4	Sistema de bombeo. ....	43
4.3.5	Sistema de distribución de agua. ....	43
4.3.6	Alarmas de control.....	46
4.4	Especificaciones técnicas de los equipos y materiales. ....	47
4.4.1	Sistema de bombeo del sistema contra incendios.....	47
4.4.2	Bomba jockey del sistema contra incendios.....	48
4.4.3	Panel de control. ....	49
4.4.4	Rociadores automáticos. ....	49
4.4.5	Gabinetes contra incendios. ....	50
4.4.6	Extintores.....	51
4.4.7	Equipo exterior. ....	52
4.4.8	Tubería y accesorios. ....	52
4.4.9	Válvulas. ....	55
4.4.10	Dispositivos de supervisión.....	56

4.4.11	Puntos de inspección y drenaje. ....	59
4.4.12	Casa de máquinas.....	59
4.5	Diseño 3D del sistema contra incendios.....	60
CAPÍTULO V .....		64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		64
5.1	Conclusiones.....	65
5.2	Recomendaciones. ....	66
CAPÍTULO VI.....		67
BIBLIOGRAFÍA .....		67
CAPÍTULO VII .....		70
ANEXOS .....		70
7.1	Anexo 1. Resumen de cálculo presión rociadores.....	71
7.2	Anexo 2. Resumen de cálculos presión sistema de gabinetes .....	72
7.3	Anexo 3. Especificaciones método Gretener .....	72
7.4	Anexo 4. Planta de tubería externa de 4” del sistema contra incendio .....	69
7.5	Anexo 5. Planta de sistema contra incendios, rociadores y gabinetes. ....	75

## Índice de Tablas

Tabla 1	Localización ECUAQUÍMICA .....	17
Tabla 2	Descripción de ECUAQUÍMICA.....	19
Tabla 3	Recursos existentes de prevención de incendios.....	23
Tabla 4	Resultado método Gretener .....	26
Tabla 5	Requisitos de seguridad según ocupación.....	28
Tabla 6	Clasificación ocupacional según NFPA 101.....	29
Tabla 7	Capacidad SCI (sistema contra incendio).....	35
Tabla 8	Bomba recomendada .....	45
Tabla 9	Características bomba jockey .....	50
Tabla 10	Característica de extintor .....	53
Tabla 11	Presupuesto referencial.....	61

## Índice de Figuras

Figura 1	Diagrama de Ishikawa.....	5
Figura 2	Ubicación de cuerpo de bomberos .....	7
Figura 3	Cálculo del peligro potencial.....	23

Figura 4 Cálculo de medidas normales.....	23
Figura 5 Cálculo de medidas especiales .....	24
Figura 6 Cálculo de medidas de la construcción .....	24
Figura 7 Cálculo de riesgo de incendio efectivo.....	25
Figura 8 Cálculo de coeficiente de seguridad .....	25
Figura 9 Propuesta ubicación de cisterna sistema contra incendios.....	31
Figura 10 Diagrama de flujo – sistema de bombas y rociadores.....	32
Figura 11 Diagrama de flujo – sistema de bombas y gabinete.....	33
Figura 12 Diseño de siamesa.....	36
Figura 13 Rociador de mercurio.....	36
Figura 14 Área de cobertura de rociador .....	36
Figura 15 Curva de caudal y presión .....	37
Figura 16 Ubicación de rociadores oficinas administrativas .....	38
Figura 17 Ubicación de rociadores bodega vet.....	38
Figura 18 Ubicación de rociadores bodega farmacia .....	37
Figura 19 Ubicación de rociadores bodega consumo .....	38
Figura 20 Ubicación de rociadores bodega agro.....	38
Figura 21 Bomba principal.....	46
Figura 22 Caudal y presión de bomba principal .....	45
Figura 23 Bomba jockey .....	45
Figura 24 Caudal y presión bomba jockey .....	46
Figura 25 Diseño de alarmas de control .....	47
Figura 26 Diseño de gabinete contra incendios .....	51
Figura 27 Imagen de válvula de corte en angulo .....	55
Figura 28 Soporte para tubería de 4 pulgadas.....	57
Figura 29 Detalle de soporte .....	57
Figura 30 Ubicación de tubería principal .....	58
Figura 31 Soporte de tubería principal de rociadores .....	58
Figura 32 Diseño 3D sistema contra incendios – vista general.....	61
Figura 33 Diseño 3D sistema contra incendios – vista oficina planta alta .....	61
Figura 34 Diseño 3D sistema contra incendios – vista bodega farmacia .....	62
Figura 35 Diseño 3D sistema contra incendios – vista bodega consumo.....	62
Figura 36 Diseño 3D sistema contra incendios – vista bodega agro .....	63
Figura 37 Diseño 3D sistema contra incendios – vista gabinete contra incendio.....	63
Figura 38 Resumen de cálculo presión de rociadores.....	71
Figura 39 Resumen de cálculo presión gabinete.....	72
Figura 40 Especificaciones método Gretener .....	73

Figura 41 Plano de tubería externa de 4" del sistema contra incendios .....	75
Figura 42 Plano del sistema contra incendios, rociadores y gabinetes.....	76

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Volumen de agua mínimo.....	34
Ecuación 2 Área de diseño .....	40
Ecuación 3 Número de rociadores por área .....	41
Ecuación 4 Longitud del área de diseño .....	41
Ecuación 5 Número de rociadores por el lado más largo del diseño.....	41
Ecuación 6 Caudal mínimo requerido en el primer rociador .....	41
Ecuación 7 Presión requerida para gabinetes .....	41
Ecuación 8 Ecuación de Torricelli.....	42
Ecuación 9 Cabeza de velocidad .....	42
Ecuación 10 Teorema de Bernoulli .....	42
Ecuación 11 Número de Reynolds .....	42
Ecuación 12 Fórmula de Darcy – Weisbach.....	43

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Diseño del sistema contra incendios de la empresa Ecuaquímica Portoviejo”		
Autores:	Jean Fabricio Intriago Moreira Carlos Andrés Rodríguez Cuero		
Palabras clave:	Sistema Contra Incendios	Fuego	Extinción
Fecha de publicación:	2022		
Editorial:			
Resumen:	<p>En Ecuador prevenir los incendios accidentales en industrias dedicadas al almacenamiento de productos inflamables y químicos peligrosos se ha convertido en una prioridad para las entidades de control. Al plantearnos diseñar un sistema contra incendio para la empresa Ecuaquímica en la ciudad de Portoviejo, se plantearon tres preguntas clave: En base al nivel de riesgo de la agencia de Ecuaquímica Portoviejo, ¿Cómo debe estar diseñado el sistema contra incendios?, ¿Dispone Ecuaquímica de un sistema de red contra incendios instalado y operativo?, ¿El sistema de red contra incendios cumple con las condiciones de diseño y comportamiento hidráulicos que permitan una efectiva capacidad frente un incendio?. Se utilizó el método de Gretener para evaluar el riesgo de incendio estructural de la empresa tomando en cuenta las siguientes variables: el tiempo de edificación, tiempos de respuestas, recursos emergentes y humanos. Se realizaron mediciones y cálculos matemáticos con el objetivo de determinar las características dimensionales del sistema contra incendios y tipo de bombas de acuerdo a lo estipulado en normas NFPA. En base a los cálculos realizados se elaboró un plano arquitectónico con ayuda del software AutoCAD, mediante el cual se pudo visualizar en 3D la implementación del sistema diseñado.</p> <p>Abstract</p> <p>In Ecuador, preventing accidental fires in industries dedicated to the storage of flammable products and hazardous chemicals has become a priority for control entities. When designing a fire protection system for Ecuaquímica in the city of Portoviejo, three key questions were asked: Based on the risk level of Ecuaquímica Portoviejo's agency, how should the fire protection system be designed, does Ecuaquímica have a fire protection network system installed and operational, and does the fire protection network system meet the hydraulic design and performance conditions that allow it to effectively face a fire? Gretener's method was used to evaluate the company's structural fire risk, taking into account the following variables: building time, response times, emerging and human resources. Measurements and mathematical calculations were carried out to determine the dimensional characteristics of the firefighting system and the type of pumps according to NFPA standards. Based on the calculations made, an architectural plan was drawn up with the help of AutoCAD software, by means of which the implementation of the designed system could be visualized in 3D.</p>		
Descripción:	93 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD ROOM		
URI:			

## **Introducción**

A nivel mundial los incendios industriales forman un 27% dentro de la categoría de incendios anuales ocurridos, esto ha servido de antecedentes para poder implementar sistemas de control y mitigación de incendios, las pérdidas de vidas y recursos humanos llevan a mejorar continuamente los sistemas de control contra incendio.

En Ecuador las empresas que tienen como actividad productiva el almacenamiento y distribución de productos químicos, son categorizadas como empresas de alto riesgo debido a la peligrosidad de sus componentes químicos, por lo tanto, el mantener un sistema de seguridad y un sistema de control que permitan identificar y mitigar los factores de riesgo que puedan evitar emergencias debe ser una prioridad.

En el año 2016 la empresa Ecuaquímica sufrió dentro de una de sus bodegas ubicada en la parroquia Pascuales de la ciudad de Guayaquil un incendio industrial, el mismo que debido a falta de recursos dificultó el control por parte del Cuerpo de Bomberos, poniendo en riesgo la seguridad no solo de los trabajadores si no también la de la comunidad; en el Ecuador anualmente existe un considerado número de incendios, en cartoneras, balseras, bodegas de almacenamiento de productos químicos, lo cual nos obliga a reforzar nuestros protocolos, recursos y metodologías de prevención y control de incendios.

Dentro de los cantones de cada provincia, son los municipios a través del Cuerpo de Bomberos los responsables de que toda actividad cumpla con los estándares de prevención de incendios, estos están compuestos por condiciones seguras dentro de sus instalaciones y por los equipos de control existentes. Dentro de los equipos de control existentes se debe diferenciar entre los equipos de detección de incendios, como detectores de humo, cámaras de vigilancia, detectores de gas, entre otros; y los equipos de control de incendios, como los extintores, reservas de agua y redes contra incendios.

El presente proyecto de investigación , una vez realizada la evaluación de las condiciones y los recursos existentes, se ha enfocado en el diseño de un sistema contra incendios en base a las normativas de la NFPA (National Fire Protection Association), el cual nos permita prevenir y controlar los incendios accidentales en industrias dedicadas al almacenamiento de productos inflamables y químicos peligrosos, reduciendo la probabilidad de riesgo basadas en buenas prácticas de almacenamiento, condiciones seguras de infraestructura y un sistema de detección y control de incendios, el mismo que se debe encontrar operativo y que permita el control eficaz de todo conato y/o incendio industrial.

# **CAPÍTULO I**

## **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Problema de investigación**

### **1.1.1 Planteamiento del problema.**

En Ecuador de acuerdo con los últimos sucesos en tema de incendios industriales, se ha propuesto la implementación de sistemas contra incendios basándose en normativa y en colaboración con los municipios a través del cuerpo de bomberos que realizan inspecciones periódicas en busca de oportunidades de mejora que fortalezcan las condiciones de seguridad de la empresa.

En Manabí durante el año 2021 se han registrado dos grandes incendios ocurridos en las oficinas del IESS y el Hospital de Especialidades de la ciudad de Portoviejo, en los cuales se generó una pérdida total en cuanto a infraestructura informática, documental y mobiliaria, como causa principal se identificó que las instalaciones no contaban con un sistema de control de incendio operativo que permitiera al Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Portoviejo, parroquia Picoazá controlar en el menor tiempo posible la emergencia.

El factor principal para la prevención de incendios industriales es la correcta identificación y evaluación de incendios de la organización, aplicando metodología que permita crear oportunidades de mejora referente a las instalaciones de almacenamiento y operación. Cada producto almacenado dentro de las instalaciones conlleva un riesgo especial que pueda generar por su peligrosidad una potencial emergencia de incendio industrial, el mismo que al no ser controlado a tiempo puede generar daños colaterales como contaminación ambiental, incendios a estructuras aledañas y pérdidas humanas.

El correcto estudio para la implementación de un sistema de control de incendio, desde equipos móviles hasta un sistema de red centralizado puede garantizar el control efectivo en caso de una emergencia de incendio, tomando en cuenta las características de los productos almacenados, operación y distribución física de las instalaciones.

En virtud de lo establecido y con el afán de dar cumplimiento a la normativa vigente, el presente estudio de investigación pretende analizar la normativa local y las normas NFPA (National Fire Protection Association) aplicables para el diseño de un sistema contra incendio que permitan salvaguardar la seguridad de los trabajadores y la infraestructura en caso de que se genere un potencial incendio.

## **Diagnóstico.**

ECUAQUÍMICA una empresa destinada a la comercialización de productos agroquímicos, farmacéuticos y de consumo animal, cuenta en la ciudad de Portoviejo con su agencia de distribución y atención al cliente, en donde se almacenan los siguientes productos:

- Abonos químicos
- Bióestimulantes
- Insecticida
- Fungicidas
- Desinfectantes
- Medicina
- Pañales
- Alimentos para consumo animal
- Cartones, plásticos, madera.

El actual sistema de detección y control de incendios que maneja la empresa Ecuaquímica se basa en la vigilancia por cámara, la detección automática por detectores de humo y el control en base a extintores de PQs y CO<sub>2</sub> de acuerdo con estudio realizado. El espacio a cubrir total es 1624.48 m<sup>2</sup> que se encuentra distribuido en:

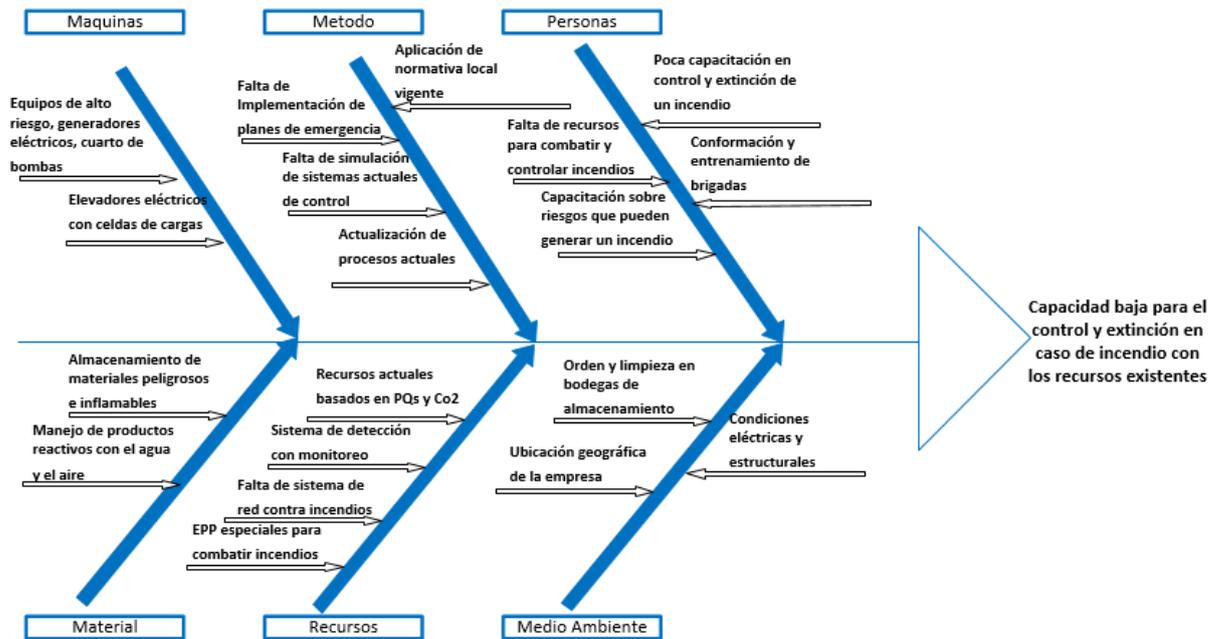
- Edificio administrativo 558.3 m<sup>2</sup>
- Bodega de agroquímicos 360 m<sup>2</sup>
- Bodega de veterinaria 110 m<sup>2</sup>
- Bodega de farmacia 245.35 m<sup>2</sup>
- Bodega de consumo 300.83 m<sup>2</sup>
- Bodega fría 50 m<sup>2</sup>

En base a los antecedentes descritos, se ha realizado un análisis de causa raíz en base a la metodología de Ishikawa el cual nos da como resultados los siguientes puntos:

- Existe poca capacitación en el personal sobre control y extinción de incendios.
- Existe falta de recursos para controlar y mitigar posibles incendios industriales.
- Se almacena producto químico peligroso, altamente inflamable y reactivos.
- No cuenta con los equipos de protección personal necesario para combatir un incendio.
- Cuenta en la actualidad con un total de 32 extintores PQS y 8 CO<sub>2</sub>

Figura 1

Diagrama de Ishikawa



ELABORADO: AUTORES

**Pronóstico.**

Las condiciones de la infraestructura de un edificio deben mantenerse en buen estado y cumplir con los estándares de seguridad que eviten un posible conato de incendio accidental; el mayor caso de incendios se dan por instalaciones eléctricas que no reciben un correcto mantenimiento preventivo, otra condición insegura que contribuye a un conato de incendio y que puede ayudar a su rápida propagación son las condiciones de almacenamiento, el almacenamiento de producto no compatible, el almacenamiento de productos altamente inflamable de igual manera la falta de conciencia y capacitación del personal que labora en estas instalaciones.

El autor Joaquim Casal manifiesta en su libro lo siguiente: “Entre los diversos accidentes que pueden ocurrir en una industria, el incendio es el que, en términos generales tiene un radio de acción menor. No obstante, sus efectos pueden ser terribles, ya que la radiación térmica puede afectar a otras partes de la planta y generar nuevos accidentes. Por otra parte, el humo puede, además, complicar notablemente la actuación de los equipos de intervención y someterlos a un peligro adicional (falta de visibilidad o intoxicación)” (Casal, 2017)

El no contar con un sistema de detección y control de incendios instalado en base a cálculos preestablecidos con variables por su dimensión y peligrosidad puede generar pérdidas

económicas y humanas a causa de un incendio de magnitud industrial. Un sistema de red contra incendios instalado sin tener en cuenta la peligrosidad de los productos almacenados puede ser contraproducente y generar otros riesgos mayores, de misma manera el tener un sistema sin la capacidad suficiente para combatir un incendio industrial.

Relacionado con el almacenamiento de los productos químicos y su peligrosidad el autor José Ferro nos indica en su libro que “El manejo inadecuado y el desconocimiento de algunas propiedades importantes de ellos, son causa de muchos incendios. Los productos inflamables, bajo ciertas condiciones tiene un alto poder explosivo. Muchas veces son almacenados en cualquier recipiente y en cualquier lugar, por un gran descuido en su uso.” (Veiga J. , 2020)

Debido a los riesgos descritos en la agencia ECUAQUÍMICA Portoviejo la cual supera los 1600 m<sup>2</sup> será necesario realizar un estudio para la implementación de un sistema contra incendios, el mismo que deberá ser aprobado por el Cuerpo de Bomberos del municipio de Portoviejo, así como el plan de implementación del estudio aprobado.

### **1.1.2 Formulación del problema.**

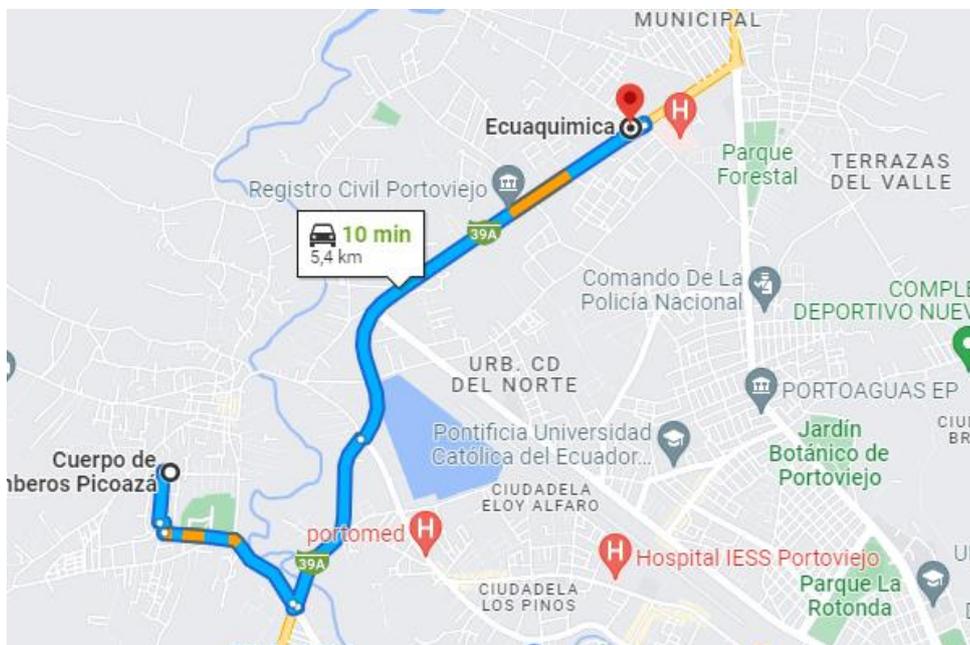
A nivel mundial el contar con un sistema de control de incendios que permita salvaguardar la vida de los trabajadores y los bienes de las instalaciones es un requisito primordial para asegurar la continuidad del negocio en caso de una emergencia; en Ecuador en la actualidad las empresas tienen sistemas de control de incendios que van desde equipo de control portátiles como extintores, hasta sistemas totalmente automatizados como sistema de rociadores, los cuales están diseñados acorde al riesgo presente en la actividad productiva de la empresa y sus dimensiones. Un sistema de red contra incendios debe encontrarse en perfecto funcionamiento que permita a los Brigadistas de Emergencia o Cuerpo de Bomberos actuar en caso de ser necesario.

Para la empresa ECUAQUÍMICA es necesario instalar un sistema de red contra incendios para su agencia Portoviejo, el nivel de riesgo debido al almacenamiento de productos altamente inflamable y productos químicos peligrosos. La importancia de contar con un sistema de red contra incendios es mantener los recursos disponibles para actuar en caso de una emergencia. Un incendio dentro de las instalaciones de la empresa se puede convertir en una emergencia de prioridad alta debida a la ubicación de la empresa, cerca de hospitales, locales comerciales y viviendas.

El cuerpo de bomberos más cercano ubicado en la parroquia Picoazá se encuentra a 10 minutos de distancia, por lo cual se debe mantener un sistema instalado y operativo que disminuya el tiempo de acción para controlar de manera eficiente una posible emergencia.

Figura 2

*Ubicación de cuerpo de bomberos*



FUENTE: GOOGLE MAPS

### **1.1.3 Sistematización del problema.**

¿En base al nivel de riesgo de la agencia de Ecuaquímica Portoviejo, como debe estar diseñado el sistema contra incendios?

¿Dispone Ecuaquímica con un sistema de red contra incendios instalado y operativo?

¿El sistema de red contra incendios cumple con las condiciones de diseño y comportamiento hidráulicos que permitan una efectiva capacidad frente un incendio?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general.**

Diseñar un sistema contra incendio para la empresa Ecuaquímica sede Portoviejo.

### **1.2.2 Objetivos específicos.**

- Dimensionar el sistema contra incendios en función de las características de la edificación.
- Evaluar el riesgo de incendio y explosión.

- Recomendar el sistema de bombas a emplear en función de la demanda del sistema de protección.
- Elaborar los planos arquitectónicos del sistema contra incendios.

### **1.3 Justificación.**

El presente proyecto se lo realizó por la necesidad y falta de un sistema contra incendio que permita evitar y prevenir pérdidas por daños a las infraestructuras, equipos y materiales que son de uso diario en la empresa Ecuaquímica en su sede en la ciudad de Portoviejo, buscando una reducción de los tiempos de respuestas para el combate de incendios, poniendo a resguardo la vida de los trabajadores.

Con el diseño realizado de un sistema contra incendios, la empresa Ecuaquímica podrá presentar el mismo al Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Portoviejo para su validación y aprobación, una vez que el estudio haya sido aprobado por la entidad de control y la empresa cuente con los recursos necesarios podrá realizar la implementación del mismo dentro de su agencia de Portoviejo.

La implementación del presente proyecto tendrá un impacto positivo dentro de la organización y sus trabajadores, permitiéndole a los trabajadores adquirir nuevas capacidades en el control de incendios, otro aspecto positivo a resaltar es el trabajo en conjunto que puede realizar la empresa Ecuaquímica con el Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Portoviejo por el bienestar de la sociedad y de los trabajadores de la empresa.

La importancia que tiene los sistemas contra incendios para la protección de las personas y de los bienes es de vital importancia para la protección de las personas y de los bienes, y las consecuencias económicas que tienen los incendios. Por este motivo resalta el autor en su libro “Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios: Manual de ayuda al técnico de mantenimiento” que es muy importante que los sistemas de protección se encuentren durante toda su vida útil en perfectas condiciones de operatividad. (Correa, 2021)

Se ha utilizado para evaluar el nivel de riesgo el método de Gretener el cual permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio, tanto en construcciones industriales como en establecimientos públicos densamente ocupados. El método de Gretener ofrece un cálculo muy completo del riesgo de incendio. El resultado es un valor que dicta si el riesgo en la instalación es aceptable o si es necesario repetir los cálculos contemplando mayores medidas

de protección. Hay que destacar el elevado número de factores y de medios de protección que contempla el método. (Vertice, 2017)

Teniendo en cuenta la necesidad del sistema contra incendio en base a las evaluaciones realizadas y la obligatoriedad que los municipios y Cuerpo de Bomberos le exigen a las empresas y locales comerciales, es necesario el diseño e implementación del sistema contra incendio para prevenir daños a la salud y daños materiales.

Al no contar con este sistema contra incendio y conociendo la clase de materiales químicos y herramientas que se utilizan en el proceso de la empresa es necesario la implementación de un sistema que permita reducir costos y daños a las instalaciones, permitiendo salvaguardar la integridad física de los trabajadores de la empresa.

Un incendio industrial dentro de la empresa Ecuaquímica puede generar un impacto negativo en toda la comunidad cercana, es importante resaltar que se encuentra ubicada en el paso lateral Humberto Guillen, por lo cual se encuentra a 7 km del centro de la ciudad, más sin embargo en este sector existen urbanizaciones y hospitales, los cuales pueden verse afectados por la contaminación del humo o por una explosión de productos químicos reactivos.

Como estudiantes de Ingeniería en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y teniendo la completa instrucción académica en ámbitos de riesgos contra incendio, manejo de normativas de seguridad, planes de emergencia, dada nuestra instrucción académica nos permitimos realizar este trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1 Marco Conceptual**

### **2.1.1 Método Gretener.**

El método Gretener es uno de los métodos más populares y utilizados ya que abarca un amplio abanico de construcciones a las que se le puede aplicar. (Diaz, 2018) El método se emplea al conjunto del edificio o a las partes del edificio que componen los sectores. El Gretener nos brinda un cálculo del riesgo de incendio global bastante completo, con una cuantía que nos mostrara si el riesgo en la instalación es tolerable o no lo es.

### **2.1.2 Incendios.**

“La Coordinación Nacional de Protección Civil sustenta que para que pueda producirse el incendio es preciso que coexistan tres elementos como: combustible, comburente y energía de activación, el cual se denomina triangulo de fuego.” (Zurita, 2020).

El fuego puede producirse como consecuencia de muchos eventos cotidianos, algunos son accidentales, como la incidencia de un relámpago sobre material combustible o la explosión de una cañería de gas, mientras que otros son deliberados, como encender un fósforo o cerilla.

### **2.1.3 Tipos de Fuego.**

“Uno de los riesgos a los que es necesario prestar mayor atención es el de incendio. En un incendio las personas se pueden ver afectadas por los siguientes riesgos:” (Perez, 2019)

- Humos y gases calientes
- Insuficiencia de oxígeno
- Calor
- Quemaduras
- Pánico

“Los materiales se presentan en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. En función del estado físico de los materiales combustibles definen los tipos de fuegos que nos podemos encontrar. Así existen diferentes tipos de fuego”: (Perez, 2019)

- **Clase A:** Combustibles sólidos (madera, cartón, papeles, telas)

- **Clase B:** Combustibles líquidos (ceras, parafinas, grasas, alcohol, gasolina)
- **Clase C:** Combustibles gaseosos (acetileno, metano, propano, butano, gas natural)
- **Clase D:** Materiales con un comportamiento especial como pueden ser los metales (sodio, potasio, magnesio, aluminio en polvo)

#### **2.1.3.1 Almacenamiento:**

“Las condiciones de seguridad que deben cumplir las instalaciones de almacenamiento de productos químicos (en cuanto a diseño, construcción, distancias de seguridad, sistemas contraincendios, etc.) dependen básicamente del tipo de almacenamiento de que se trate, el cual queda determinado principalmente en función de la peligrosidad del almacenamiento, que a su vez depende, como se indicó en el apartado anterior, de la clase de producto y de la cantidad almacenada. No obstante, las condiciones de seguridad de las instalaciones también quedarán determinadas por otros factores, como el tipo de recipiente utilizado (móviles o fijos), la ubicación de los mismos (exterior, interior, soterrado) o el tipo de dependencia en la que se van a almacenar los productos (armarios de seguridad, salas de almacenamiento, almacenes industriales, etc.). Así, según el tipo de almacenamiento, la instalación deberá cumplir diferentes requisitos técnicos, pudiendo ser de aplicación las disposiciones recogidas en.” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2018)

#### **2.1.4 Detectores de incendios.**

“Los sistemas de detección de incendios se encuentran entre los dispositivos de seguridad más importantes y necesarios en los edificios modernos. Pueden detectar incendios, alertarlo de un incendio si ocurre, brindar seguridad y mantener los edificios a salvo de daños graves y lesiones relacionadas con el fuego.” (Aguirre, J., 2021)

##### **2.1.4.1 Tipos de sistemas de detección de incendios.**

Aclaremos un par de conceptos erróneos con respecto a los detectores de incendios: si bien un detector de humo puede activarse por incendios reales, lo que ha causado cierta confusión entre los consumidores, la mayoría de los sistemas de detección de incendios se activan por la posibilidad de incendios. Un sistema de alarma contra incendios generalmente se compone de varios sensores, más comúnmente una combinación de cámaras, sensores de luz, termómetros, sensores acústicos y transmisores de radio.

### **2.1.5 Redes Hidráulicas.**

La mayoría de las edificaciones están provistas de agua potable, se entiende por obra o infraestructura hidráulicas a una construcción, en el campo de la ingeniería civil, donde el elemento dominante tiene que ver con el agua.

#### **2.1.5.1 Tipos de Abastecimiento.**

El abastecimiento de agua para un sistema hidráulico se lo puede realizar de dos formas, por alimentación por gravedad, o con ayuda de una red de distribución, basadas en la alimentación directa de presión con ayuda de bombas hidráulicas.

#### **2.1.5.2 Bombas contra incendios.**

“La norma NFPA 20 (National Fire Protection Association) establece requisitos para el diseño y la instalación de estas bombas que puedan ser de una o más etapas, y de eje horizontal o vertical, además de los motores y equipos asociados” (Barreneche R. O., 2021)

#### **2.1.5.3 Gabinete contra incendios.**

“Los gabinetes se deben construir según norma IRAM 3.539 Gabinetes para mangas de incendio. Dentro del gabinete se almacenarán la válvula de incendio, la manguera, la lanza y la llave de ajuste” (Barreneche R. O., 2021).

#### **2.1.5.4 Rociadores**

Los rociadores están concebidos para detectar un conato de incendio y apagarlo con agua o controlarlo para que pueda ser apagado por otros medios. Los rociadores automáticos protegen prácticamente la totalidad de los inmuebles, salvo contadas ocasiones en las que el agua no es recomendable como agente extintor y deben emplearse otros sistemas más adecuados.

## **2.2. Marco Referencial.**

Las normas de protección contra incendios industriales consistían al principio en poco más que ocuparse de extinguidores, de su selección, emplazamiento, señalamientos, inspección y mantenimiento. En la actualidad la protección contra incendios dentro de las industrias tiene un mayor grado de complejidad, lo cual genera un mayor número de alternativas que incrementan el nivel de seguridad contra incendios. “El plan de emergencia en donde se

contemplan las brigadas contra emergencias, la señalización, los sistemas de extinción y sistemas de detección son la base principal de un buen sistema de control de incendios” (Asfahl, 2018).

En Ecuador debido a la falta de normas locales para la protección contra incendios hemos adoptados las normas de la NFPA, para poder realizar el diseño y control de sistemas de prevención de incendios industriales, pero para poder realizar este diseño debemos partir de una evaluación de riesgos. La evaluación de riesgos expondrá como resultado el nivel de exposición y gravedad al que se encuentra una industria, dependiendo de su actividad principal comercial; en base al nivel de riesgo el encargado de Seguridad Industrial podrá realizar su plan de emergencia con los recursos existentes y proponer a la alta gerencia sobre los recursos adicionales a necesitar para disminuir el nivel de riesgo antes calculado.

El mejor camino para controlar un incendio es evitando que este suceda, mediante la evaluación de riesgo se pueden establecer condiciones seguras que disminuyan la probabilidad de que se materialice el riesgo. Mantener unas buenas condiciones de almacenamiento, instalaciones eléctricas y personal capacitado son la base de una buena gestión en prevención de incendios.

Los químicos inflamables son productos altamente peligrosos debido a sus condiciones especiales de almacenamiento, las cuales pueden incrementar el riesgo de una explosión, esto se da como causa principal por un mal almacenamiento, debido al recipiente o las condiciones climáticas del mismo, así como también por el mal uso del producto.

Es común que productos de uso agrícola o doméstico como los insecticidas o diluyentes puedan generar también incendios o explosiones al no tener en cuenta unas buenas prácticas de almacenamiento o uso de este. Otra causa de incendios en el trabajo es la acumulación de desperdicios industriales, y la colocación de los trapos de limpieza impregnados con aceites, hidrocarburos o grasas, en cualquier parte. (Veiga J. M., 2020).

El mantenimiento preventivo de equipos, máquinas y herramientas usadas dentro de las industrias forman parte de las condiciones de seguridad que se deben contemplar para prevenir un incendio industrial. Cuando se habla de mantenimiento existe el predictivo, el preventivo y el correctivo, una empresa que no realiza ningún tipo de mantenimiento tiene un alto índice de accidentes menores y accidentes mayores; una empresa que realiza solo

mantenimiento correctivo tiene un índice de incidencia alto en los accidentes ocurridos en la empresa, además de gastos operativos y pérdidas en productividad. (Talva, 2021)

Según el Consejo de Seguridad Nacional, los incendios son la quinta causa de muertes accidentales. “Hasta hace poco era la tercera, después de los fallecimientos por vehículos de motor y por caídas, pero en los últimos años el envenenamiento y los ahogados la han superado”. (Asfahl, 2018).

De acuerdo a la NFPA 49 las industrias más peligrosas desde el punto de vista del riesgo de incendios son las minas, los silos elevadores de grano, los molinos de grano, las refinerías y las plantas químicas. En este proyecto realizaremos el análisis y diseño de un sistema contra incendios para una empresa que tiene como actividad principal el almacenamiento y distribución de productos químicos.

En estos casos para empresas que por su actividad principal son categorizadas como empresas de alto riesgo, no solo es necesario mantener las buenas condiciones que ayuden a prevenir incendios, si no también tener un sistema contra incendios que permita en caso de que ocurra un accidente mayor por las características propias de los productos, puedan garantizar el control del incendio y evitar pérdidas humanas, materiales y contaminación al medio ambiente. Un sistema contra incendios debe estar conformado por un sistema automático de detección, equipos de extinción móviles, sistema de extinción fijo y sistema de extinción automático.

Los sistemas de hidrantes, conocidos también como bocas de incendio, son aquellos aparatos conectados a una red de abastecimiento de agua destinado a suministrar agua en caso de incendio. La función principal de una boca de incendio es facilitar el trabajo del Cuerpo de Bomberos, permitiendo que estas sean un dispositivo por el cual mediante mangueras se puedan suministrar agua que permitan controlar en caso de incendios. (González, 2020)

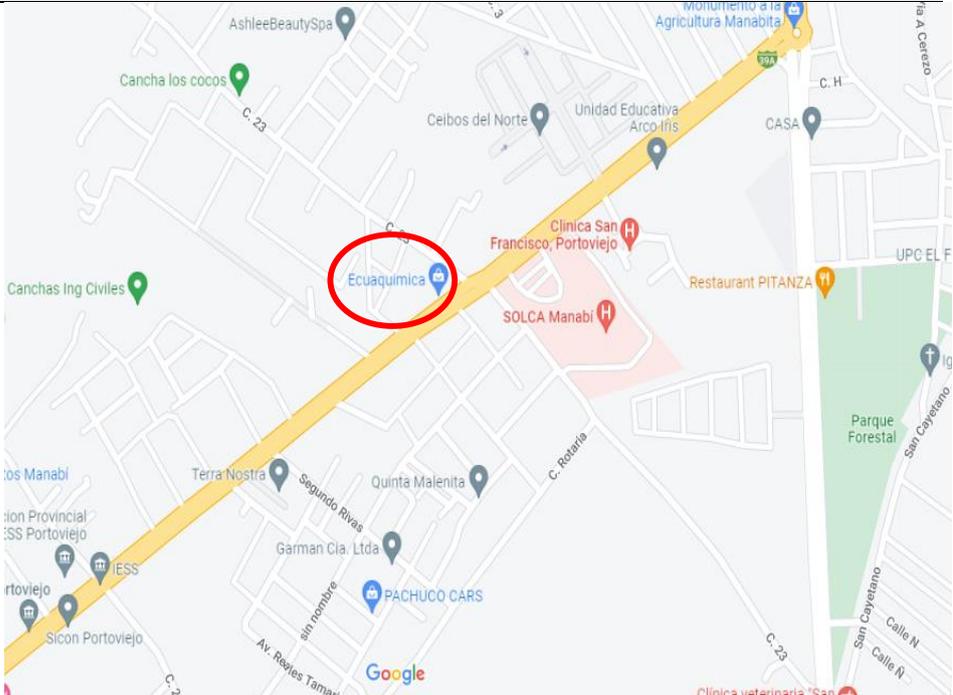
La empresa Ecuaquímica cuenta con un sistema de detección automático, conformado por detectores de humo, sistema de alarma manual, sonora y cámaras de vigilancia, las cuales son monitoreadas 24 horas por una empresa externa, por lo cual no será tomado en cuenta en diseño del sistema y este proyecto se centrará en el sistema de actuación contra incendios.

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1 Localización.

Tabla 1  
Localización ECUAQUÍMICA

Dirección	Paso lateral Humberto Guillen, Diagonal a Solca – Portoviejo - Manabí.
Croquis	

ELABORADO: AUTORES

### 3.2 Tipo de investigación

Esta investigación será de carácter descriptiva, bibliográfica y de campo, lo que nos permitirá desarrollar y culminar con los objetivos planteados.

#### 3.2.1 Investigación Descriptiva.

Este tipo de investigación permitió observar si en las instalaciones de la empresa Ecuaquímica cuenta con equipos de lucha contra incendios, si la cantidad de extintores eran suficiente para el control de un incendio tipo industrial, si las instalaciones contaban con un reservorio de agua, si contaban con un sistema de red contra incendios, los cuales permitan controlar de manera eficaz un siniestro industrial.

#### 3.2.2 Investigación Bibliográfica.

La investigación bibliográfica se empleó para recolectar la diversa información requerida para el desarrollo de la investigación, se recurrió a las técnicas de lectura y análisis de la información referencial, de esta manera se extrajo la teoría sintetizada de libros, páginas web

para obtener datos necesarios de la empresa, artículos de revista con el fin de obtener la respectiva referencia bibliográfica alineada al diseño del sistema contra incendios propuesto para la empresa Ecuaquímica.

### 3.2.3 Investigación de Campo.

La recolección de información in situ es indispensable para el correcto desarrollo de la investigación, es por ello que se aplicó el método de investigación de campo, con el cual se dio paso a la aplicación de la evaluación de riesgos de incendio mediante el Método Gretener.

## 3.3 Métodos de investigación

### 3.3.1 Método descriptivo.

Describe el proceso, tipos de materiales que se almacenan, sistemas de emergencia disponibles, etc.

Tabla 2  
*Descripción de ECUAQUÍMICA*

Actividad:	<p>La organización, en su centro de trabajo localizado en el cantón Portoviejo Provincia de Manabí se dedica a la comercialización al por mayor y menor de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquinaria y equipo agropecuario, incluso partes y piezas</li> <li>• Productos agroquímicos</li> <li>• Productos veterinarios</li> <li>• Granos y semillas</li> <li>• Productos farmacéuticos</li> </ul>
Procesos:	<p>La actividad consiste básicamente en la venta de productos en distintos pesos y presentaciones.</p>
Materiales Almacenados	<p>Productos químicos Fertilizantes Productos de salud humana Productos de consumo humana línea farmacéutica (productos médicos, pañales, leches, etc) Productos de consumo animal</p>

**ELABORADO: AUTORES**

### **3.3.2 Método inductivo.**

El método inductivo se aplicó con el objetivo de determinar el sistema de extinción de incendios aplicable para la empresa Ecuaquímica en su agencia Portoviejo, por lo que se tomó en cuenta las características de la instalación industrial, el entorno en el cual se encuentra ubicada, su número de trabajadores, actividad productiva, dimensiones y sus recursos actuales.

Mediante el método inductivo se pudo observar lo siguiente:

- La empresa Ecuaquímica cuenta con extintores dentro de todas sus áreas, sin embargo, existen extintores bloqueados, lo cual puede dificultar el acceso a los mismos en caso de incendios.
- La distancia entre extintores es la correcta, menor a 12 metros desde el punto más lejano.
- Los productos químicos peligrosos se encuentran debidamente almacenados y señalizados.
- Se almacenan productos altamente inflamables como cartón y pañales, sin embargo, se observó que no existen extintores de mayor capacidad que puedan controlar un posible conato de incendio.
- No existe una reserva de agua para combatir un posible incendio.
- La empresa no cuenta con un sistema de red contra incendios y rociadores.

### **3.3.3 Método analítico.**

El método analítico se utilizó para realizar los cálculos hidráulicos y determinar el sistema contra incendios y sus características, con ayuda de tablas y gráficas establecidas usando cálculos hidráulicos, para ir diseñando el sistema de tuberías, accesorios y equipos que constituyen partes fundamentales de la red.

La empresa Ecuaquímica donde se realizará el proyecto de investigación cuenta dentro de sus instalaciones con tres bodegas, por lo cual se deberá evaluar el tipo de instalaciones, una vez realizado esto se deberá evaluar de acuerdo a los productos almacenados, productos químicos, de consumo humano y consumo animal, para esto se evaluarán las cargas térmicas mobiliarias y las cargas térmica inmobiliaria.

### **3.4 Fuentes de recopilación de información.**

La información para el presente de proyecto de investigación se ha recopilado mediante la observación directa, realizada mediante una lista de verificación en donde se puede evidenciar los recursos disponibles para el control de incendios dentro de la empresa Ecuaquímica en la ciudad de Portoviejo. Entre las fuentes secundarias se encuentran libros y estudios de tesis previamente realizados, en los cuales se describen las distintas problemáticas planteadas en el presente proyecto de investigación.

### **3.5 Diseño de la investigación.**

Para fijar el sistema de extinción de incendios, es necesario describir las características de la instalación industrial y el entorno. Teniendo todo esto se plasma una idea del diseño arquitectónico necesario para actuar en una emergencia. El siguiente paso es elaborar un análisis o evaluación de riesgo, identificar los peligros de incendio estableciendo los controles respectivos y luego de esto se comprueba en base a la normativa NFPA (National Fire Protection Association), con tablas (ANEXO 1) establecidas usando cálculos hidráulicos, para ir diseñando el sistema de tuberías, accesorios y equipos que constituyen partes fundamentales de la red.

La empresa Ecuaquímica de Portoviejo en donde se realiza el estudio almacena productos químicos y agrícolas, luego de haber hecho los pasos anteriores se realiza el análisis de riesgo basado en el método de Gretener el cual se enfoca en 5 características que son las siguientes: la estructura de la edificación, la actividad productiva, la clasificación del riesgo, las medidas prevención normal y las medidas de prevención especiales (ANEXO 3).

Para lo siguiente se realizaron consultas a ingenieros especializados en el tema de incendios, artículos científicos, revistas, investigaciones siempre contando con la fuente original de la norma NFPA 10. Se aplicó la modalidad de investigación de campo que consiste en investigar y elaborar mediante una visita y análisis de todos los detalles de la bodega donde se almacenan estos productos. La consulta a la web y a los ingenieros especializados en sistemas contra incendios son los instrumentos necesarios e importantes para desarrollar el proyecto.

### **3.6 Instrumentos de investigación.**

Cuaderno de notas. - Donde se encuentran todos los datos recopilados de la investigación de campo en las instalaciones de la empresa.

- Libros relacionados con cálculos para el sistema contra incendios.
- Normativa NFPA 20, 25, 15,14.

### **3.7 Tratamiento de los datos.**

Con los datos recolectados en la investigación se podrá crear el sistema contra incendio en la empresa Ecuaquímica Portoviejo, con medida correcta y las especificaciones de las normas NFPA (National Fire Protection Association) para un correcto sistema contra incendio.

Se recopilaron los siguientes datos:

- Dimensiones de las áreas de la empresa Ecuaquímica.
- Planes de emergencia y contingencia
- Número de extintores
- Número de personal por áreas

### **3.8 Recursos humanos y materiales.**

- Cámara fotográfica
- Computador
- Libro o cuaderno de notas
- Internet
- Esfero
- Cinta métrica

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1 Evaluación de riesgos.

Mediante el método Gretener se pudo obtener información importante para el presente proyecto, cuyo resultado refleja la necesidad de contar con un sistema contra incendios a base de agua. De acuerdo al método empleado, los recursos con los que actualmente cuenta la empresa Ecuaquímica en su agencia Portoviejo son los siguientes:

### 4.1.1 Cálculo de peligro potencial.

Se realizó el cálculo del peligro potencial multiplicando los factores de riesgo.

Figura 3

*Cálculo de peligro potencial*

TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria	Qm= 400	1,20
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,20
k	Peligro de corrosión		1,20
i	Carga térmica inmobiliaria		1,00
e	Nivel de la planta		1,30
g	Superf. del compartimiento		1,20
<b>P</b>	<b>PELIGRO POTENCIAL</b>	<b>qcrk . ieg</b>	<b>3,23</b>

ELABORADO: AUTORES

### 4.1.2 Cálculo de medidas normales.

Se evaluaron las medidas normales con las que cuenta la empresa Ecuaquímica, multiplicando el coeficiente de acuerdo como lo establece el método Gretener.

Figura 4

*Cálculo de medidas normales*

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
<b>N</b>	<b>MEDIDAS NORMALES</b>	<b>n1 ... n5</b>	<b>0,48</b>

ELABORADO: AUTORES

### 4.1.3 Cálculo de medidas especiales.

Se realizó el cálculo del coeficiente de las medidas especiales, validando las 6 medidas propuestas por el método Gretener.

Figura 5

*Cálculo de medidas especiales*

s1	Detección de fuego	1,60	
s2	Transmisión de alarma	1,20	
s3	Disponib. de bomberos	1,75	
s4	Tiempo para intervención	1,00	
s5	Instalación de extinción	1,00	
s6	Instal. evacuación de humo	1,20	
<b>S</b>	<b>MEDIDAS ESPECIALES</b>	<b>s1 ... s6</b>	<b>4,02</b>

ELABORADO: AUTORES

### 4.1.4 Cálculo de medidas de la construcción.

Se calculó el coeficiente de las medidas con respecto a la construcción de la empresa, tomando en cuenta la estructura, fachada, forjados y células.

Figura 6

*Cálculo de medidas de la construcción*

f1	Estructura portante	1,00
f2	Fachadas	1,00
f3	Forjados	1,00
	- Separación de plantas	
	- Comunicaciones verticales	
f4	Dimensiones de las células	1,00
	- Superficies vidriadas	
<b>F</b>	<b>MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION</b>	<b>1,00</b>

ELABORADO: AUTORES

### 4.1.5 Cálculo riesgo de incendio efectivo

Para obtener el coeficiente de riesgo de incendio efectivo primero se obtuvo el coeficiente de exposición al riesgo dividiendo el coeficiente de peligro potencial para la multiplicación del coeficiente de las medidas en la construcción, medidas normales y medidas especiales.

Una vez obtenido el coeficiente exposición al riesgo se lo divide para el coeficiente de peligro de activación.

Figura 7

*Cálculo de riesgo de incendio efectivo*

B	Exposición al riesgo	1,68
A	Peligro de activación	1,20
<b>R</b>	<b>RIESGO INCENDIO EFECTIVO</b>	<b>2,01</b>

ELABORADO: AUTORES

#### 4.1.6 Cálculo de coeficiente de seguridad contra incendios

Se obtuvo el coeficiente de seguridad contra incendios dividiendo el coeficiente de riesgo de incendio efectivo para el coeficiente de riesgo aceptado, obteniendo el resultado de 0,65 lo cual de acuerdo con la bibliografía significa que al ser menor que 1 la seguridad contra incendios es insuficiente.

Figura 8

*Cálculo de coeficiente de seguridad*

Ph,e	Situación de peligro para las personas	1,00
Ru	Riesgo de incendio aceptado	1,30
<b>Y</b>	<b>SEGURID. CONTRA INCENDIO</b>	<b>0,65</b>

ELABORADO: AUTORES

Tabla 3

*Recursos existentes de prevención de incendios*

Medidas de prevención normales	Medidas de prevención especiales	Medidas en la construcción
Hay extintores portátiles y son suficientes (28 extintores)	Vigilancia con ronda cada dos horas	Separación vertical entre niveles
Hay suficiente personal disponible e instruido en materia de extinción ( 8 brigadistas contra incendio)	Instalación de detección de incendios automática	Aberturas verticales protegidas
	Alarma sonoras y visuales	

ELABORADO: AUTORES

Tabla 4

*Resultado método Gretener*

Coeficiente Seguridad Contra Incendios método de Gretener	Valoración
Seguridad Contra Incendios 0,65	Seguridad Contra Incendios insuficiente, valor de coeficiente debe ser mayor a 1, de acuerdo con lo estipulado en la bibliografía del método aplicado.

ELABORADO: AUTORES

Para el diseño del siguiente proyecto se ha incluido criterios de normas internacionales, con la finalidad de lograr un sistema de calidad que pueda brindar la seguridad de la vida humana y del establecimiento.

#### **Norma NFPA (National Fire Protection Association).**

- NFPA 1. Fire Code.
- NFPA 4. Standard for Integrated Fire Protection and Life Safety System Testing
- NFPA 10. Standard for Portable Fire Extinguishers.
- NFPA 13. Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- NFPA 14. Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.
- NFPA 15. Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
- NFPA 18. Standard for the Installation on Wetting Agents.
- NFPA 20. Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
- NFPA 22 Standard for water tanks for private fire protection
- NFPA 24. Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances
- NFPA 25. Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water Based Fire Protection Systems.

#### **Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC**

- Norma NEC. Norma Ecuatoriana de la Construcción. NE-HS-CI: Contra incendios. 2 de octubre de 2019 que direcciona al cumplimiento de las normas americanas NFPA., INEN,

#### **Legislación Nacional**

- Ley de Defensa Contra incendios
- Reglamento de la Ley de Defensa Contra incendios
- Ordenanza Municipal de la Ciudad de Portoviejo
- Disposiciones y Requisitos del Cuerpo de Bomberos Portoviejo

## **4.2 Dimensionamiento del sistema contra incendios.**

El diseño del sistema hidráulico de protección contra incendios considera el riesgo adoptado para el presente diseño ha sido enmarcado como almacenamiento.

La clasificación de almacenamiento se refiere a los lugares que tienen el propósito principal de albergar mercancías, productos y otros bienes. Ejemplos de lugares de almacenamiento incluyen almacenes, graneros y garajes de estacionamiento.

La agencia de Ecuaquímica Portoviejo de acuerdo con la norma NFPA 101 “CÓDIGO DE SEGURIDAD HUMANA” posee la siguiente clasificación:

**3.3.190.15\* Ocupación para Almacenamiento (Storage Occupancy)**, es una ocupación utilizada principalmente para el almacenamiento o cobijo de bienes, mercaderías, productos o vehículos.

**3.3.190.3\* Ocupación de negocios (Business Occupancy)**, es una ocupación utilizada para la transacción de negocios diferentes de las mercantiles.

Tabla 5  
*Requisitos de Seguridad según Ocupación*

Área	Ocupación según NFPA 100	Requisitos según NFPA 101
Bodega Farmacia	6.1.13 Almacenamiento	Cerramientos a prueba de humo Iluminación de emergencia Sistema de detección de alarma y comunicaciones Salidas de emergencia Sistema de rociadores automáticos Señalización de emergencia
Bodega Veterinaria	6.1.13 Almacenamiento	Extintores portátiles Cerramientos a prueba de humo Iluminación de emergencia Sistema de detección de alarma y comunicaciones Salidas de emergencia Sistema de rociadores automáticos Señalización de emergencia
Bodega Consumo	6.1.13 Almacenamiento	Extintores portátiles Cerramientos a prueba de humo Iluminación de emergencia Sistema de detección de alarma y comunicaciones Salidas de emergencia

			Sistema de rociadores automáticos Señalización de emergencia
Bodega Agro	6.1.13 Almacenamiento		Extintores portátiles Cerramientos a prueba de humo Iluminación de emergencia Sistema de detección de alarma y comunicaciones Salidas de emergencia Sistema de rociadores automáticos Señalización de emergencia
Bodega Fría	6.1.13 Almacenamiento		Extintores portátiles Cubeto contra derrames Iluminación de emergencia Salidas de emergencia Sistema de rociadores automáticos Iluminación de emergencia Salidas de emergencia
Oficinas planta baja y alta	6.1.11 Negocios		Sistema de rociadores automáticos Cerramientos a prueba de humo Sistema de detección de alarma y comunicaciones

FUENTE: NFPA 101

ELABORADO: AUTORES

#### 4.2.1 Análisis de las zonas según el riesgo y carga ocupacional.

El complejo ECUAQUÍMICA Portoviejo está compuesto por oficinas administrativas y bodegas de almacenamiento, dentro de las oficinas se realiza la atención a clientes internos y externos, recibiendo aproximadamente 25 visitantes diarios. En las bodegas de almacenamiento el paso es restringido por lo tanto solo personal autorizado puede ingresar.

Para efectos del análisis de riesgos se ha considerado varias zonas descritas en el siguiente cuadro:

Tabla 6  
*Clasificación ocupacional según NFPA 101*

Zonas	Nombre	Área total mts <sup>2</sup>	Clasificación según NFPA 101	Imagen
<b>Zona 1</b>	Oficinas planta baja y alta	558,3 mts <sup>2</sup>	6.1.11 Negocios	
<b>Zona 2</b>	Bodega farma	245,35 mts <sup>2</sup>	6.1.13 Almacenamiento	
<b>Zona 3</b>	Bodega consumo	300,83 mts <sup>2</sup>	6.1.13 Almacenamiento	

---

<b>Zona</b> <b>4</b>	Bodega veterinaria	110 mts <sup>2</sup>	6.1.13 Almacenamiento
-------------------------	-----------------------	-------------------------	--------------------------



<b>Zona</b> <b>5</b>	Bodega fría	50 mts <sup>2</sup>	6.1.13 Almacenamiento
-------------------------	----------------	------------------------	--------------------------



<b>Zona</b> <b>6</b>	Bodega agro	360 mts <sup>2</sup>	6.1.13 Almacenamiento
-------------------------	----------------	-------------------------	--------------------------



---

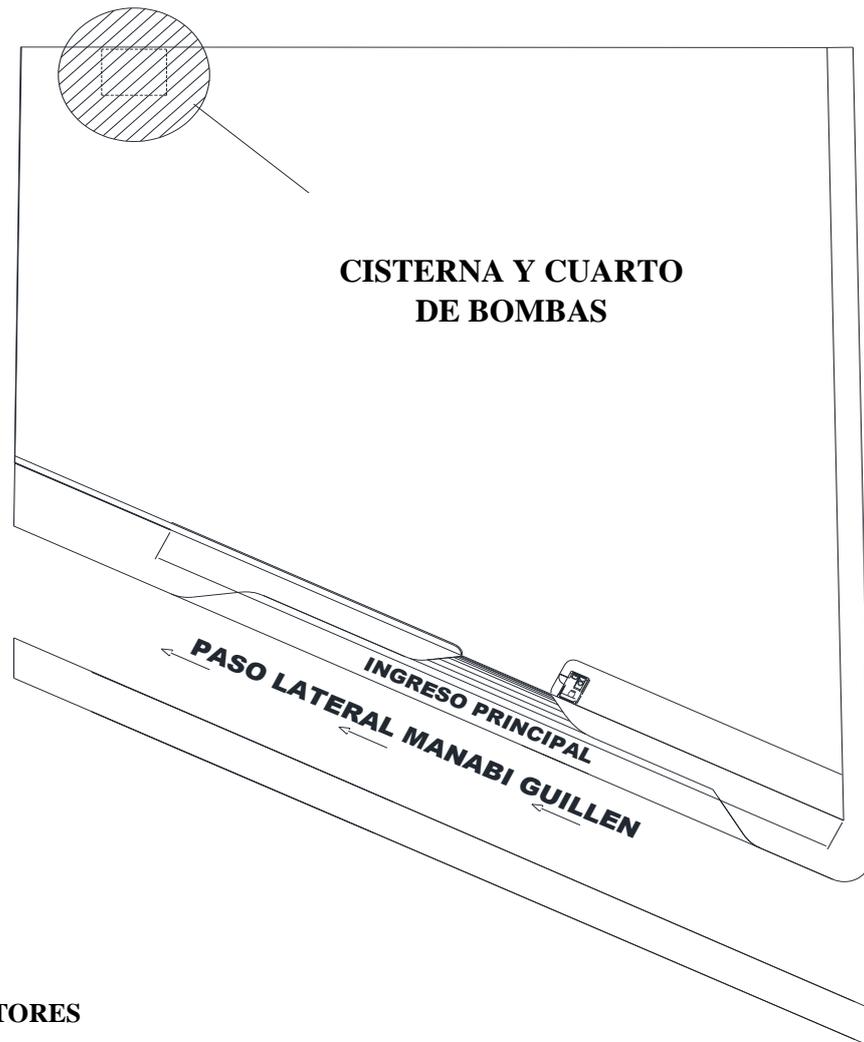
**ELABORADO: AUTORES**

### **4.3 Diseño del sistema hidráulico de protección contra incendios.**

El suministro de agua para el sistema contra incendios debe ser independiente del suministro de agua potable, y se lo hará desde su cisterna con una reserva mínima recomendada por la norma NFPA (National Fire Protection Association), en el presente proyecto se realizará los cálculos para determinar la capacidad de la cisterna.

Figura 9

*Propuesta ubicación de cisterna sistema contra incendios*

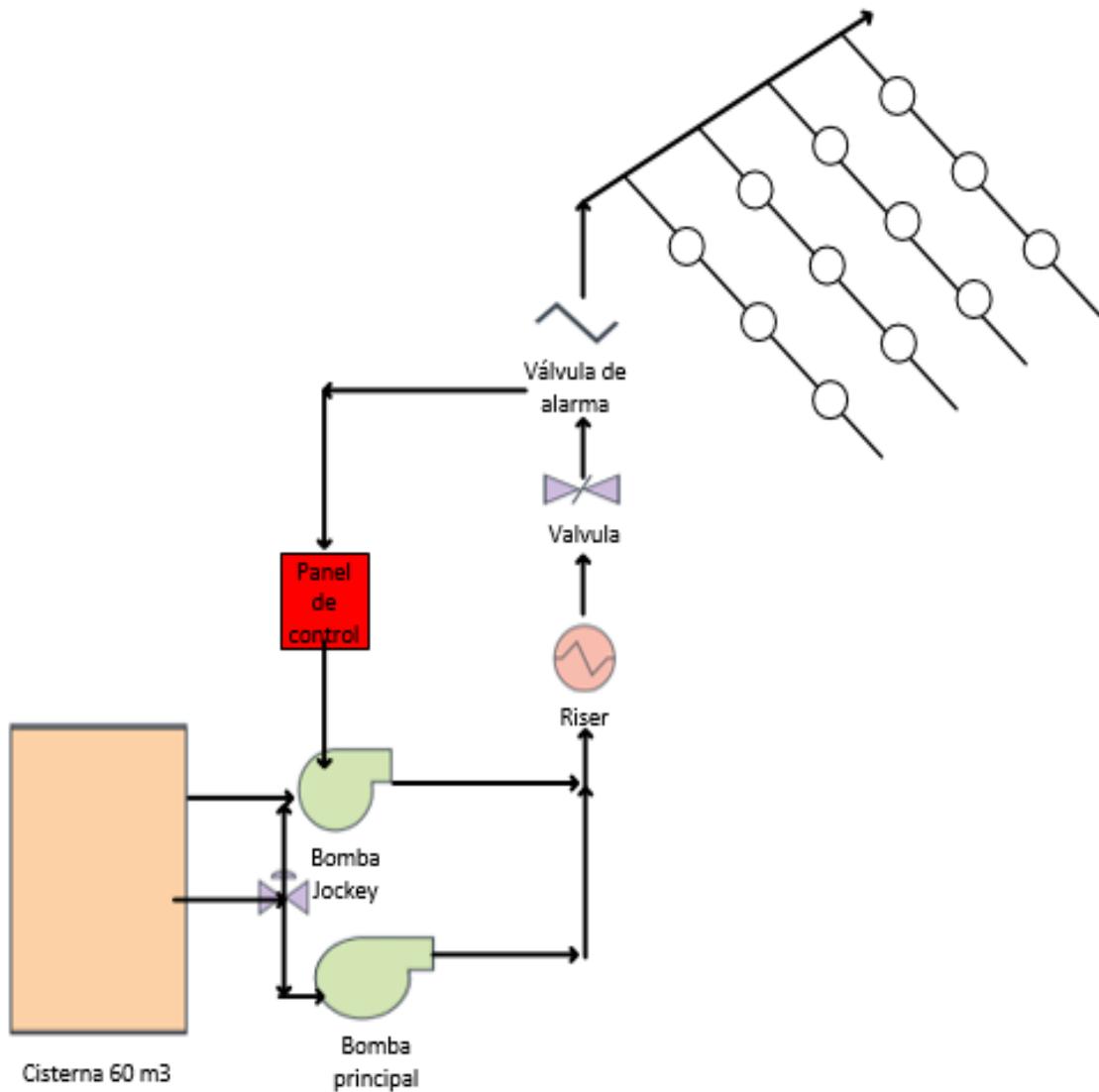


**ELABORADO: AUTORES**

El sistema dispondrá de un cuarto de bombas, el cual estará ubicado encima del tanque de almacenamiento de agua (la cisterna); desde donde la bomba principal de tipo vertical (succión negativa) con certificación UL/FM (NFPA 20) impulsará el agua en caso de siniestro, la cual será accionada mediante un motor eléctrico y conectado al generador mediante un switch de transferencia ubicadas en el panel de control. La red de incendios se mantendrá presurizada mediante una bomba tipo jockey.

Figura 10

Diagrama de flujo – sistema de bombas y rociadores

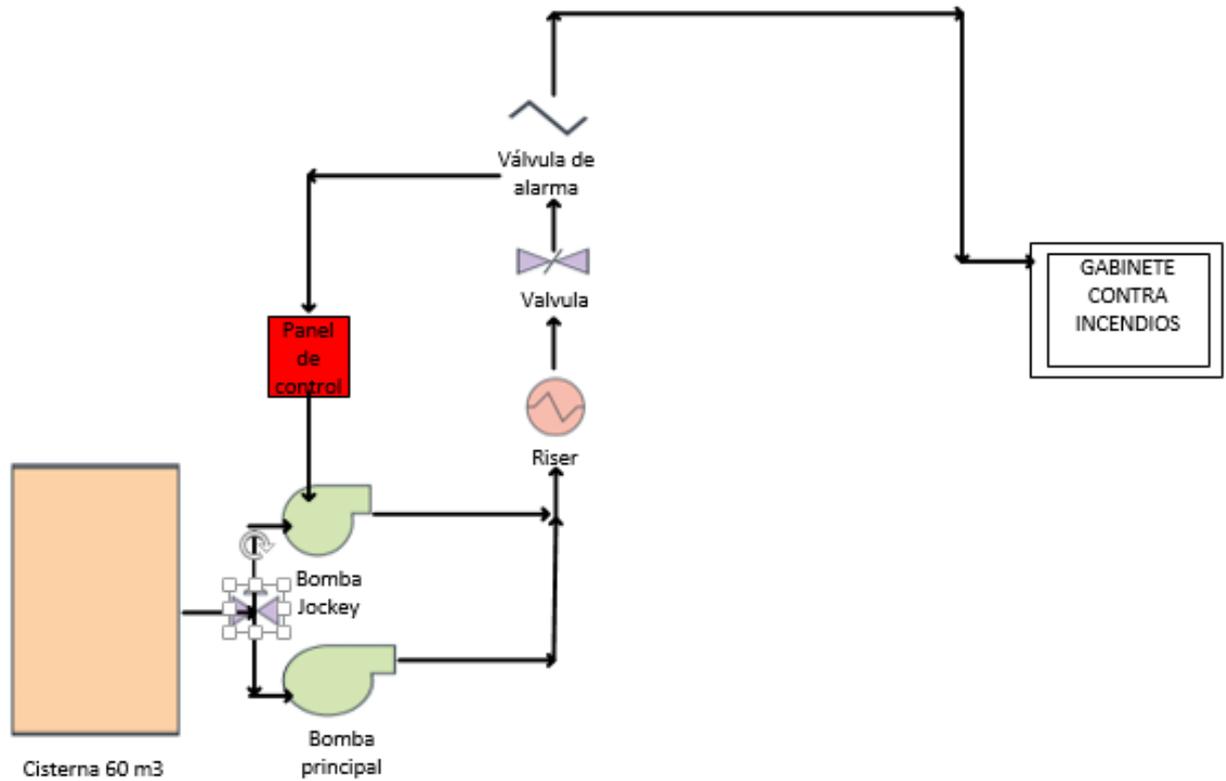


**ELABORADO: AUTORES**

El sistema utilizará una red de tuberías provistas de rociadores y gabinetes de mangueras, con agua a presión continua para la extinción de fuego. En las instalaciones de agua contra incendios se utilizará una tubería de acero negro con accesorios ranura dos.

Figura 11

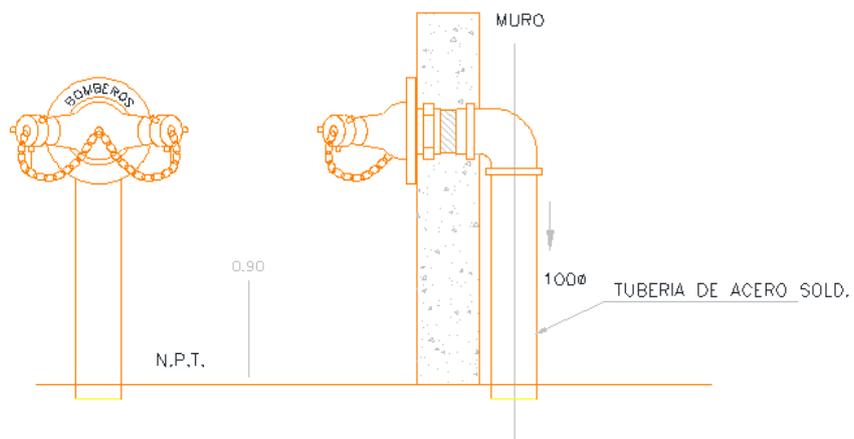
Diagrama de flujo – sistema de bombas y gabinete



ELABORADO: AUTORES

Figura 12

Diseño de siamesa



ELABORADO: AUTORES

Se ubicarán en cada uno de los gabinetes de manguera, un extintor tipo ABC portátil de 10 Lb, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 34 del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios.

#### 4.3.1 Sistema de extinción de incendios.

De acuerdo con 4.5.5. NFPA 415, el tiempo de autonomía del sistema debe de ser 60 minutos, sin embargo, también se indica que el Cuerpo de Bomberos Portoviejo puede indicar el tiempo que se requiere, por lo tanto, el volumen de agua mínimo debe ser:

Ecuación 1

*Volumen de agua mínimo*

$$V = Q_{total} \times t$$

$$V = 479.90 \text{ gpm} \times 30 \text{ min} = 14397 \text{ galones} = 54.5 \text{ m}^3$$

Tabla 7

*Capacidad SCI (sistema contra incendios)*

Descripción	Norma NFPA 415	
	Volumen (m <sup>3</sup> )	Autonomía de operación (min)
Capacidad cisterna SCI	60	30 min

**ELABORADO: AUTORES**

La selección de la bomba está en función del área a cumplir, y esa se obtiene una vez que haya determinado en número de rociadores, BIE (boca de incendio equipada) entre otros y el caudal obtenido será el que sustente el tipo de bomba, por lo tanto, se recomienda la siguiente bomba para cumplir con el diseño propuesto.

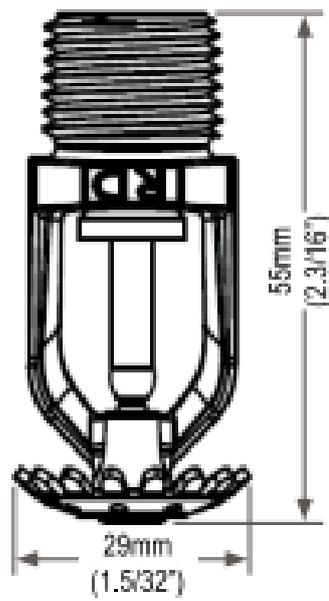
#### 4.3.2 Sistema de rociadores automáticos.

El sistema de protección contra incendios está diseñado de acuerdo con la clasificación de los riesgos en las diferentes áreas según la norma NFPA 13. Las bodegas tendrán un sistema independiente con su respectivo rizer; por lo tanto, cada bodega tendrá un sistema de extinción de incendios con rociadores (sprinklers).

Se utilizará el rociador k 11.2, tipo CMDA de respuesta estándar y cobertura extendida.

Figura 13

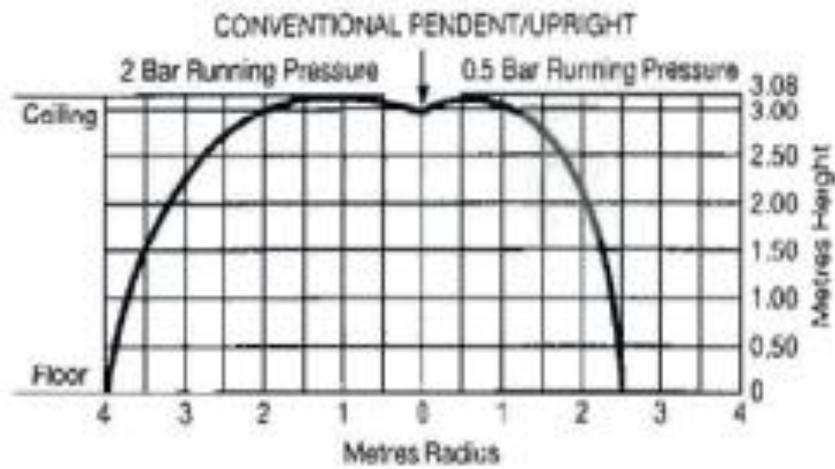
*Rociador de mercurio*



FUENTE: (Grupo de incendios, 2020)

Figura 14

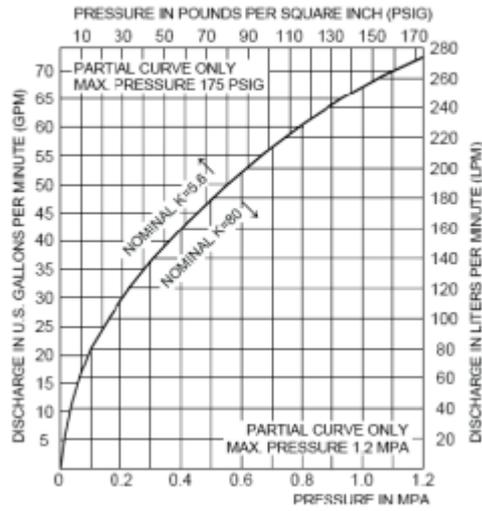
*Área de cobertura de rociador*



FUENTE: (Grupo de incendios, 2020)

Figura 15

Curva de caudal y presión



FUENTE: (Grupo de incendios, 2020)

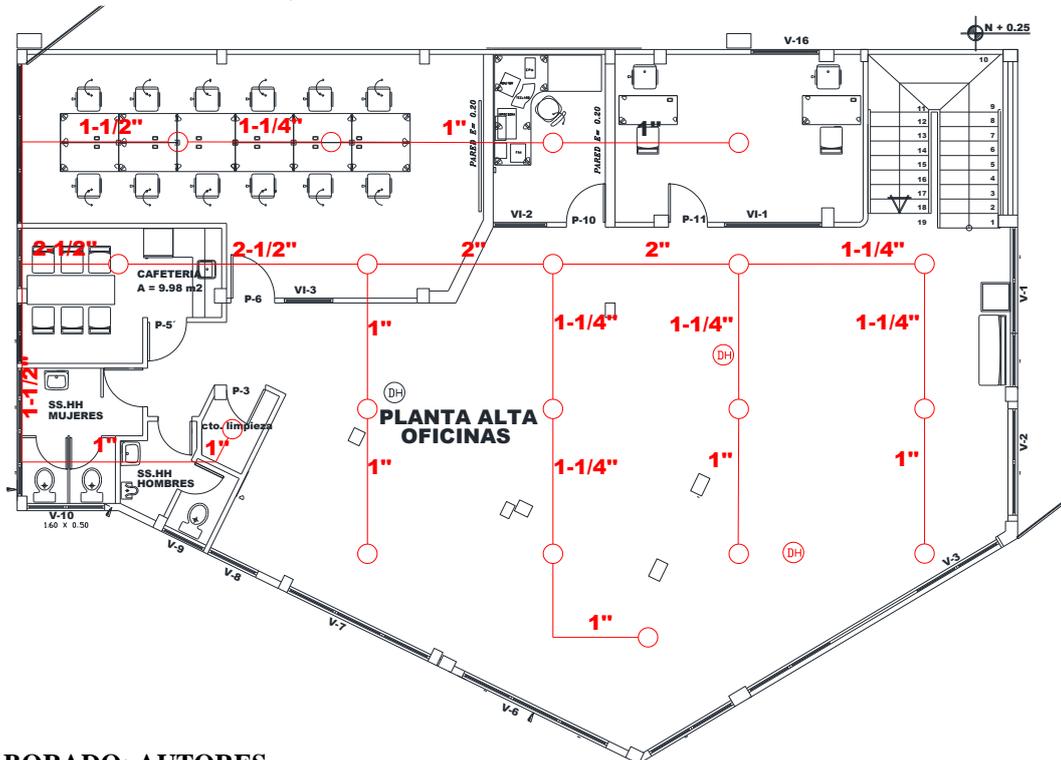
Presión mínima de descarga = 1 bar (15 psi)

Área de cobertura de rociador 196 ft<sup>2</sup> (14ftx14ft)

- N° de rociadores de diseño = 6 (2 ramales de 3 rociadores cada uno)

Figura 16

Ubicación de rociadores oficinas administrativas

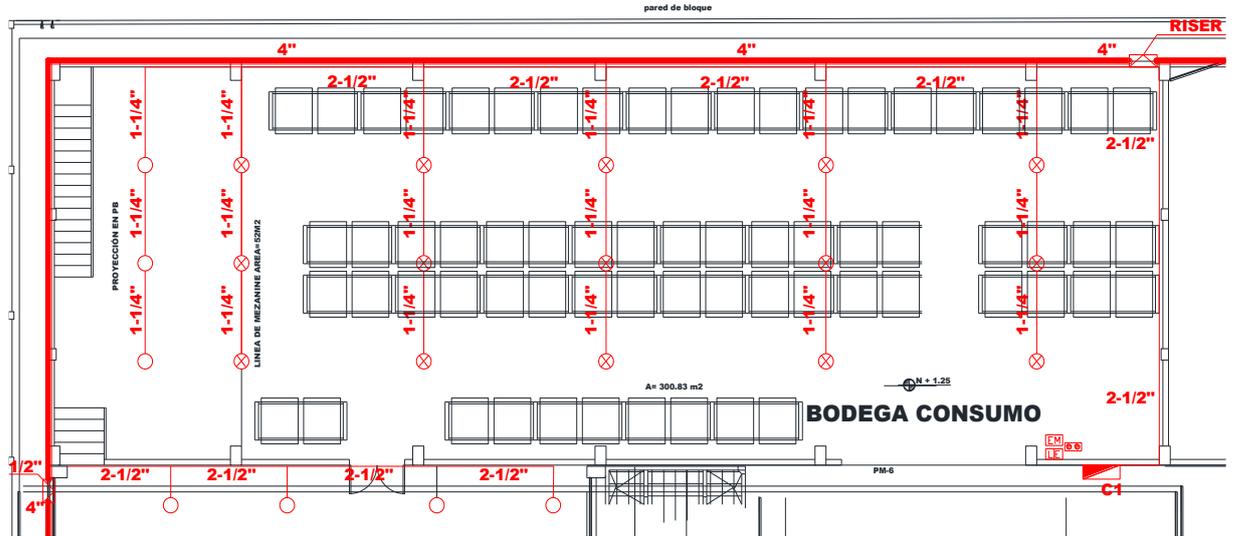


ELABORADO: AUTORES



Figura 19

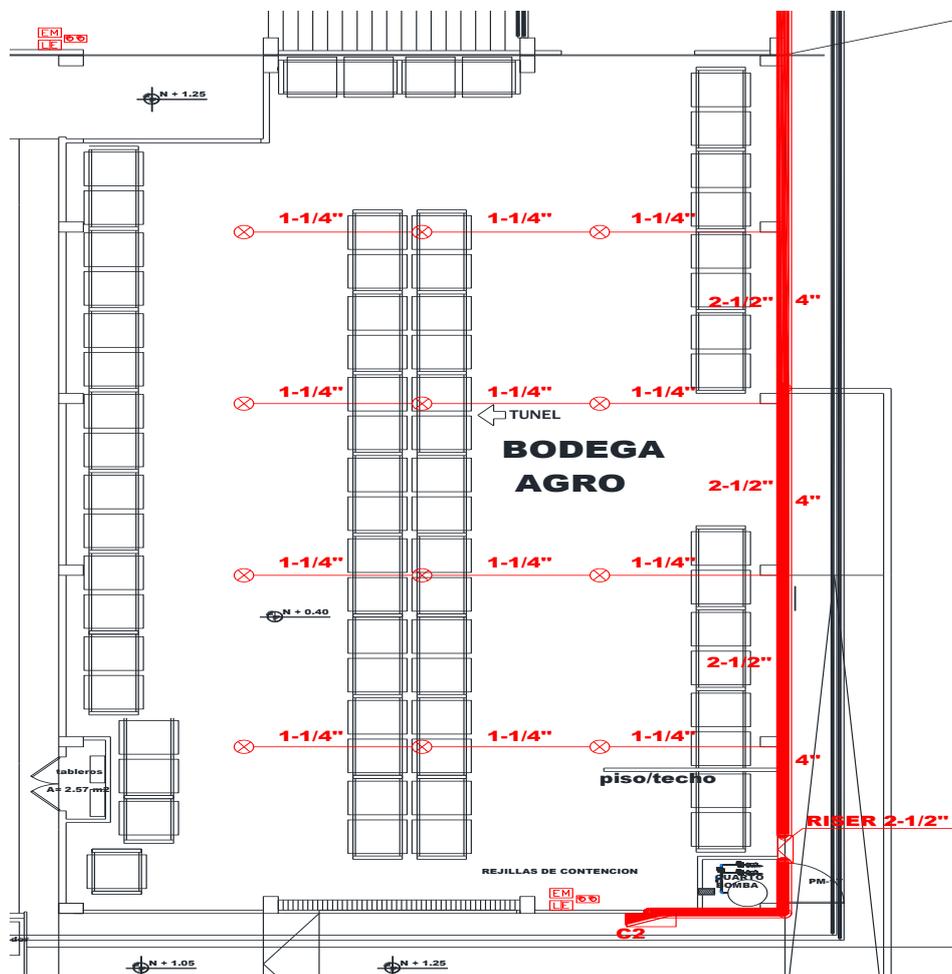
Ubicación de rociadores bodega consumo



ELABORADO: AUTORES

Figura 20

Ubicación de rociadores bodega agro



ELABORADO: AUTORES

Los rociadores seleccionados de acuerdo con el área de cobertura y al tipo de riesgo según la clasificación NFPA 13, según se muestran en los planos, estarán calibrados para una temperatura de apertura de 68°C (155 °F). En su funcionamiento, el cual se inicia al alcanzar la temperatura de diseño, se romperá el bulbo líquido calibrado y el rociador inundará el área de incendio. (NFPA 13, 2019)

Las redes deberán tener una presión de agua permanente y residual mínima de acuerdo con NFPA 13 y 14 (75 psi, para gabinetes) mantenidas por las bombas de incendio en caso de siniestro. Al romperse uno o más rociadores de la red, bajará la presión lo que ocasionará el arranque de la bomba jockey y la bomba principal contra incendios, a través de los presostatos de control e inmediatamente se energizarán los contactores del tablero de control de la bomba. Al cesar el consumo de agua por el corte de la válvula de cada bodega, deberá detenerse la bomba únicamente en forma manual (NFPA 13) desde el tablero de control del grupo de bombas en funcionamiento, para lo cual estos tableros eléctricos cuentan con el interruptor manual para este propósito.

### **4.3.3 Procedimiento del cálculo según NFPA 13.**

#### **4.3.3.1 Identificar la clasificación de la ocupación protegida**

Riesgo ordinario grupo II, según NFPA13.

#### **4.3.3.2 Seleccionar el tamaño del área de ocupación de rociadores (Área de Diseño)**

El tamaño depende de lo permitido por la norma, de acuerdo a la clasificación de la ocupación.

#### **4.3.3.3 Determinar la densidad de descarga requerida.**

De acuerdo a las curvas de densidad de NFPA 13, para un área de diseño de 5000 ft<sup>2</sup> y una ocupación de Riesgo Ordinario II, la densidad mínima requerida es 0,30 gpm/ft<sup>2</sup>.

#### **4.3.3.4 Determinar el área de diseño**

Ecuación 2

*Área de diseño*

$$Ar=SxL$$

$$Ar \text{ oficina}=2906.26 \text{ ft}^2$$

$$Ar \text{ bodega farma}=3390.63 \text{ ft}^2$$

$$\text{Ar bodega consumo}=2712.51 \text{ ft}^2$$

$$\text{Ar bodega veterinaria}=1162.5 \text{ ft}^2$$

$$\text{Ar bodega agro}=1937.5 \text{ ft}^2$$

#### 4.3.3.5 Determinar el número de rociadores contenidos en el área de diseño.

Ecuación 3

*Número de rociadores por área*

$$\text{Nr}=\text{Ad}/\text{Ar}$$

$$\text{Nr oficina}=31 \text{ rociadores}$$

$$\text{Nr bodega farma}=13 \text{ rociadores}$$

$$\text{Nr bodega consumo}=17 \text{ rociadores}$$

$$\text{Nr bodega veterinaria}=6 \text{ rociadores}$$

$$\text{Nr bodega agro}=20 \text{ rociadores}$$

#### 4.3.3.6 Establecer el perfil del área de diseño.

NFPA 13 requiere que el área de diseño sea rectangular, con su lado más largo de al menos 1,2 veces la raíz cuadrada del área de diseño, paralelo a los ramales.

Ecuación 4

*Longitud del área de diseño*

$$\text{W}=1,2 \sqrt{\text{Ad}}$$

$$\text{W oficina} = 28,70 \text{ ft}$$

$$\text{W bodega farma}=68,29 \text{ ft}$$

$$\text{W bodega consumo}=19,68 \text{ ft}$$

$$\text{W bodega veterinaria}=19,68 \text{ ft}$$

$$\text{W bodega agro}=22,48 \text{ ft}$$

La longitud obtenida se divide por la distancia entre rociadores para obtener cuantos rociadores se incluyen en el lado más largo del área de diseño.

Ecuación 5

*Número de rociadores por el lado más largo del diseño*

$$\mathbf{Nrl=W/S}$$

$$\mathbf{Nrl\ oficina= 4\ rociadores}$$

$$\mathbf{Nrl\ bodega\ farma= 7\ rociadores}$$

$$\mathbf{Nrl\ bodega\ consumo= 3\ rociadores}$$

$$\mathbf{Nrl\ bodega\ veterinaria = 3\ rociadores}$$

$$\mathbf{Nrl\ bodega\ agro= 3\ rociadores}$$

#### **4.3.3.7 Calcular el caudal mínimo requerido en el primer rociador.**

Ecuación 6

*Caudal mínimo requerido en el primer rociador*

$$\mathbf{q= Dd \times Ar\ primer\ rociador}$$

$$\mathbf{q1 = 0,3 \frac{gpm}{ft^2} \times 120\ ft^2 = 36\ gpm}$$

$$\mathbf{q1 = 36\ gpm}$$

Cálculo de presión requerida para gabinetes

Ecuación 7

*Presión requerida para gabinetes*

$$\mathbf{Pt = pn + pv}$$

**Presión normal:** Esta es la fuerza que ejerce el líquido a las paredes de una tubería, ya sea en reposo o en circulación, estas son llamadas presión estática y presión residual. (Linder, 2017)

**Presión de velocidad o altura de velocidad:** La velocidad que adquiere una masa al aplicar sobre ella una presión es la misma que si esta masa cayera libremente, desde el estado de reposo, una distancia equivalente a la altura de presión. (Linder, 2017)

$$\mathbf{pt = 100,24\ psi.}$$

Ecuación 8  
*Ecuación de Torricelli*

$$v = \sqrt{2gh}$$

La altura estática se puede convertir en altura de velocidad o en una altura estática equivalente. (Linder, 2017)

Su relación se encuentra en la ecuación 12 Cabeza de velocidad.

Ecuación 9  
*Cabeza de velocidad*

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

Una de las formas de calcular la velocidad a partir del caudal es mediante el principio de la conservación de la masa. Para una corriente continua y unidireccional con una velocidad media. (Linder, 2017) Su relación se encuentra en la ecuación 13 Teorema de Bernoulli.

Ecuación 10  
*Teorema de Bernoulli*

$$V_a^2/2g + P_a/\rho + Z_a = V_b^2/2g + P_b/\rho + Z_b + h_{ab}$$

Despejando “B” estático

$$\frac{P_b}{\rho} = \frac{V_a^2}{2g} + \frac{P_a}{\rho} + Z_a - \frac{P_b}{\rho} - Z_b - h_{AB}$$

La pérdida total de presión es de 73,5 kPa. (ANEXO 1)

Ecuación 11  
*Número de Reynolds*

$$Re = \frac{V\Phi}{\mu}$$

V = Velocidad del fluido en la tubería.

$\Phi$  = Diámetro de la tubería

$\mu$  = Viscosidad del fluido.

Re= Número de Reynolds.

- Flujo Laminar  $Re < 2200$
- Flujo Turbulento  $Re > 4500$

- Flujo en transición Re (2200 – 4500)

En los sistemas de protección contra incendios la distribución de agua, normalmente se da en un flujo turbulento, siendo la tubería la principal causa de pérdidas por fricción, las demás son pérdidas menores o en los accesorios

Ecuación 12

*Fórmula de Darcy – Weisbach*

$$h = \frac{f l v^2}{2 \varnothing g}$$

h= pérdidas de presión por rozamiento

l= Longitud de la tubería

∅= Diámetro de tubería

g= aceleración de la gravedad (Martinez, 2017)

#### **4.3.4 Sistema de bombeo.**

Las redes contra incendios se acoplarán al sistema de bombeo eléctrico, a instalarse en el área establecida, el cual es capaz de suministrar el caudal de agua (500 gpm) y la presión (125 psi) necesaria de acuerdo con NFPA 13 y NFPA 20. En el caso de un siniestro, las bombas de incendios arrancarían inmediatamente, y suministrarán el caudal requerido a los gabinetes y rociadores.

#### **4.3.5 Sistema de distribución de agua.**

El agua contra incendios será conducida e impulsada por la bomba desde la cisterna hacia los distintos puntos de uso y niveles por medio de tuberías matrices, montantes y derivaciones como se indica en los planos. (Guerrero & Sierra, 2021)

La tubería de agua contra incendios se instalará a una altura adecuada en cada zona, y se conectará por medio de tubería vertical de diámetro 2-1/2” a cada gabinete de mangueras contra incendio, Clase III respectivamente. Cada gabinete contará con los accesorios indicados e incluirán extintores de acuerdo con lo especificado, en las posiciones que se indican en los planos.

El tipo de bomba que satisface la demanda requerida, en función de los cálculos, es la que se indica a continuación:

Tabla 8  
*Bomba recomendada*

Bomba	Caudal Máximo	Caudal Medio	Autonomía de operación (min)	Presión (PSI)	Eficiencia ( $\eta$ )
IHM Bomba principal 6x26SM	950 gpm	650 gpm	60 min	140 psi	70 %
IHM TE 300	12 gpm	6 gpm	15 min	120 psi	63 %

**ELABORADO: AUTORES**

Figura 21

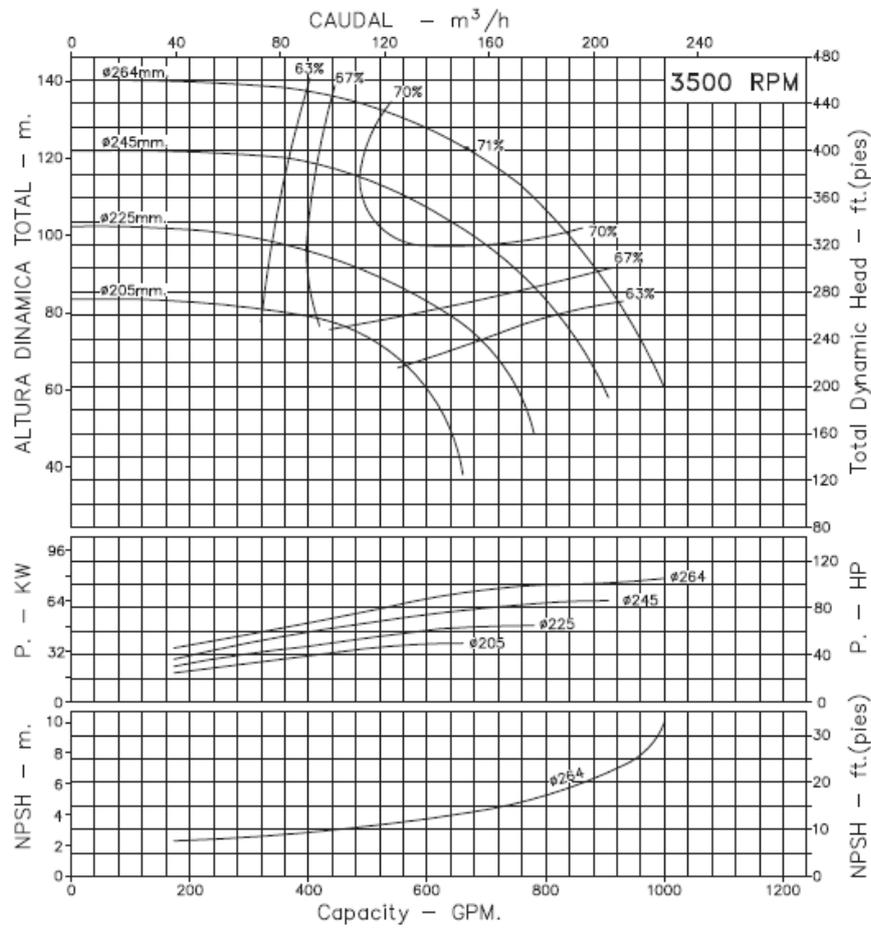
*Bomba Principal*



**FUENTE:** (Gomez, 2020)

Figura 22

*Caudal y presión de bomba principal*



FUENTE: (Gomez, 2020)

Figura 23

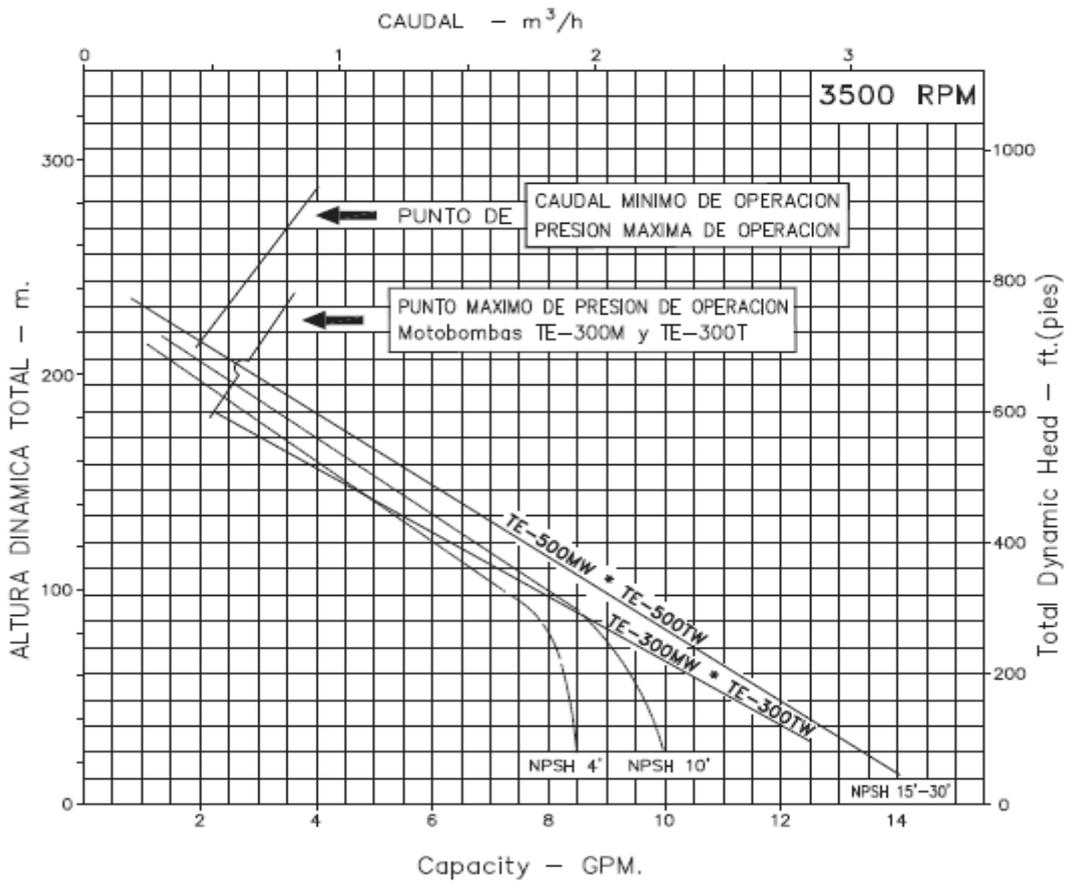
*Bomba Jockey*



FUENTE: (Gomez, 2020)

Figura 24

Caudal y presión bomba Jockey



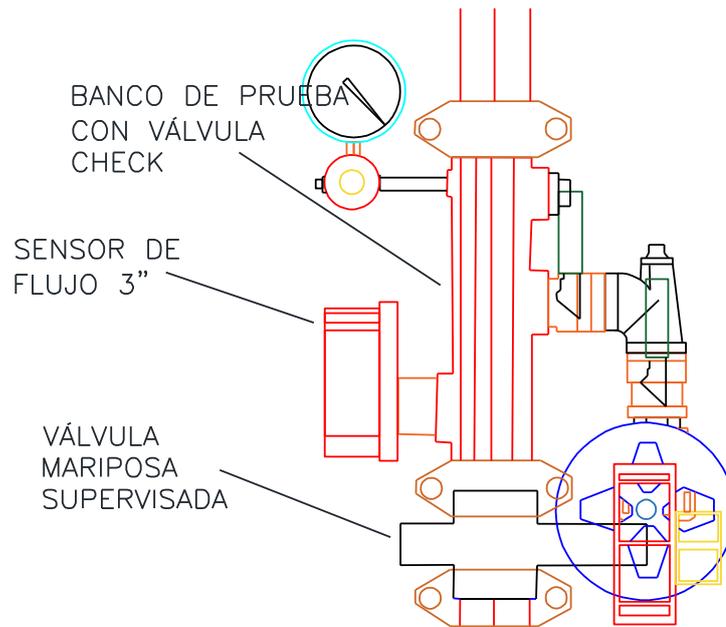
FUENTE: (Gomez, 2020)

### 4.3.6 Alarmas de control.

El sistema contra incendios contará en cada zona con válvulas de corte supervisadas y sensores de flujo de agua los cuales en caso de incendio, fuga o ruptura accidental de las tuberías producirán una señal de alarma en el sistema electrónico de detección indicando el flujo de agua por la línea de alimentación del sistema. (National Fire Protection Association, 2021)

Figura 25

*Diseño de alarmas de control*



**ELABORADO: AUTORES**

En las válvulas de corte de flujo de cada zona, se deberá instalar un sensor que enviará una señal de alerta al panel, en el caso de que la válvula no esté completamente abierta. Junto a las válvulas de cada zona, se instalará un sensor de flujo de agua, en caso de producirse la apertura de un rociador, enviará una señal de alarma al panel electrónico de detección, el que activará la secuencia de alarmas sonoras respectivas. El sistema de rociadores automáticos se supervisará con el sistema de alarmas de detección y seguridad del edificio en los puntos de la red necesarios generando alarmas en caso de flujo. (National Fire Protection Association, 2021)

#### **4.4 Especificaciones técnicas de los equipos y materiales.**

Los equipos y materiales para utilizar en el sistema contra incendio planteado son:

##### **4.4.1 Sistema de bombeo del sistema contra incendios.**

###### **4.4.1.1 Generalidades.**

Todos los equipos y componentes del sistema deberán ser nuevos, de primera calidad, listados por Underwriters Laboratories (UL) o aprobados por Factory Mutual (FM). Todos

los equipos y componentes del sistema serán instalados basándose en las indicaciones respectivas de los listados UL y pruebas FM.

Los rangos de presión de todas las válvulas que los controlan deberán cumplir o exceder la máxima presión disponible del sistema. Las bombas deberán ser nuevas, de fábrica incluyendo controles, transmisión, etc.

#### **4.4.1.2 Bomba principal.**

- Bomba

La bomba de incendio deberá ser del Tipo Turbina horizontal (succión negativa), construida específicamente para servicio de incendios y diseñada para operación en serie. La bomba será fabricada en acero de alta resistencia al impacto y choques térmicos. La succión y la descarga tendrán bridas de acople, fabricadas según las dimensiones ANSI (American National Standards Institute).

- Motor

Las características y especificaciones del motor deben aparecer listadas en las publicaciones de los fabricantes. Los equipos listados son aquellos que tienen su calidad de construcción y eficiencia de funcionamiento aprobado y certificado por organizaciones dedicadas a supervisar las características de los equipos contra incendios; como comprobación de que este requisito se cumple, los equipos deben exhibir en su carcasa o en su placa, las siglas UL, ULC, FM. (Lusa, 2020)

La potencia en HP del motor, su sentido de giro y velocidad de rotación dependen del tamaño de la bomba y de las condiciones propias de diseño del motor. La bomba ha sido definida para un caudal de 500 gpm, una presión de trabajo de 125 psi. Por lo tanto, el motor eléctrico tendrá una potencia nominal mínima de 60 hp.

#### **4.4.2 Bomba Jockey del Sistema Contra Incendios.**

Cumpliendo con la norma NFPA 20 se recomienda instalar una bomba Jockey la cual será la responsable de mantener la presión constante a 135 psi con un flujo de 5 gpm del sistema contra incendios. La bomba deberá cumplir con las siguientes características:

- Listada por Underwriters Laboratories
- Aprobada por Factory Mutual

Tabla 9  
*Características Bomba Jockey*

DESCRIPCION	UBICACIÓN	CAUDAL	PRESION	TIPO
Bomba Jockey	Casa de Máquinas	Máx 8 gpm	Max 135 psi	Turbina Horizontal

ELABORADO: AUTORES

#### 4.4.3 Panel de Control.

Los tableros de control deberán cumplir los requerimientos y las especificaciones descritos en el presente proyecto de investigación.

- Bomba Principal

El panel de control será diseñado para control manual y automático de la bomba. Será del tipo Wye-Delta ensamblado en fábrica, pre cableado y aprobado específicamente para control de incendios, aprobado por UL y FM. Debe tener un tablero de control.

- Bomba jockey

El panel de control será diseñado para control manual y automático de la bomba jockey y evitar el ciclo innecesario de la bomba principal. Tendrá un interruptor de desconexión rápida, y presostato para control de alta y baja presión, luces indicadoras de energía disponible, alarma audible de falla de energía en cualquiera de las fases, conmutador para arranque manual, botonera para arranque manual o de emergencia.

#### 4.4.4 Rociadores automáticos.

##### 4.4.4.1 Generalidades.

Los rociadores automáticos que se instalen deberán tener un armazón de bronce y un bulbo de vidrio con solución de glicerina; deberán estar contruidos de acuerdo con lo que dispone NFPA 13.

##### 4.4.4.2 Características.

Todos los rociadores pendientes deberán tener las siguientes características dependiendo de la ubicación indicados en los planos:

- Tipo rociador: vk532
- Rociador k 11.2, tipo CMDA de respuesta estándar y cobertura extendida

- orificio ¾"
- Tipo rociador: vk102
- Rociador k 5.6, de respuesta estándar.
- Orificio ½"

#### **4.4.5 Gabinetes contra incendios.**

Los gabinetes deberán cumplir por lo menos con la norma NFPA 14 para servicio Clases III. Cada uno de los gabinetes que se instalarán en el sistema de protección contra incendios estará equipado de:

##### **4.4.5.1 Válvulas**

Una válvula en ángulo, con cuerpo, vástago, discos y asientos de bronce para presión de 250 libras/pulgada cuadrada, de 2½" y 1½" para gabinetes Clase III de diámetro, y conexiones hembra con rosca NPT.

##### **4.4.5.2 Niple**

Niple para soportar percha, en bronce de 1½" de diámetro con conexiones macho y rosca NPT en el extremo de la válvula y NST en el extremo de la manguera.

##### **4.4.5.3 Percha**

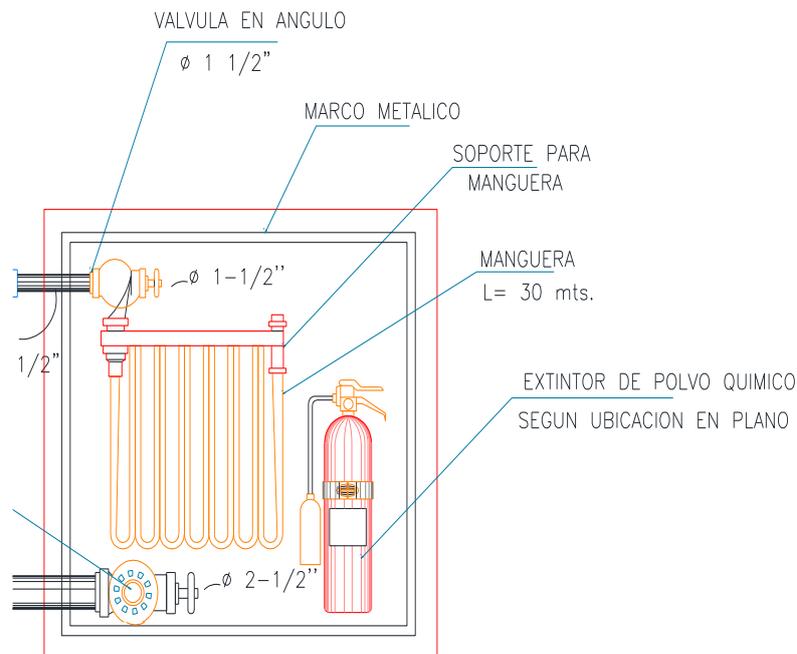
Percha metálica para colgar manguera, con soporte a niple de 1½", con sus ganchos deslizables para manguera de 50 y/o 100 pies de longitud de acuerdo con los planos.

##### **4.4.5.4 Manguera**

Manguera de lino o PVC semi-rígida, de fabricación aprobada por la Asociación Americana de Aseguradores contra incendios, de 1½" de diámetro y 50 pies de longitud, de acuerdo con los planos. La manguera tendrá conexión hembra y rosca NST para el niple y conexión macho y rosca NST para la boquilla. Boquilla de bronce de 1½" de diámetro y 6" de longitud, tipo chorro-neblina regulable.

Figura 26

*Diseño de gabinete contra incendios*



**ELABORADO: AUTORES**

#### 4.4.5.5 Accesorios

- Hacha de tipo bombero, de 2 ¾ libras de peso y mango de 36" de longitud.
- Llave tensora "Spanner" para conexión de 1 1/2" (una por piso).
- Un extintor de polvo químico seco ecológico de 10 lbs. de capacidad para fuego ABC.

(NFPA, NFPA 14, Norma para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras, edición 2019, 2019)

#### 4.4.6 Extintores.

Dentro de los gabinetes se colocarán extintores de incendio de 10 lbs PQS de acuerdo a las especificaciones indicadas en los planos.

Tabla 10  
*Característica de extintor*

Ítem	Especificación	Imagen
Extintor de polvo químico seco	Cilindro fabricado de lámina de acero al carbón, rolada en frío, calibre 14 y probados hidrostáticamente al 100%	

**ELABORADO: AUTORES**

#### **4.4.7 Equipo exterior.**

Se suministrará una conexión siamesa para bomberos, situada junto a la entrada principal de la instalación, que tendrá salidas de 2½" x 2½" rosca NST con sus respectivas tapas y cadenas.

#### **4.4.8 Tubería y accesorios.**

Para las instalaciones del sistema de protección contra incendios se utilizará tubería de acero negro de acuerdo a lo especificado en estas memorias.

##### **4.4.8.1 Tubería.**

Se trabajará con 2 tipos de tubería de 4" para el exterior y tubería de 2" para entrar al gabinete contra incendios.

Las tuberías del sistema de rociadores serán tuberías de 1,5".

Para tubos de diámetro nominal de 1" a 2":

- Material: Acero negro
- Especificaciones: ASTM A120 cédula 40
- Fabricación: Costura con soldadura por fusión eléctrica (butt weld).
- Presión de trabajo: 250 psi para agua

Para tubos de diámetro nominal mayor a 2":

- Material: Acero negro - Tipo: Peso Standard
- Especificaciones: ASTM A53 cédula 40
- Fabricación: Sin costura

- Presión de trabajo: 250 psi para agua
- Recubrimiento (Pintura)

#### **4.4.8.2 Accesorios.**

Las siguientes especificaciones se aplican a codos, tees, yees, reducciones y cruces.

Para diámetro nominal de 1" a 2":

- Material: Hierro maleable
- Tipo: Peso estándar
- Especificaciones: ASTM A197
- Presión de trabajo: 250 psi para agua.
- Tipo de junta: Roscado Hembra
- Tipo de rosca: Standard americana NPT.

Para diámetro nominal mayor a 2":

- Material: Hierro fundido
- Presión de trabajo: 250 psi para agua.
- Tipo de junta: Ranurada VICTAULICA
- Salidas para ramal diámetro menor a 2"
- Material: Hierro fundido
- Presión de trabajo: 300 psi para agua.
- Tipo de junta: Empernada VICTAULICA

Salidas para ramal para diámetro mayor a 2":

- Material: Hierro fundido
- Presión de trabajo: 250 psi para agua.
- Tipo de junta: Empernada VICTAULICA

#### **4.4.8.3 Uniones.**

Para diámetro nominal de 1" a 2":

- Material: Hierro maleable negro.
- Tipo: Peso standard.
- Especificaciones: ASTM A197.
- Presión de trabajo: 250 psi para agua.

- Tipo de junta: Acople roscado.
- Tipo de rosca: Standard americana NPT.

Para tubos de diámetro nominal mayor a 2":

- Material: Hierro fundido
- Presión de trabajo: 250 psi para agua.
- Tipo de junta: Ranurada VICTAULIC

#### **4.4.8.4 Juntas Universales.**

Para diámetro nominal de 1" a 2":

- Material: Hierro maleable galvanizado ASTM A105
- Tipo: Asiento de bronce
- Uniones: Roscada hembra hasta 4"
- Presión de trabajo: 175 psi, para agua.

Para diámetro nominal mayor a 2":

Para estos diámetros se han especificado uniones tipo abrazadera VICTAULICA.

#### **4.4.8.5 Neplos.**

Para diámetro nominal de 1" a 2":

- Material: Acero negro
- Tipo: Peso standard
- Especificaciones: ASTM A120
- Presión de trabajo: 250 psi para agua.
- Tipo de junta: Roscada macho
- Tipo de rosca: Standard americana.

#### **4.4.8.6 Empaques.**

Para uniones roscadas se utilizarán cinta de teflón y pasta sellante cuando se requiera.

- Para uniones raneadas se utilizarán empaques provistos por el fabricante.
- Para uniones con brida plana se utilizarán empaques de 1/16" de espesor.

#### 4.4.9 Válvulas.

Válvulas Mariposa de juntas ranuradas VICTAULICA, tendrán la aprobación de Factory Mutual (FM), y serán monitoreadas por el sistema electrónico de detección de incendios.

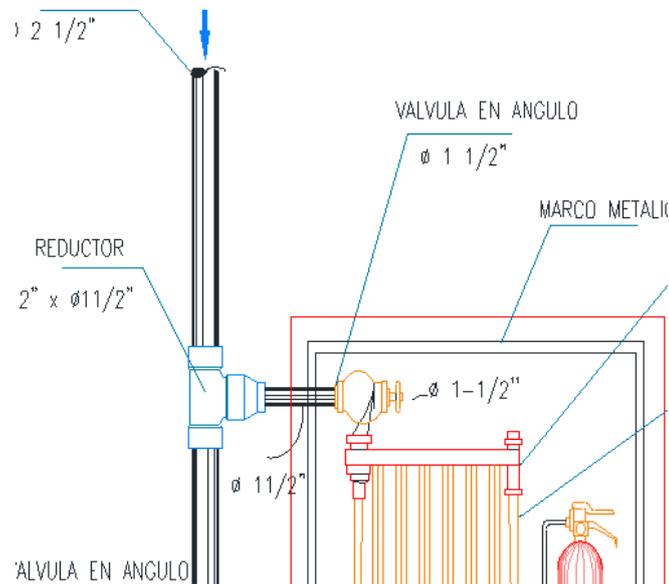
- Válvulas con vástago indicador abierto - cerrado, serán aprobadas de acuerdo a Factory Mutual (FM). Se proveerá una llave por cada válvula. Las monturas para válvulas con vástago indicador serán tipo disco aprobadas por Factory Mutual (FM).
- Válvulas de no retorno (check) serán del tipo de retención a bisagra horizontal o columpio, aprobadas Factory Mutual (FM), de juntas ranuradas.

##### 4.4.9.1 Válvulas de corte.

Para diámetro nominal de 1" a 2"

Figura 27

*Imagen de válvula de corte en Angulo*



**ELABORADO: AUTORES**

- Clase: 150 (150 WSP;300 WOG)
- Material: Bronce ASTM B283-C37700
- Tipo: Compuerta de cuña separable sólida
- Tipo de junta: Roscada hembra
- Casquete o bonete: Roscado
- Presión de trabajo: 175 psi para agua.

Para diámetro nominal mayor a 2" (descarga / red):

- Clase: 150
- Material: Hierro ductile - Tipo: Butterfly,
- Tipo de junta: Ranuradas VICTAULICA
- Presión de trabajo: 300 psi para agua

#### **4.4.9.2 Válvulas de contraflujo o check**

Para diámetro nominal de 1" a 2":

- Clase: 150
- Material: Bronce ASTM B584-C84400
- Tipo: Compuerta de disco balanceante
- Tipo de junta: Roscada hembra
- Presión de trabajo: 175 psi, para agua.
- Presión de prueba: 225 psi.

Para diámetro nominal mayor a 2"

- Clase: 150
- Material: Hierro dúctil
- Tipo Compuerta de disco balanceante
- Tipo de junta: Ranuradas VICTAULICA
- Tapa: Empernada
- Presión de trabajo: 250 psi para agua.

#### **4.4.10 Dispositivos de supervisión.**

Las válvulas de control del abastecimiento de agua de los sistemas de rociadores requieren de interruptores eléctricos para su supervisión. El interruptor de supervisión de válvula mariposa será del tipo microswitch. El interruptor de supervisión de válvula de compuerta será del tipo émbolo. Cuando la válvula esté completamente abierta la punta del émbolo penetrará en una muesca de 1/8 de pulgada del vástago de la válvula.

El interruptor estará graduado de tal modo que, en la posición de la válvula abierta, el anillo de contacto cerrará el circuito eléctrico entre las chapas de contacto. Cuando la válvula tipo mariposa no esté completamente abierta, quedará abierto el circuito eléctrico. Cuando la válvula OS&Y no esté completamente abierta, la punta del émbolo estará fuera de la muesca

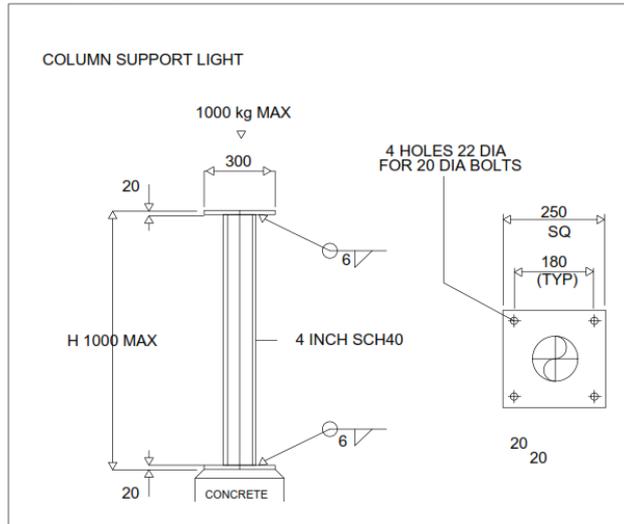
del vástago de la válvula y quedará abierto el circuito eléctrico. Si se manipulara indebidamente o se extrajera el interruptor se abrirá el circuito.

A continuación, se muestra el típico de la soportaría recomendada.

- **Tubería Principal 4 pulgadas.**

Figura 28

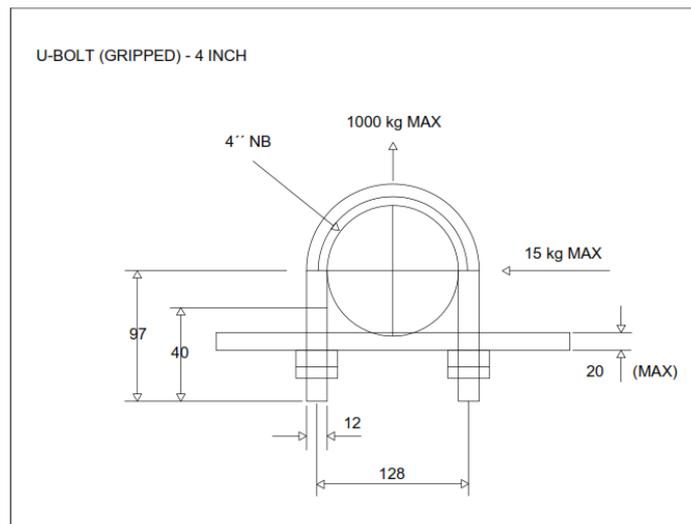
*Soporte para tubería de 4 pulgadas*



FUENTE: (NFPA, NFPA 15, 2017)

Figura 29

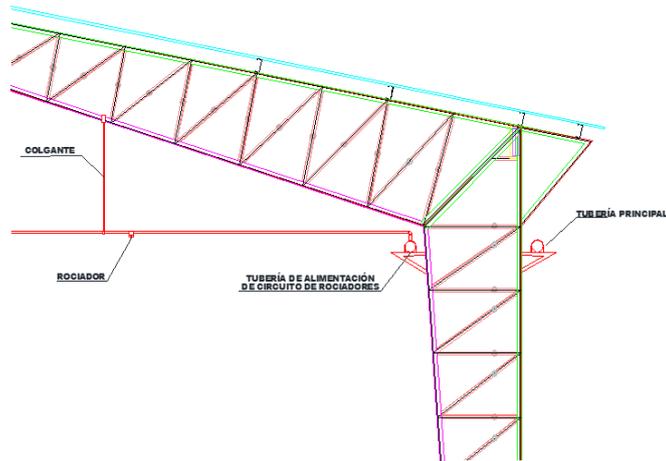
*Detalle de soporte*



FUENTE: (NFPA, NFPA 15, 2017)

Figura 30

*Ubicación de tubería principal*

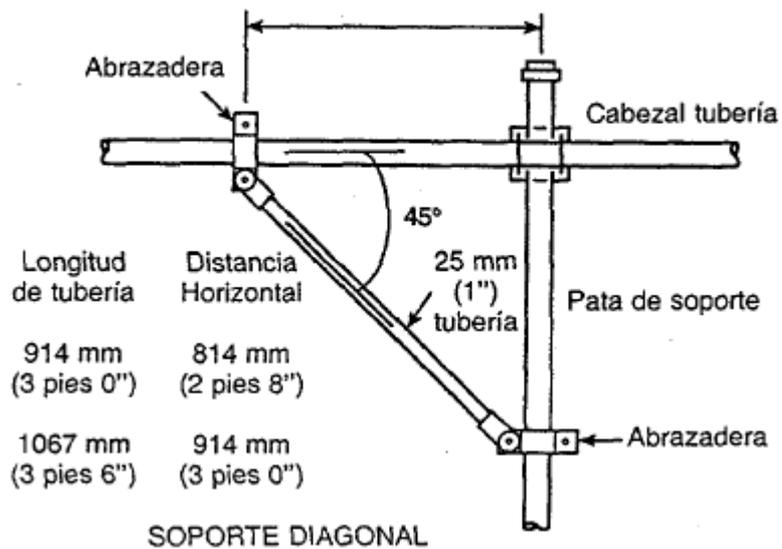


**UBICACIÓN DE TUBERÍA PRINCIPAL Y ALIMENTACIÓN DE CIRCUITO**

ELABORADO: AUTORES

Figura 31

*Soporte de tubería principal de rociadores*



FUENTE: (NFPA, NFPA 15, 2017)

#### **4.4.11 Puntos de inspección y drenaje.**

Los puntos de inspección y drenaje se ubicarán en cada sección de rociadores (de acuerdo a lo indicado en los planos), y serán listados UL y FM. En el caso del punto de inspección estarán provistos de una válvula de cierre y una mirilla fundidas en un solo accesorio. El drenaje deberá permitir conectar una manguera de tipo jardín para pruebas y limpieza flush de mantenimiento.

#### **4.4.12 Casa de máquinas.**

##### **4.4.12.1 Generalidades.**

La instalación de las bombas principales y jockey, motores eléctricos, paneles de control, sus tuberías, válvulas y accesorios se harán en un área destinada para tal efecto, conocida como sala de bombas del sistema contra incendio. El área elegida para la construcción de la casa de máquinas debe permitir la facilidad para desarrollar actividades de mantenimiento preventivo o correctivo, así como también la accesibilidad del personal capacitado para la operación de los equipos.

##### **4.4.12.2 Fundición para las bombas.**

Una fundición y piso apropiados deben ser construidos para ajustar las bombas a las condiciones locales. Debe formar un rígido soporte para mantener la alineación de la bomba, motor y accesorios. Al momento de construirse la fundición debe ser vertida continuamente y sin interrupción, hasta una altura menor que 0.5 – 1.5” de la superficie final superior de la fundición. Esta superficie debe ser rayada y acanalada antes del endurecimiento del concreto. Esto provee una buena adherencia para el enlucido de la fundición. La longitud de los pernos debe ser calculada para permitir el enlucido, atravesar la base metálica y recibir los anillos y tuerca de ajuste. La fundición debe ser curada por algunos días antes del enlucido.

Tabla 11  
*Presupuesto referencial*

<b>Importación de Equipos</b>	Valor cotizado
Bombas Contra Incendios	\$ 21.976,00
Boquillas, hidrantes y accesorios	\$ 7.435,57
Panel de Control, Detectores	\$ 800,00
Provisión de Tubería y Accesorios Mecánicos	\$ 178.040,25
Provisión de Materiales Eléctricos	\$ 5.430,34
<b>Construcción de la cisterna subterránea contra incendios</b>	
Obras Civiles	\$ 25.000,00
Construcción de la cisterna	\$ 18.500,00
<b>Instalación de Equipos</b>	
Instalación de la red de agua	\$ 1.000,00
Instalación de bombas contra incendio	\$ 1.200,00
Instalación de boquillas e Hidrantes	\$ 600,00
Instalación sistema de detección	\$ 500,00
Pruebas hidrostáticas del sistema	\$ 200,00
Pruebas de funcionamiento	\$ 200,00
Capacitación	\$ 300,00
Total	\$261.182,16

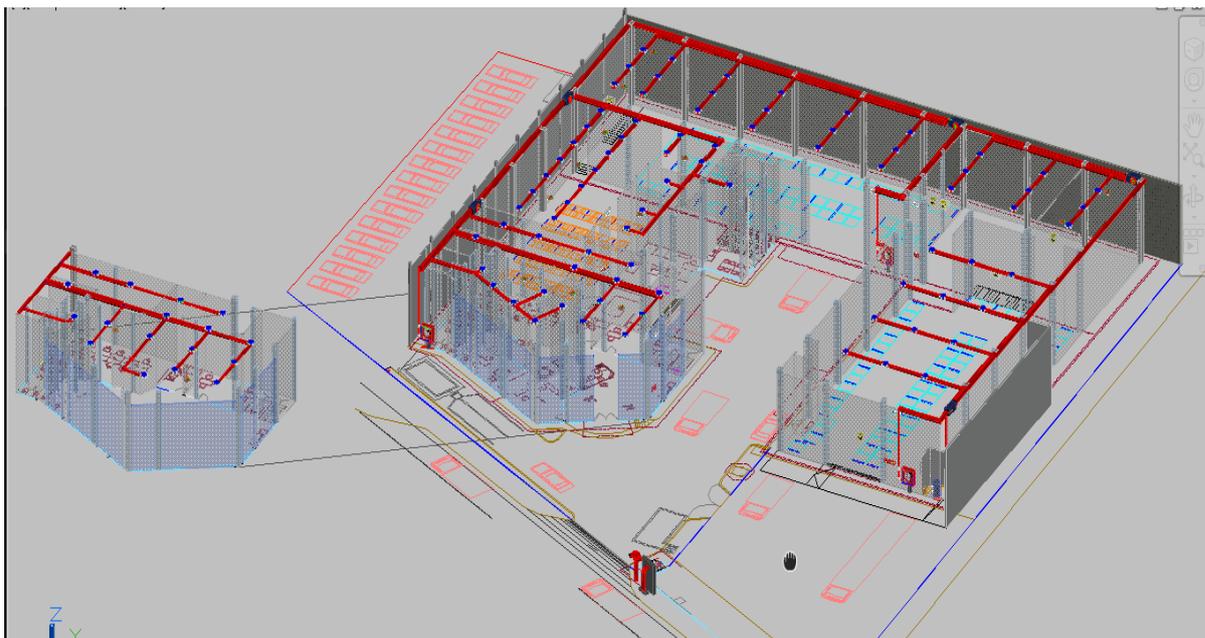
**ELABORADO: AUTORES**

#### **4.5 Diseño 3D del sistema contra incendios.**

Para validar que el sistema diseñado sea aplicable en la empresa, se diseñó en 3D el plano con ayuda del programa Autocad 3D. Se pudo evidenciar como el sistema de tuberías, rociadores y gabinetes cumplen con el diseño planteado, cubriendo todas las áreas de riesgo de la empresa y la normativa NFPA (National Fire Protection Association).

Figura 32

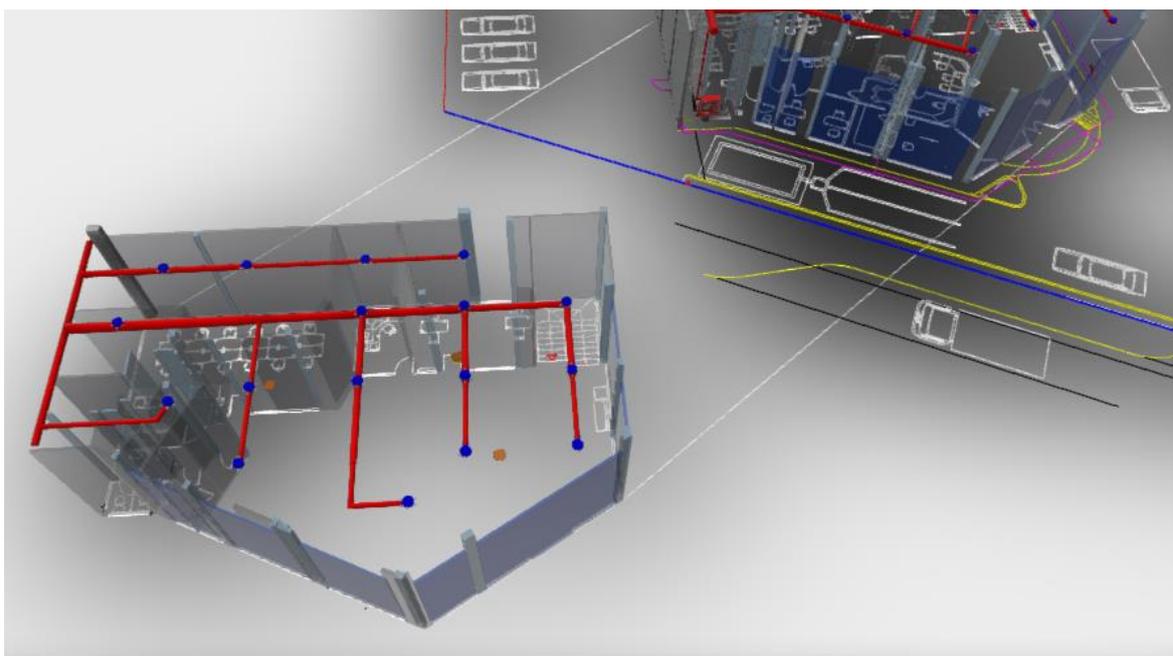
*Diseño 3D del sistema contra incendios - vista general*



**ELABORADO: AUTORES**

Figura 33

*Diseño 3D sistema contra incendios – vista oficina planta alta*



**ELABORADO: AUTORES**

Figura 34

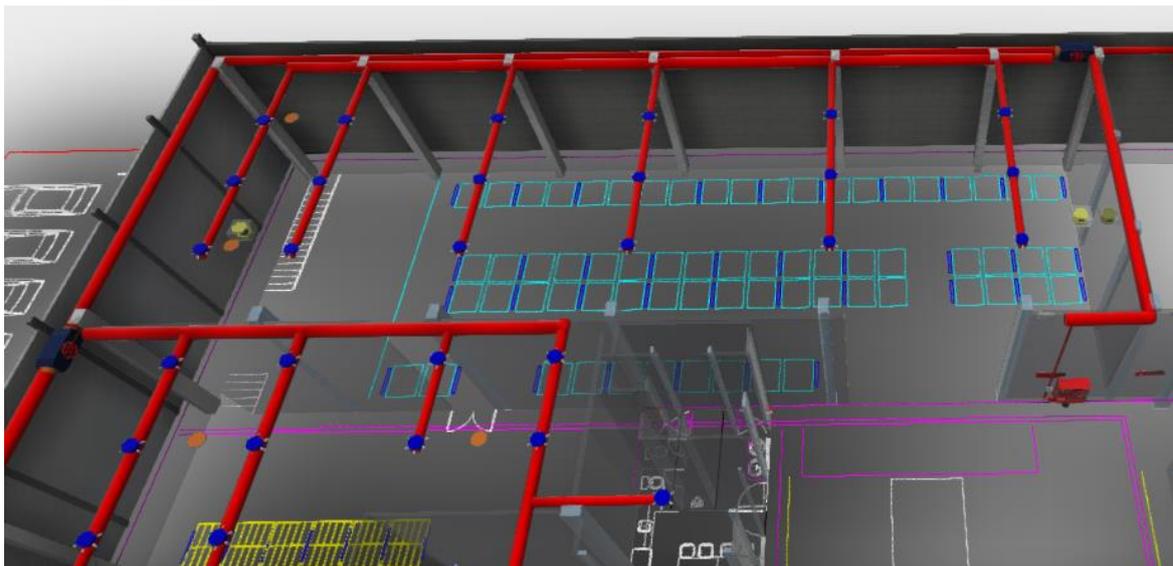
*Diseño 3D sistema contra incendios – vista bodega farmacia*



**ELABORADO: AUTORES**

Figura 35

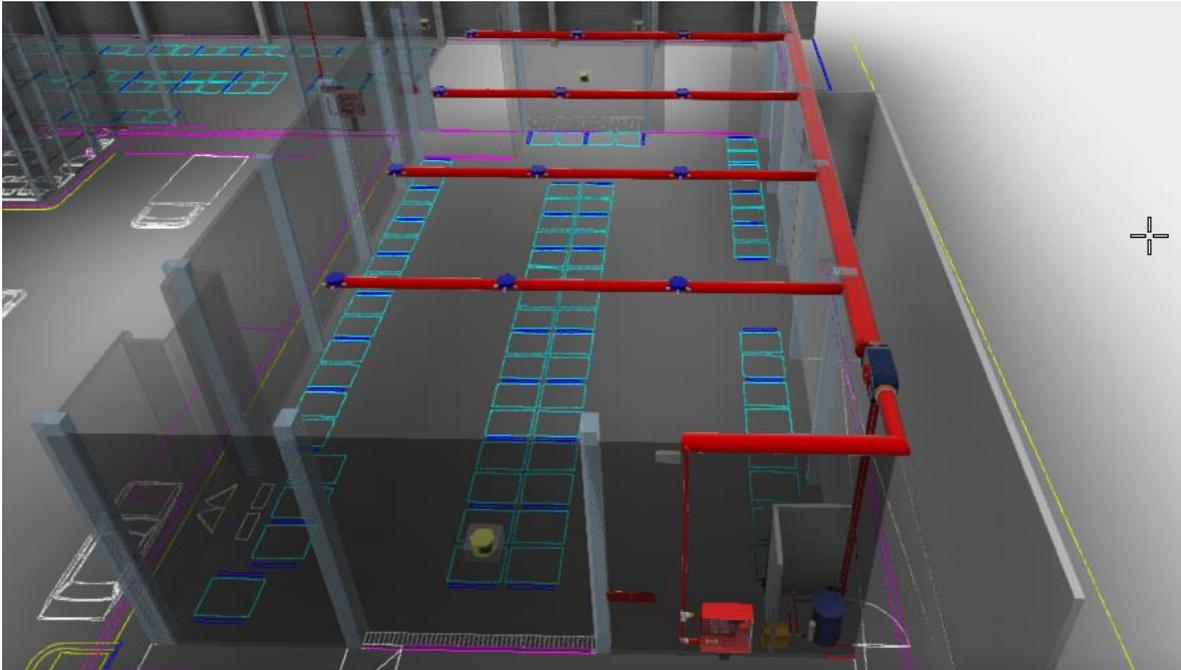
*Diseño 3D sistema contra incendios – vista bodega consumo*



**ELABORADO: AUTORES**

Figura 36

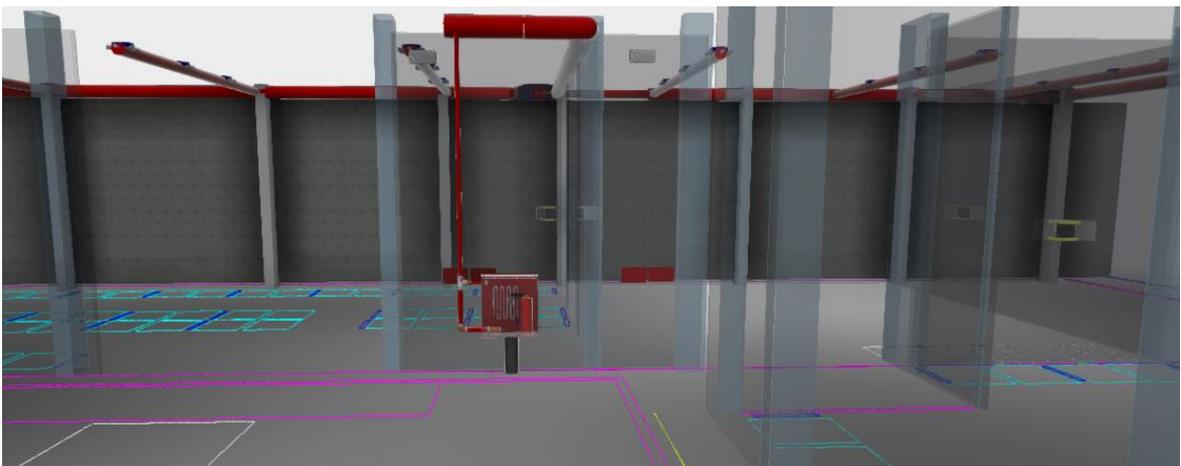
*Diseño 3D sistema contra incendios – vista bodega agro*



**ELABORADO: AUTORES**

Figura 37

*Diseño 3D sistema contra incendios – vista gabinete contra incendio*



**ELABORADO: AUTORES**

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones.

- En base al tipo de construcción de la empresa Ecuaquímica ubicada en la ciudad de Portoviejo, se ha diseñado un sistema contra incendios para almacenes, los requisitos de presión y de caudal se deben determinar de acuerdo a lo estipulado en la NFPA 13 Capítulo 7.
- En base a los cálculos realizados con el método Gretnener se concluyó que el nivel de seguridad contra incendios de la empresa Ecuaquímica es insuficiente, con un coeficiente de 0,65.
- Se determinó en base a los cálculos efectuados que el sistema contra incendios debe contar con una bomba jockey la cual suministrará un caudal mínimo de 8 gpm con una presión de 135 psi, la cual mantendrá la presión constante del sistema, y una bomba principal con un caudal mínimo de 500 gpm a una presión de 145 psi.
- Se realizaron los planos arquitectónicos del sistema contra incendios de la agencia Ecuaquímica Portoviejo en el cual se observa que el alcance del diseño propuesto cubre todas las áreas vulnerables y de alto riesgo, aportando de manera positiva a la seguridad de los colaboradores, de los bienes e infraestructura de la empresa.

## 5.2 Recomendaciones.

- Realizar inspecciones continuas y planificadas sobre el buen estado de los extintores, los mismos que se deben encontrar libres de obstáculos garantizando su fácil acceso.
- Con el objetivo de poder controlar eficientemente un posible conato de incendio se debería incrementar la capacidad de los extintores ubicados en la bodega de consumo y de agroquímicos,
- Tomando en cuenta los cálculos realizados para la implementación del sistema contra incendios se sugiere realizarla de manera progresiva y planificada, tomando en cuenta el costo que representa.
- Construir una cisterna o un tanque de reserva de agua con una capacidad de 60 m<sup>3</sup>, destinado exclusivamente para el uso del Cuerpo de Bomberos en caso de incendios.
- Aplicar las normativas NFPA (National Fire Protection Association) descritas en el presente proyecto de investigación para el futuro desarrollo e implementación de sistemas contra incendio.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 Bibliografía.

- Aguirre, J. (2021). ¿Cómo funcionan los sistemas contra incendios? *Seguridad 360*.
- Asfahl, R. (2018). Cap 12 Protección Contra Incendios. En R. Asfahl, *Seguridad industrial y salud*. Arkansas: Universidad de Arkansas.
- ASPPEC S.A. (02 de Abril de 2018). *ASPPEC*.
- Association, N. F. (2018). *NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. National Fire Protection Association, 2012.
- Barreneche, R. O. (2021). *Protección y seguridad contra incendios*. Mexico.
- Barreneche, R. O. (2021). *Protección y Seguridad Contra Incendios*. CP67, 2021.
- Caribe, S. d. (2017). *Seguridad industrial*.
- Casal, J. (2017). *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. Catalunya.
- Coca, G. (2017). *Metodo Analitico*.
- Correa, M. L. (2021). *Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios: Manual de ayuda al técnico de mantenimiento*.
- Díaz, J. M. (2018). *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. 10ma Edición actualizada*. Mexico: Tebar Flores SL.
- Gomez, I. (2020). *Ficha técnica bomba IHM 6X26*.
- González, C. M. (2020). *Sistemas de prevención y protección contra incendios en instalaciones, centros y edificaciones*. Madrid: Editorial Reus.
- Grupo de incendios. (2020). *Ficha técnica de rociador*. Rociador.
- Guerrero, A., & Sierra, E. (2021). *NTP 420 Instalaciones de abastecimiento de agua contra incendios*. España.
- Herrera, F. (2017). Métodos de evaluación de riesgo. En J. F. Peña, *Análisis comparativo de los principales métodos de evaluación del riesgo de incendio*.
- INEN. (2018). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.
- Ingeniería de redes hidráulicas. (15 de febrero de 2019).
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2018). *Almacenamiento de productos químicos. Orientaciones para la identificación de los requisitos de seguridad en el almacenamiento de productos químicos peligrosos*. Madrid.
- Jervis, P. T. (27 de Agosto de 2020). *Lifeder*. Obtenido de Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos.
- Jhony, C. (2017). *Triángulo de fuego y calor combustible - Sólidos*. España.
- Landián, M., & Sánchez, S. (27 de Febrero de 2019). *Control de incendios*. Obtenido de El método biográfico-narrativo.
- Linder, K. (2017). *Manual de protección contra incendios*. Madrid.
- Lusa, L. (Junio de 2020). *Bombas Periféricas*.

- Martinez, B. (2017). *Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios*. Bogotá, COLOMBIA.
- National Fire Protection Association. (2017). *NFPA 101: código de seguridad humana*. NFPA Internacional.
- National Fire Protection Association. (15 de Abril de 2021). *NFPA*. Obtenido de NFPA 72.
- Newman, G. D. (2017). *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales*. Venezuela.
- NFPA 13. (2019). *NFPA*. Canada.
- NFPA 20. (2019). *NFPA*. Canada: NFPA.
- NFPA. (2017). *NFPA 15*.
- NFPA. (2018). *NFPA 101*.
- NFPA. (2018). *NFPA 49*. Estados Unidos.
- NFPA. (2019). *NFPA 14, Norma para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras, edición 2019*. Asociación Nacional de Protección contra Incendios, 2019.
- Nirian, P. O. (5 de junio de 2020). *Economipedia*. Obtenido de Economipedia.com.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción*. (Noviembre de 2019). Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
- Perez, J. (2019). *Manual de Prevención Docente. Riesgos laborales en el sector de la enseñanza*. naullibres.
- Rodriguez, J. A. (2018). *Protección contra Incendios*. Madrid: FC Editorial.
- Talva, M. (30 de noviembre de 2021). *Mobility-work*.
- Universidad de Valencia. (18 de Julio de 2016). *Master Universitario en prevención de riesgos laborales*.
- Veiga, J. (2020). *Investigación incendios Operativa*.
- Veiga, J. M. (2020). *Manual de Investigación Privada*. Madrid.
- Veiga, J. M. (2020). *Perito en Prevención de Riesgos Labores Nivel Básico*. Madrid.
- Vertice, E. (2017). *Prevención de incendios*. Editorial Vértice.
- Zurita, F. (2020). *Diseño de un Sistema contra Incendios mediante la utilización de la Herramienta CFAST en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL*. Ambato.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1 Anexo 1. Resumen de cálculo presión rociadores

Figura 38

Resumen de cálculo presión rociadores

CALCULO DE PRESION PARA SISTEMA DE ROCIADORES														
			ZONA	AREA	AREA UTIL MTS	NO ROCIADORES	AREA DE COBERTURA 196 FT2							
C Fundido	0,00031		ZONA 1	OFICINAS	558,3	31	NO ROCIADORES = RAMALES DE 3							
C Galvanizado	0,00023	100	ZONA 2	BODEGA FARMA	245,35	13	DURACION SUMINISTRO DE AGUA = 60 MIN							
C Acero	0,000185	120	ZONA 3	BODEGA CONSUMO	300,83	17								
C Cobre	0,00012	140	ZONA 4	BODEGA VETERINARIA	110	6								
C PVC	0,0001	150	ZONA 5	BODEGA AGRO	360	20								
Tramo	Diametro en Pulgada	Caudal L/S	Coefficiente Friccion	Velocidad M/S	Velocidad M	Hfu	Longitud Horizontal	d Vertical	Accesorio	Total	Hf Total M	Presion Inicial M	Presion final M	PSI
P1-P2	1,25	1,58	120	0,78	0,03	0	4,04	0,8	1,1	5,94	0,12	15	15,95	22,6
P2-P3	1,25	3,16	120	1,56	0,12	0,1	4,04	0,8	1,1	5,94	0,42	15,95	17,29	24,6
P3-P4	1,5	4,74	120	2,34	0,28	0,2	1,62	0,8	1,1	3,52	0,52	17,29	18,89	26,8
P4-P5	1,5	4,74	120	1,04	0,06	0	4,03	0	1,6	5,63	0,12	18,89	19,06	27,1
P5-P6	2,5	3,48	120	2,08	0,22	0,1	4,03	0	1,6	5,63	0,42	19,06	19,7	28
P6-P7	2,5	12,22	120	3,12	0,5	0,2	4,03	0	19,2	23,2	3,67	19,7	23,86	33,9
P7-P8	2,5	16,9	120	4,14	0,88	0,3	46,58	0	4,9	51,5	13,76	23,86	38,5	54,7
P8-P9	2,5	18,9	120	4,14	0,88	0,3	23,3	2,5	16,3	39,6	10,59	38,5	43,96	70,9
P9-P10	2,5	18,9	120	2,33	0,28	0,1	4,9	0	3,2	16,6	1,09	43,96	53,83	76,4
P10-P11	4	18,9	120	2,33	0,28	0,1	5,03	0	6,4	11,4	0,75	53,83	54,85	77,8
P11-P12	4	18,9	120	2,33	0,28	0,1	4,96	0	4,9	9,86	0,65	54,85	55,78	79,2
P12-P13	4	18,9	120	2,33	0,28	0,1	24,04	0	6,4	30,4	2	55,78	56,69	82,5
P13-P14	4	18,9	120	2,33	0,28	0,1	30,13	0	4,3	34,4	2,27	56,69	59,24	86,1
P14-P15	4	18,9	120	2,33	0,28	0,1	6,42	0	4,3	10,7	0,71	59,24	60,22	87,5
P15-P16	4	18,9	120	2,33	0,28	0,1	62,25	0	2,1	64,4	4,24	60,22	64,73	91,9
P16-P17	4	18,9	120	2,33	0,28	0,1	1,11	3,8	3,8	14,7	0,97	64,73	69,73	93,9
P17-P18	4	18,9	120	1,04	0,06	0,1	7,67	0	20,6	28,3	0,26	69,73	70,09	6,53
P18-P19	4	18,9	120	1,04	0,06	0,1	3,9	2,75	63,7	70,4	0,64	70,09	73,55	104

ELABORADO: AUTORES

En base a los cálculos realizados se instalarán en total 87 rociadores, los cuales tendrán una presión mínima de 15 psi. De acuerdo con los cálculos realizados en la Ilustración 18, la presión final del sistema en el tramo más lejano será de 104 psi.

## 7.2 Anexo 2. Resumen de cálculos presión sistema de gabinetes

Figura 39

Resumen de cálculos presión sistema de gabinetes

CALCULO DE PRESION PARA SISTEMA DE GABINETES														
C Fundido	0,00031													
C Galvanizado	0,00023	100												
C Acero	0,000185	120												
C Cobre	0,00012	140												
C PVC	0,0001	150												
Tramo	Diametro en Pulgada	Caudal L/S	Coefficiente Friccion	Velocidad M/S	Carg Velocidad M	Hfu	Longitud Horizontal	Longitud Vertical	Accesorio	Total	Hf Total M	Presion Inicial M	Presion final M	PSI
G1-G2	2,5	6,3	120	1,38	0,1	0,04	3,12	8,7	5,8	8,92	0,31	50	50,41	71,58
G2-G3	2,5	6,3	120	1,56	0,12	0,03	23,75	0	6,4	30,2	0,94	50,41	51,47	73,09
G3-G4	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	5	0	6,4	11,4	0,36	51,47	51,95	73,77
G4-G5	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	4,87	0	6,4	11,3	0,35	51,95	52,43	74,44
G5-G6	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	24,07	0	4,9	30	0,9	52,43	53,45	75,9
G6-G7	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	31,8	0	6,4	38,2	1,19	53,45	54,77	77,77
G7-G8	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	6,93	0	6,4	13,3	0,42	54,77	55,3	78,53
G8-G9	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	61,75	0	6,4	68,2	2,12	55,3	57,55	81,72
G9-G10	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	1,61	0	6,4	32	1	57,55	67,37	95,67
G10-G11	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	9,32	0	6,4	23,6	0,1	67,37	67,5	95,85
G11-G12	4	12,62	120	1,56	0,12	0,03	7,03	0	6,4	73,5	0,32	67,5	70,59	100,24

**ELABORADO: AUTORES**

En base a los cálculos realizados se instalarán 3 gabinetes contra incendios equipados, para el cálculo de la presión requerida se han tomado en cuenta 12 tramos para obtener la presión final en el gabinete más lejano. La presión final en el tramo más lejano será 100,24 psi.

### 7.3 ANEXO 3. Especificaciones método Gretener

Figura 40  
Especificaciones método Gretener

INFORMACIÓN GENERAL	
Edificio:	Gran Almacen
Lugar:	Portoviejo
Dirección:	Paso Lateral Humberto Guillen
Parte del edificio:	Todo
INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA	
Tipo de Construcción:	Mixta (Resistencia al fuego variable)
Tipo de Compartimientos:	Plantas separadas entre ellas y > 200m2 con separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al f
Tipo de edificio:	Grandes Volúmenes (V)
Estructura portante:	Hormigón, ladrillo, acero, otros metales (incombustible)
Elementos de fachadas/tejadós:	Hormigón Ladrillos Metal (incombustible)
Número de plantas en el edificio:	2
Número de plantas que se evalúan:	2 (Aplica en construcciones tipo V, en donde la comunicación entre las plantas es abierta, afecta al área a evaluar)
Planta que se evalúa:	Planta 2
Cantidad de sótanos que se evalúan:	2
Longitud del local (mts):	18
Ancho del local (mts):	50
Área a evaluar (calculada):	1.800,00 Cuando alguna de las plantas evaluadas tiene un área diferente de la indicada el área total a evaluar puede ser diferente de la
Área a evaluar (calculada):	1.800,00 Cuando alguna de las plantas evaluadas tiene un área diferente de la indicada el área total a evaluar puede ser diferente de la
Área total a evaluar (mts2):	1623 calculada, si ese es el caso, indique el área total a evaluar.
Altura útil del local (mts):	1623
INFORMACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD	
Actividad de Fabricación/Venta:	Grandes almacenes Como regla general, para locales cuyo uso sea de difícil definición, se tomará la actividad que corresponda al tipo de uso o al almacenaje cuyo riesgo de activación sea el mayor.
Actividad de Almacenamiento:	Abonos químicos
La actividad se considera claramente definida cuando el uso está bien determinado y el tipo de materias depositadas es uniforme, si se trata de usos indeterminados y/o materias diversas almacenadas, debe dejar esta casilla en blanco (sin marcar) e indicar el grado de combustibilidad de la materia más combustible que represente al menos el 10% del conjunto de la carga de incendio.	
<input checked="" type="checkbox"/> La actividad está claramente definida Grado de combustibilidad según CEA: Indique el grado de combustibilidad si se requiere, si lo deja en blanco se tomará el valor recomendado para la actividad seleccionada.	
<input type="checkbox"/> Existen materias fuertemente fumígenas y su carga de fuego es menor al 10% del	
Peligro de humo:	Si lo deja en blanco se tomará el valor recomendado para la actividad seleccionada.
<input type="checkbox"/> Existen materias que presentan un gran peligro de corrosión o toxicidad y su carga es inferior al 10% del	
Peligro de corrosión o toxicidad:	Si lo deja en blanco se tomará el valor recomendado para la actividad seleccionada.
CLASIFICACION DEL RIESGO	
<b>ALTO:</b> Los edificios antiguos histórico-artísticos, grandes almacenes, depósitos de mercancías, explotaciones industriales y artesanales particularmente expuestas al riesgo de incendio (pintura, trabajo de la madera y de las materias sintéticas), hoteles y hospitales mal compartimentados, asilos para personas de edad, etc.	
<b>MEDIO:</b> Los edificios administrativos, bloques de casas de vivienda, empresas artesanales, edificios agrícolas, etc.	
<b>BAJO:</b> Las naves industriales de un único nivel y débil carga calorífica, las instalaciones deportivas, los edificios pequeños de vivienda y las casas unifamiliares, etc.	
Seleccione la clasificación del riesgo que corresponde al caso en estudio: Medio	
MEDIDAS DE PREVENCIÓN NORMALES	
<input checked="" type="checkbox"/> Hay extintores portátiles y son suficientes <input type="checkbox"/> Hay hidrantes interiores y son suficientes <input checked="" type="checkbox"/> Hay suficiente personal disponible e instruido en materia de extinción	
Caudal de la aportación de agua (l.p.m):	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/> Se asume suficiente
Reserva de agua (m3):	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/> Se asume suficiente
Tipo de Reserva de agua:	Aguas naturales con sistema de impulsión
Distancia entre el hidrante y la entrada al edificio (mts):	50
Presión del hidrante (bar):	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/> Se asume suficiente
MEDIDAS DE PREVENCIÓN ESPECIALES	
Detección del fuego:	Vigilancia con rondas cada 2 horas
<input checked="" type="checkbox"/> Instalación de detección automática <input type="checkbox"/> Instalación de rociadores	
Transmisión de la alarma:	Transmisión automática por central de detección o sprinkler a puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica (reservada o TUS) y
Intervención	
Cuerpo de bomberos oficiales (SP):	SP profesional
Bomberos de la empresa (SPE):	SPE Nivel 2
Escalones de Intervención:	Intervención en menos de 15 min. a menos de 5 Kr
Instalación de extinción:	Ninguna de las anteriores
<input checked="" type="checkbox"/> Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)	

MEDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN

Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares): < F30

Fachadas (altura de las ventanas menor o igual a 2/3 de la altura de la planta): < F30

Separación horizontal entre niveles: < F30

Aberturas verticales: Protegidas

Superficie vidriada (m2): 3557

No existen compartimientos celulares

PELIGRO DE ACTIVACIÓN

**DEBIL:** Museos

**NORMAL:** Apartamentos, hoteles, fabricación de papel.

**MEDIO:** Fabricación de maquinaria y aparatos

**ALTO:** Laboratorios químicos, talleres de pintura

**MUY ELEVADO:** Fabricación de fuegos artificiales, fabricación de barnices y pinturas

Seleccione el peligro de activación que corresponde al caso en estudio: Medio Si lo deja en blanco se tomara el valor recomendado para la actividad seleccionada.

EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS

Número de personas admitidas en el compartimiento considerado: 70

Categoría de la exposición al riesgo: Exposiciones, museos, locales de diversión, salas de reunión, escuelas, restaurantes, grandes almacenes

#### **7.4 Anexo 4. Planta de tubería externa de 4” del sistema contra incendio**

Figura 41

*Planta de tubería externa de 4” del sistema contra incendio*

#### **7.5 Anexo 5. Planta de sistema contra incendios, rociadores y gabinetes.**

Figura 42

*Plano de sistema contra incendios, rociadores y gabinete*