



**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

(Proyecto final de graduación)

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS PARA EL MUSEO REGIONAL DE SAN
RAMÓN, ALAJUELA**

Proyecto Final de Graduación sometido a la consideración de la

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Como parte de los requisitos
para aspirar al título y grado de

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA CON ÉNFASIS EN
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**


Diana Vega Valerio

Sede Interuniversitaria de Alajuela

Septiembre, 2023

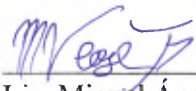
Hoja del Tribunal

Este proyecto de graduación fue aceptado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Licenciatura en Ingeniería Mecánica con Énfasis en Protección Contra Incendios.



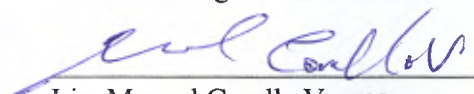
Mag. Hazel Aragón O'connor
Escuela de Ingeniería Mecánica

Representante de la Dirección



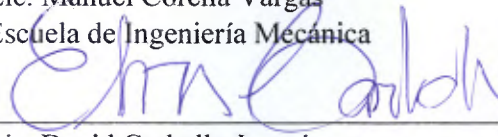
Lic. Miguel Ángel Vega Fallas
Escuela de Ingeniería Mecánica

Asesor director



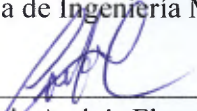
Lic. Manuel Corella Vargas
Escuela de Ingeniería Mecánica

Asesor interno



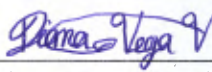
Lic. David Carballo Jarquín
Escuela de Ingeniería Mecánica

Asesor externo



Lic. Luis Andrés Flores Quirós
Escuela de Ingeniería Mecánica

Evaluador externo



Diana Vega Valerio
Carné: B67668

Ponente

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional durante toda la etapa universitaria, a los profesores que dedicaron tiempo en mi trayecto de crecimiento profesional. A todas las personas y empresas que estuvieron involucradas en este proyecto, quienes siempre permanecieron para ayudarme. A la Universidad de Costa Rica, por darme las herramientas para alcanzar esta meta.

Gracias totales.

Dedicatoria

Le dedico mi proyecto a mi gato, Niko.

Muchas gracias.

Índice general

| | |
|--|-----------|
| Hoja de Tribunal | ii |
| Agradecimientos | iii |
| Dedicatoria | iv |
| Índice general..... | v |
| Índice de Ilustraciones | x |
| Índice de cuadros..... | xii |
| Siglas y abreviaturas | xiii |
| Resumen | xiv |
| Abstract | xvi |
| CAPÍTULO 1 | 17 |
| 1. Introducción | 17 |
| 1.1 Descripción General..... | 17 |
| 1.2 Modalidad del trabajo final de graduación..... | 18 |
| 1.3 Justificación..... | 18 |
| 1.4 Objetivos | 20 |
| 1.4.1 Objetivo general | 20 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 20 |
| 1.5 Metodología general..... | 20 |
| 1.6 Alcance y limitaciones | 22 |
| 1.7 Aportaciones y productos esperados | 22 |
| 1.8 Comité asesor propuesto y terceras partes interesadas..... | 23 |
| CAPÍTULO 2 | 24 |
| 2. Marco teórico | 24 |
| 2.1 Museo Regional de San Ramón | 24 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.1.1 | Historia del Museo | 24 |
| 2.1.2 | Colecciones del museo | 26 |
| 2.1.3 | Patrimonio arquitectónico y cultural | 27 |
| 2.2 | Análisis de riesgos..... | 28 |
| 2.2.1 | Metodologías de análisis de riesgos | 29 |
| 2.3 | Definición y clasificación de riesgos | 44 |
| 2.3.1 | Definición de riesgo leve..... | 44 |
| 2.3.2 | Definición de riesgo ordinario (Grupo I y Grupo II)..... | 45 |
| 2.3.3 | Definición de riesgo extra (Grupo I y Grupo II) | 46 |
| 2.4 | Normativa de referencia de NFPA..... | 47 |
| 2.4.1 | NFPA 1. Código de incendios | 47 |
| 2.4.2 | NFPA 10. Norma para extintores portátiles contra incendios | 47 |
| 2.4.3 | NFPA 13. Norma para la instalación de sistemas de rociadores | 47 |
| 2.4.4 | NFPA 22. Norma para tanques de agua para protección contra incendios privada | 48 |
| 2.4.5 | NFPA 24. Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios | 48 |
| 2.4.6 | NFPA 25. Norma para la inspección, prueba, y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua..... | 48 |
| 2.4.7 | NFPA 72. Código nacional de alarmas de incendio y señalización | 48 |
| 2.4.8 | NFPA 101. Código de seguridad humana | 48 |
| 2.4.9 | NFPA 909. Código para la protección de bienes de recursos culturales- museos, bibliotecas y lugares de culto..... | 49 |
| 2.4.10 | NFPA 914.Código para la protección de estructuras históricas | 49 |
| 2.5 | Legislación nacional aplicable al museo | 49 |
| 2.5.1 | Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios | 49 |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----------|
| 2.5.2 | Ley 7555 | 49 |
| 2.5.3 | Decreto ejecutivo N° 32749 | 50 |
| 2.6 | El fuego | 50 |
| 2.6.1 | Factores que intervienen en la producción del fuego | 51 |
| 2.6.2 | Clasificación del fuego | 54 |
| 2.6.3 | Productos de la combustión..... | 55 |
| 2.7 | Sistema de protección contra incendios | 55 |
| 2.7.1 | Sistema de protección pasiva contra incendios | 55 |
| 2.7.2 | Sistema de protección activa contra incendios | 59 |
| 2.7.3 | Sistema de soportes | 68 |
| CAPÍTULO 3 | | 70 |
| 3. Diseño..... | | 70 |
| 3.1 | Selección de los métodos de análisis de riesgo | 70 |
| 3.2 | Análisis de la protección pasiva..... | 70 |
| 3.2.1 | Recorrido de seguridad humana en el museo | 72 |
| 3.3 | Rutas de evacuación..... | 73 |
| 3.4 | Selección del sistema de supresión contra incendios para el museo..... | 74 |
| 3.4.1 | Sistema de enclavamiento único con base de agua | 74 |
| 3.4.2 | Tanque de agua enterrado en sala 3..... | 75 |
| 3.5 | Muestra de cálculos para el sistema de supresión contra incendios..... | 76 |
| 3.6 | Presupuesto del sistema de supresión de incendios | 77 |
| CAPÍTULO 4 | | 78 |
| 4. Resultados y discusión..... | | 78 |
| 4.1 | Riesgos presentes en el Museo Regional de San Ramón..... | 78 |
| 4.2.1 | Recorrido de seguridad humana en el museo | 79 |

| | | |
|--|--|------------|
| 4.2.2 | Compartimentación | 80 |
| 4.3.1 | Sistema de supresión de incendios de enclavamiento único | 80 |
| 4.4 | Presupuesto del sistema de supresión de incendios | 83 |
| CAPÍTULO 5 | ..... | 85 |
| Conclusiones y recomendaciones | ..... | 85 |
| 5. Conclusiones | ..... | 85 |
| 5.1 | Recomendaciones..... | 86 |
| Referencias | ..... | 87 |
| Anexos | ..... | 94 |
| Anexo A. Colecciones del museo regional de San Ramón | ..... | 94 |
| Anexo A.1 | Clasificación por tipo de material | 94 |
| Anexo B. Información para el análisis de riesgo | ..... | 95 |
| Anexo B.1 | Modelo de tabla del método HAZOP..... | 95 |
| Anexo B.1.1 | Secuencia operativa del método HAZOP | 96 |
| Anexo B.1.2 | Clasificación de zonas sísmicas en Costa Rica | 97 |
| Anexo C. Análisis de riesgos de los métodos seleccionados | ..... | 98 |
| Anexo C.1 | Análisis de riesgos para el museo regional de San Ramón, Alajuela | 98 |
| Anexo D. Protección pasiva contra incendios | ..... | 99 |
| Anexo D.1 | Distancia de recorrido total..... | 99 |
| Anexo E. Datos del sistema de supresión de incendios | ..... | 101 |
| Anexo E.1 | Cuarto de máquinas | 101 |
| Anexo E.1.1 | Especificaciones del equipo y los materiales | 103 |
| Anexo F. Muestra de cálculos | ..... | 104 |
| Anexo F.1 | Cálculos hidráulicos del sistema de enclavamiento único elaborado en ®Excel | 104 |

| | |
|--|------------|
| Anexo F.1.1 Soportería antisísmica..... | 111 |
| Anexo G. Cotización del sistema de supresión de incendios..... | 114 |
| Anexo G.1 Cotizaciones | 114 |
| Anexo G.1.1 Presupuesto del sistema de supresión de incendios | 132 |
| Anexo H. Guía con recomendaciones para diseño de un sistema de protección contra incendios en inmuebles declarados patrimonio arquitectónico y cultural | 136 |
| Anexo H.1 Guía con recomendaciones | 136 |
| Anexo I. Planos del sistema de supresión contra incendios | 138 |
| Anexo I.1 Planos del sistema de supresión de incendios para el Museo Regional de San Ramón..... | 138 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 2.1 Palacio Municipal de San Ramón. Fuente: (Villalobos Cubero, 2014)..... | 25 |
| Ilustración 2.2 Gestión del riesgo. Fuente: (Cortés Díaz, 2018)..... | 28 |
| Ilustración 2.3 Desviaciones como fallos FMEA. Fuente: (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013)..... | 36 |
| Ilustración 2.4 Análisis FMEA. Fuente: (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013)..... | 37 |
| Ilustración 2.5 Símbolos lógicos más usuales en FTA. Fuente: (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013)..... | 38 |
| Ilustración 2.6 Significado de las palabras guía. Fuente: (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013)..... | 41 |
| Ilustración 2.7 Riesgo leve para Museos. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019a)..... | 44 |
| Ilustración 2.8 Tetraedro del fuego. Fuente: (García Ruiz, 2020)..... | 50 |
| Ilustración 2.9 Límite de inflamabilidad. Fuente: (Barreneche, 2020)..... | 53 |
| Ilustración 2.10 Detector de humo por aspiración de aire. Fuente: (Barreneche, 2020)..... | 60 |
| Ilustración 2.11 Colocación típica de un sistema de alarma de incendio local. Fuente: (National Fire Protection Association, 2009a)..... | 62 |
| Ilustración 2.12 Sistema de enclavamiento para rociadores. Fuente: (Barreneche, 2020)..... | 67 |
| Ilustración 2.13 Bomba de eje vertical impulsada por motor. Fuente: (National Fire Protection Association, 2009b)..... | 68 |
| Ilustración 2.14 Zonas sísmicas de Costa Rica. Fuente: (Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, 2010)..... | 69 |
| Ilustración 3.1 Sistema de supresión de incendios para el museo. Fuente: (Autora ,2023).... | 70 |
| Ilustración 3.2 Recorrido común en el museo. Fuente: (Autora, 2022)..... | 72 |
| Ilustración 3.3 Rutas de evacuación. Fuente: (Autora, 2022)..... | 73 |
| Ilustración 4.1 Protección del equipo. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019c)..... | 80 |
| Ilustración 4.2 Sistema común de rociadores de enclavamiento único. Fuente: (National Fire Protection Association, 2009b)..... | 83 |

| | |
|--|----|
| Ilustración B.1. Modelo de tabla HAZOP. Fuente: (Camacho López, et al., 2013)..... | 95 |
| Ilustración B.2. Secuencia operativa de un estudio HAZOP. Fuente: (Camacho López, et al., 2013)..... | 96 |
| Ilustración B.3. Clasificación de las zonas sísmicas de Alajuela. Fuente: (Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, 2010) | 97 |

Índice de cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 2.1 Niveles de criticidad subjetivos. Fuente: (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013) | 43 |
| Cuadro 2.2 Resistencia al fuego de elementos estructurales. Fuente: (Barreneche, 2020)..... | 58 |
| Cuadro 3.1 Carga de ocupantes total y cantidad de medios de egreso del museo. | 71 |
| Cuadro 3.2 Sistemas alternativos de extinción. Fuente: (Autora, 2022)..... | 74 |
| Cuadro 4.1 Distancia de la ruta total. Fuente: (Autora, 2023) | 80 |
| Cuadro 4.2 Resultados del sistema de supresión de incendios. Fuente: (Autora, 2023)..... | 81 |
| | |
| Cuadro A.1. Clasificación por tipo de material. Fuente: (Rodríguez, 2022) | 94 |

Siglas y abreviaturas

FM: Factory Mutual.

IVA: Impuesto sobre el valor agregado.

RNPCI: Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.

NFPA: National Fire Protection Association.

SPCI: Sistemas de Protección Contra Incendios.

UL: Underwriters Laboratories.

Resumen

En el presente trabajo se realizó el diseño de un sistema de protección contra incendios para el Museo Regional de San Ramón, ya que este es de gran valor histórico tanto para la región de Occidente como para Costa Rica. El Museo resguarda tres grandes colecciones de fotografías, documentos y objetos donados, además fue declarado patrimonio arquitectónico y cultural en 1982.

Este proyecto ayudó a que el Museo cuente con el diseño: de un sistema de supresión contra incendios, además se indicaron los medios de egreso para el edificio, las rutas de evacuación, al mismo tiempo se realizaron recomendaciones para el sistema de detección y alarma de incendios, de esta forma cumplir los cinco objetivos de la protección contra incendios, los cuales se fundamentan en salvaguardar la vida, salvar los bienes materiales, devolver a la normalidad las actividades, proteger el medio ambiente y conservar el patrimonio histórico.

Para cada uno de los diseños que se llevaron a cabo se aplicaron las normativas de la National Fire Protection Association (NFPA, por sus siglas en inglés), por lo tanto, se usaron normas como la NFPA 1, NFPA 10, NFPA 13, NFPA 22, NFPA 24, NFPA 25, NFPA 72, NFPA 101, NFPA 909 y la NFPA 914. De esta forma se cubrieron temas de seguridad humana y de sistemas de protección contra incendios, además se aplicó el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

Cítese este trabajo como:

Vega, V. D. (2023). *Diseño de un sistema de protección contra incendios para el Museo Regional de San Ramón, Alajuela*. [Proyecto final de graduación de Licenciatura]. Universidad de Costa Rica.

Abstract

In the present work, the design of a fire protection system for the Regional Museum of San Ramón was carried out, since has an important historical value for both, the Western region and Costa Rica. The Museum shelters three large collections of photographs, documents and donated objects, also it was declared architectural and cultural heritage in 1982.

This project helped the Museum have the design of: a fire suppression system, the means for egressing the building, the evacuation routes were indicated, at the same time recommendations were made for the detection and alarm system, thus fulfilling the five objectives of fire protection, which are based on safeguarding life, saving material goods, returning activities to normal, protecting the environment and conserving historical heritage.

For each of the designs that were carried out, the regulations of the National Fire Protection Association (NFPA) were applied, therefore, standards such as NFPA 1, NFPA 10, NFPA 13, NFPA 22, NFPA 24, NFPA 25, NFPA 72, NFPA 101, NFPA 909 and NFPA 914 will be used. In this way, issues of human safety and fire protection systems were covered. In addition, the National Fire Protection Regulations of the Meritorious Fire Department will also be considered.

CAPÍTULO 1

1. Introducción

En este capítulo se mencionan los apartados que constituyen el proyecto final de graduación, como son la justificación, los objetivos, la metodología, el alcance y las limitaciones, las aportaciones y productos esperados, el comité asesor y terceras partes interesadas, además se incluyen los derechos de propiedad intelectual.

1.1 Descripción General

El Museo Regional de San Ramón se ubica al costado norte del parque Alberto Manuel Brenes, Avenida 1, en el cantón de San Ramón de la provincia de Alajuela. El edificio cuenta con tres grandes colecciones de: fotografías, documentos y objetos donados, además de ser patrimonio arquitectónico y cultural.

El inmueble se seleccionó con el propósito de realizar el diseño de un sistema de protección contra incendios tanto pasivo como activo. Para el sistema de detección y alarma instalado en el Museo se realizó un análisis para considerar si cumplía con el Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización (en adelante NFPA, por sus siglas en inglés).

Para alcanzar los objetivos se hizo un análisis del riesgo, el cual indicó los peligros y las áreas de mayor exposición en un incendio, de esta forma se conoció cuál sistema de protección contra incendios es el adecuado para cubrir las necesidades del lugar. Se aplicaron los siguientes reglamentos y normativas: Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio (en adelante RNPCI) y la NFPA.

Se realizó una guía con recomendaciones para diseños de sistemas de protección contra incendios en edificaciones declaradas patrimonio arquitectónico y cultural. Además, se hizo un estudio sobre el diseño más adecuado para este tipo de edificios, en el cual se consideró preservar la integridad de la infraestructura y de los bienes del Museo.

1.2 Modalidad del trabajo final de graduación

Se decidió llevar a cabo un proyecto final de graduación de carácter teórico-práctico que se enfoca en el diseño de un sistema de protección contra incendios para el Museo Regional de San Ramón. Esta medida se adoptó debido a la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad humana y reducir el riesgo de incendios en dicha estructura. Además, este proyecto es particularmente adecuado para aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria en la carrera de Ingeniería Mecánica con Énfasis en Sistemas de Protección Contra Incendios.

Se considera de gran importancia compartir este diseño con la comunidad de San Ramón, ya que cumple con uno de los objetivos del proyecto final de graduación, el cual consiste en: “Fomentar la responsabilidad social que todos los(as) profesionales deben tener, en beneficio de la sociedad costarricense.”

1.3 Justificación

El interés en proporcionar un diseño adecuado de un sistema de protección contra incendios para el Museo Regional de San Ramón surge debido a la naturaleza del edificio. Este inmueble es antiguo y posee un alto valor histórico para Costa Rica, ya que está construido con el método tradicional de calicanto. Además, alberga colecciones de gran valor histórico y cultural, que incluyen libros, negativos fotográficos, pinturas, esculturas y otros objetos.

Es crucial destacar que estos materiales son altamente susceptibles a la rápida propagación de incendios, y dado que el museo carece de cualquier sistema de supresión de incendios, la situación de riesgo se vuelve aún más grave. En caso de que se produzca un incendio en el museo, es altamente probable que se produzcan pérdidas tanto en el edificio como en los valiosos objetos que se encuentran en su interior. Además, es de suma importancia garantizar la seguridad de las personas que puedan estar en el museo en ese momento.

Para desarrollar el diseño del sistema de protección contra incendios, se identificaron los peligros que representan una amenaza para la infraestructura. En este sentido, se llevó a cabo un análisis de riesgos utilizando diversos métodos, que incluyeron una lista de verificación, escenarios de "¿Qué pasa si...?" y un análisis histórico.

Con la finalidad de que el Museo Regional de San Ramón cumpla con las normativas NFPA y el RNPCI se buscó tener medios de egreso adecuados para las personas y asimismo rutas de evacuación en caso de emergencia. También se diseñó un sistema de supresión de incendios apropiado para resguardar el patrimonio histórico y arquitectónico, además de saber cuáles son los riesgos que se determinaron en el análisis de riesgos.

A través de la implementación del sistema de supresión de incendios y la protección pasiva, se buscó incrementar la seguridad en el Museo Regional de San Ramón en lo que respecta a la protección de las personas y la mitigación de los riesgos de incendio. Además, se consideraron detenidamente los costos asociados con la adquisición e instalación de estos sistemas de protección contra incendios.

1.4 Objetivos

A continuación, se muestra el objetivo general y los objetivos específicos del presente proyecto final de graduación.

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema de protección contra incendios para el Museo Regional de San Ramón basado en las normativas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, con el propósito de salvaguardar la vida, el patrimonio, los bienes y el medio ambiente.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Identificar los riesgos de incendio, así como analizar el sistema de detección y alarma instalado, definir el alcance y detalles que se precisan para las recomendaciones.
- b) Definir los parámetros y requisitos en cuanto a los sistemas de protección requeridos y de seguridad humana, para salvaguardar a las personas y los bienes del Museo como patrimonio histórico nacional.
- c) Aplicar recursos de dibujo asistido por computadora para la elaboración de los planos que se necesitan del sistema de protección contra incendios.

1.5 Metodología general

A continuación, se muestran los pasos metodológicos que se desarrollaron para el proyecto final de graduación.

Bloque I: Preparación de los fundamentos del PFG

- Búsqueda de referencias bibliográficas recientes relacionadas con el tema de sistemas de protección contra incendios para museos y edificios declarados como patrimonio nacional.
- Visitas al museo para levantar información de los bienes que custodia, detalles generales de la edificación, espacio físico, entre otros.
- Estudio de normativas nacionales y de la NFPA relacionadas con patrimonios y museos.

Bloque II: Identificación y definición

- Identificación de los riesgos de incendio presentes en toda la edificación del Museo, mediante el uso de herramientas de análisis.
- Definición de las normativas a utilizar para el diseño.
- Determinar el sistema de protección contra incendios a diseñar.

Bloque III: Ejecución del trabajo

- Elaboración de un boceto del diseño preliminar.
- Preparación de los modelos matemáticos y sistemas de cálculo, así como las mediciones requeridas.
- Realización de los cálculos.
- Selección de equipos y materiales.
- Elaboración de planos en ®Revit 2022.
- Realizar cotizaciones de materiales y equipo, mano de obra y todo lo necesario para la construcción del proyecto, basado en estimaciones realizadas por proveedores nacionales e internacionales

Bloque IV: Documentación

- Informe que identifique los riesgos de incendio presentes en el Museo.
- Elaboración de la memoria de cálculo.
- Listado de especificaciones de materiales y equipo requeridos.
- Elaboración del presupuesto de proyecto.
- Redacción de una guía con recomendaciones para diseños de sistemas de protección contra incendios en ediciones declaradas patrimonio arquitectónico y cultural.
- Elaboración de un manual de operación del sistema de protección contra incendios para el uso u operación y mantenimiento correcto de este.

1.6 Alcance y limitaciones

En el presente proyecto se realizó el diseño de un sistema de protección contra incendios para el Museo Regional de San Ramón, basado en las normativas NFPA relacionadas con museos y patrimonios. Para el sistema de detección y alarma de incendio solo se hicieron recomendaciones.

El proyecto abarcó la elaboración de los planos, en programas de dibujo asistido por computadora, se incluyeron las especificaciones de los materiales y equipos, así como el detalle del presupuesto requerido.

1.7 Aportaciones y productos esperados

A continuación, se presenta una serie de aportaciones y entregables que se realizaron:

- a) Un informe que identifique los riesgos presentes en el Museo.
- b) Una memoria de los cálculos realizados para el diseño.
- c) Planos del sistema de supresión de incendios y de las rutas de evacuación.

- d) Presupuesto del sistema de protección contra incendios, asimismo un documento con especificaciones del equipo y los materiales que se requieren, además de la instalación de cada uno de ellos.
- e) Manual con el protocolo para el sistema de protección contra incendios, igualmente una guía con recomendaciones para diseños de sistemas de protección contra incendios en edificios declarados patrimonio arquitectónico y cultural.

1.8 Comité asesor propuesto y terceras partes interesadas

Posteriormente, se indica el comité asesor del PFG y la persona interesada que está a cargo de la dirección del Museo Regional de San Ramón:

Director: Lic. Miguel Ángel Vega Fallas,

Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR (Sede Interuniversitaria de Alajuela).

Asesor: Lic. Manuel Corella Vargas,

Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR (Sede Interuniversitaria de Alajuela).

Asesor: Lic. David Carballo Jarquín,

Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR (Sede Interuniversitaria de Alajuela).

Interesado: Andrés Badilla Agüero, director del Museo.

Museo Regional de San Ramón (San Ramón, Alajuela).

CAPÍTULO 2

2. Marco teórico

En este capítulo se muestra la revisión de la literatura consultada para el desarrollo del proyecto, se recopiló información sobre normativas nacionales e internacionales, proyectos de graduación, entre otros documentos que lograron enriquecer las bases teóricas del presente trabajo.

2.1 Museo Regional de San Ramón

En esta sección se brindará información relacionada con la historia del Museo Regional de San Ramón, sus colecciones y porqué es declarado patrimonio arquitectónico y cultural.

2.1.1 Historia del Museo

En 1878 se creó el Palacio Municipal en San Ramón. Su fachada fue diseñada por el ingeniero Cristoph Conrad Runnebaum¹, estaba pensado como un estilo neoclasicista desde su inicio (Villalobos Cubero, 2014).

En 1924 no se había terminado la construcción, cuando se produce el terremoto de Orotina el 4 de marzo, en donde la segunda planta del edificio sufrió graves daños, por lo tanto, el cabildo abierto decidió derribar lo que quedaba y dejar el Palacio con una sola planta (Villalobos Cubero, 2014).

¹ Era conocido como “don Carlos”, nació en Dornum, Alemania, el 19 de marzo de 1846.

En la ilustración 2.1 se puede ver el Palacio Municipal de San Ramón, antes del terremoto de Orotina de 1924.



Ilustración 2.1 Palacio Municipal de San Ramón

El Palacio fue usado dos veces como cuartel militar, en 1917 cuando San Ramón fue la primera ciudad del país en revelarse contra la dictadura de los hermanos Tinoco, más tarde en 1948 durante la guerra civil (Cartin, 2020).

En los años posteriores al terremoto el Palacio fue usado como oficina de telégrafos, de correos y como Biblioteca Pública de San Ramón². En 1969 el edificio fue usado como la primera Sede Regional de Occidente de la Universidad de Costa Rica y en 1977, por medio del TCU “El Museo de San Ramón y la comunidad” pasó a ser el Museo Regional de San Ramón (Cartin, 2020).

² Primera Biblioteca Pública del país.

El Museo Regional de San Ramón fue declarado patrimonio arquitectónico y cultural en 1982, por ser de gran valor histórico, artístico, cultural e identitario de la Región de Occidente.

2.1.2 Colecciones del museo

El Centro de Documentación SCP³, contiene tres grandes colecciones de carácter patrimonial, que han sido abastecidas históricamente por medio de las donaciones realizadas por la comunidad de Occidente a lo largo de 35 años de funcionamiento del Museo Regional de San Ramón.

Colección de documentos

El museo cuenta con un total de 1 110 documentos impresos, esta colección incluye libros, recortes de periódicos, fotocopias de investigación y libros, entre otros. Además, tiene un catálogo de materiales conocidos como “opacos”. Igualmente, cuenta con 198 de planos y mapas registrados en inventario de distintos componentes como: papel, pergaminos, filminas, entre otros. Por último, tiene publicaciones que datan de 1894 hasta 1996 en la colección de Gacetas de la República, se encuentra en proceso de restauración y no se cuenta con el número exacto de Gacetas registradas.

Colección de fotografías

El Museo dispone de 2 782 fotografías impresas, también tiene 2 782 fotografías escaneadas y 2 129 fotografías en negativo.

Colección de objetos donados

Esta colección es la más grande en cantidad, ya que contiene una serie de objetos que se asocian con el patrimonio cultural, económico y educativo que ha sido parte del desarrollo de la Región de Occidente. Cuenta con objetos de madera, metálicos, de

³ Sección de Colecciones Patrimoniales.

papel, de vidrio, entre otros componentes. De igual forma, hay botellas, máquinas de coser y escribir, pupitres escolares, escaños de iglesias, Santos tallados en madera, textiles, pinturas, entre otros.

La SCP tiene 655 objetos donados. El Anexo A.1 muestra una clasificación por el tipo de material del conjunto.

2.1.3 Patrimonio arquitectónico y cultural

Las paredes del Palacio Municipal de San Ramón son fabricadas con arena y cal, que es conocido como calicanto, estas se construyeron en el siglo XIX, fueron recubiertas con repello y pintadas, pero pasó un periodo extenso antes de terminarse. Los arcos y balcones exteriores son elaborados en cemento armado. Además, hay uso de maderas en los cielos, en el piso, las ventanas y las puertas y un área del piso tiene mosaicos.

Para que la cal se pueda usar en repello, tiene que pasar por un proceso de apagado, ya que puede quemar la piel al contacto, por lo tanto, se mezcla con agua y entre más se apague tiene una mejor adherencia.

El siguiente autor indica la composición química de la cal con el agua:

La cal quemada se puede tratar con agua para proporcionar cal hidratada que es hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ o una mezcla de hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$. Este producto se llama cal hidratada, cal apagada o cal de constructores. (E. Boyd, 2017)

2.2 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos tiene como objetivo el establecer los accidentes que pueden ocurrir en el sitio, así como las consecuencias y los daños ocasionados. Es fundamental para cualquier proyecto de protección contra incendios, ya que busca conocer cuáles son las amenazas que pueden afectar el edificio y el grado de protección que se le puede asignar a cada área en el lugar. El análisis del riesgo es para Cortés Díaz (2018): “comprendiendo las fases de identificación de peligros y estimación de los riesgos” (p.128).

Se espera conocer también la valoración de riesgos, la cual permite tasar si los peligros identificados resultan admisibles. De esta forma poder hacer una correcta deducción sobre las amenazas (Cortés Díaz, 2018).

La evaluación de los riesgos abarca las siguientes etapas:

1. Identificar los peligros.
2. Reconocer cuáles trabajadores o visitantes están expuestos a riesgos.
3. Evaluar cualitativa o cuantitativamente los riesgos que hay.
4. Analizar si el riesgo puede ser eliminado y si no es posible, aprobar nuevas medidas para prevenir o reducir la exposición.

A continuación, se muestra la ilustración 2.2, en la cual se puede ver un esquema con las fases de la evaluación de los riesgos.

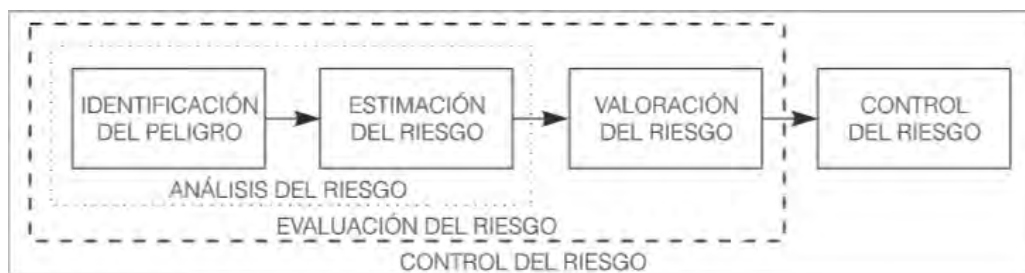


Ilustración 2.2 Gestión del riesgo

Se deben reconocer los peligros, considerando las operaciones, fallos técnicos, errores humanos, intervenciones no autorizadas, entre otros. Además, realizar el cálculo de las consecuencias fundamentado en la estimación de los valores que puedan alcanzar las distintas variables que forman parte de los fenómenos peligrosos y el cálculo de la vulnerabilidad de los acontecimientos dañinos para las personas, el medio ambiente y los bienes.

2.2.1 Metodologías de análisis de riesgos

Los métodos de análisis de riesgos buscan identificar las situaciones peligrosas en actividades en las que se manipulan materiales que representan una amenaza, por lo tanto, se busca examinar el diseño y hacer medidas correctoras o preventivas. También distinguir los escenarios en los que pueden ocurrir accidentes, con el propósito de evaluarlos y cuantificarlos en un análisis de riesgos (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Para la evaluación de riesgos se requiere de métodos cualitativos y cuantitativos como: Hazard and Operability Study (HAZOP, por sus siglas en inglés), árbol de fallos y errores, entre otros. Además, en situaciones de riesgo más específicos se usan: Gretener, Gustav Purt, Coeficiente K, Índice Mond, Índice Dow, Riesgo intrínseco, entre otros (Cortés Díaz, 2018).

Metodologías cualitativas de los riesgos

Los métodos cualitativos tienen como objetivo plantear la identificación de los riesgos en el origen, al igual que la conformación y el orden con el cual se presentan en un accidente (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

El objetivo de un análisis cualitativo es conocer los riesgos, los efectos (incidentes y accidentes que suceden cuando el riesgo se concreta) y las causas (los

orígenes o fuentes de los riesgos) (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

A continuación, se describe uno de los métodos de identificación de riesgos cualitativos, posterior se indicaron casos reales.

Bases de datos o análisis histórico de accidentes: se puede tener acceso a los accidentes más usuales, que hayan sucedido en relación con un proceso o sustancia peligrosa definida, de esta forma se conocen sus causas y consecuencias, por lo tanto, se pueden hacer conclusiones y recomendaciones (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Seguidamente se muestra una lista de incidentes ocurridos a lo largo de la historia en museos y/o patrimonios de la humanidad.

Museo Regional de San Ramón: en el 2012, en una actividad nocturna existían unas luces incandescentes conectadas, al lado de unas bolsas de basura estas comenzaron a quemarse, pero una persona se dio cuenta y lograron controlar el fuego (se desconoce cómo lo apagaron).

Museo Nacional de Brasil: el 2 de septiembre del 2018 el edificio se quemó por completo en un incendio que casi terminó totalmente con las colecciones de antropología e historia natural que albergaba el museo. Se recuperó alrededor de un 10% de los artículos (Museo Nacional de Brasil en Río de Janeiro: ¿qué causó el incendio que lo destruyó?, 2018).

El incendio en el lugar se originó debido a un problema con el aire acondicionado, ya que este no cumplía con las recomendaciones del fabricante. Los

disyuntores y los dispositivos de puesta a tierra fallaron, lo que provocó que el equipo recibiera una corriente eléctrica superior a su capacidad de diseño. (Unidad de aire acondicionado defectuosa provocó un incendio en el museo de Brasil).

El edificio no contaba con rociadores contra incendio ni tenía puertas corta fuego. Los hidrantes cercanos al museo no suministraron el caudal necesario para combatir el fuego (Unidad de aire acondicionado defectuosa provocó un incendio en el museo de Brasil).

Biblioteca de Alejandría: el 2 de marzo del 2003 aproximadamente 40 personas resultaron intoxicadas por el humo en el incendio que perjudicó un área de la biblioteca. El fuego comenzó por un cortocircuito en el cuarto piso y se logró contener una hora más tarde por los bomberos.

El sistema de alarma de protección contra incendios se activó y el edificio se evacuó previo a que el humo se propagara por el sistema de aire acondicionado. El fuego no llegó a la colección de libros y documentos históricos (Incendio en Alejandría, 2003).

Museo Egipcio de El Cairo: el 2 de febrero del 2011 En el patio del museo, dos cócteles Molotov fueron arrojados, lo que desencadenó un incendio que requirió la intervención del ejército para extinguir las llamas. Este incidente ocurrió en medio de un enfrentamiento entre seguidores y opositores de Mubarak, el siniestro dejó daños a 70 artículos. (Incendio en el museo Egipto de el Cairo, 2011).

Catedral de Notre Dame: el 15 de abril del 2019 el incendio ocurrido en la catedral parisina empezó a las 18:20 de la tarde cuando se dio la primera alarma, se realizó una inspección, pero no se encontró fuego, luego de 23 minutos se produjo la segunda alarma y se localizaron llamas en la zona superior del sitio, de esta forma se

evacuaron las personas. Se combatieron las flamas por aproximadamente nueve horas y se evitó la destrucción total de la catedral ("Notre Dame se salvó por 30 minutos": lo que se sabe del devastador incendio que causó graves daños a la catedral de París, 2019).

El arquitecto encargado mencionó que la madera de roble ardió más rápido de lo que tenían previsto. Se mantienen dos hipótesis: la colilla de un cigarrillo prendido o un cortocircuito, ya que ese día se realizaban reformas en el edificio.

Escuela de Arte de Glasgow: el 23 de mayo del 2014 un incendio se originó en la escuela, en el sótano del edificio, los testigos indicaron que un proyector defectuoso estalló. No hubo heridos.

Un nuevo siniestro sucedió en el edificio el 15 de junio del 2018, no hubo heridos, pero el incendio fue mucho peor, ya que todos los niveles fueron dañados. La escuela estaba siendo renovada del pasado desastre y se desconoce la causa que produjo el incidente (Un nuevo incendio daña la prestigiosa escuela de arte de Glasgow, 2018).

Museo Marítimo de la isla normanda de Tatihou: el 18 de julio del 2017 se quemaron los tres cuadros que el Museo del Louvre prestó al Museo Marítimo de la isla normanda de Tatihou en un incendio que solo ocasiono pérdidas materiales. Se indica que el fuego comenzó por un rayo.

TOP Mountain Motorcycle Museum Crosspoint: el 18 de enero del 2021 comenzó un incendio que destruyó 320 motocicletas clásicas de alto valor histórico y económico. Lo que provocó el fuego se desconoce, además el museo se quemó por completo y solo unas pocas motos en exhibición se salvaron.

Museo de Ciencias Naturales de Rosario: el 1 de julio del 2003 por medio de la explosión de una bomba, comenzó un incendio que destruyó el museo. Se resguardaban trece mil animales embalsamados, por lo cual el fuego se propagó muy rápido (Un incendio destruyó el museo de ciencias naturales de Rosario, 2003).

Museo Violeta Parra: el 7 de febrero del 2020 el museo sufrió un siniestro por parte del enfrentamiento de policías y protestantes que llegaron a tirar bombas a la edificación. No hubo heridos y la colección no sufrió daños, ya que se encontraba en un depósito, el cual no estaba dentro del museo.

Museo de cera ubicado en la Colonia Juárez, México: en 1992 por un cortocircuito, el fuego devastó todas las estatuas que había dentro.

Museo del Hombre, Honduras: el 30 de noviembre del 2017 un transformador de la zona explotó y el fuego se extendió a un hotel, a cuatro negocios y al museo. El edificio se destruyó en su totalidad. Este contenía colecciones sobre la época colonial, entre otras. Se lograron recuperar unas pocas piezas (Incendio en el centro de Honduras destruye museo del hombre, 2017).

Museo Getty de California: el museo se protegió de un incendio forestal ocurrido en el 2017, en Skirball, el fuego estuvo muy cerca, pero como la tierra estaba húmeda debido a un sistema de riego (que está alimentado por un tanque con un almacenamiento de hasta un millón de galones de agua), se impidió que este avanzara. Además, tiene una red de tuberías subterráneas que se activa si cae una chispa en el terreno que circunda el museo (Museo getty de California: ¿por qué es especial su arquitectura para protegerlo de incendios?, 2018).

Asimismo, el edificio tiene paredes internas hechas con concreto reforzado y las externas son de mármol travertino, el techo está protegido por piedras machacadas.

Cuenta con un sistema de filtración de aire que puede expulsar el humo y las cenizas de los salones para evitar las altas temperaturas. Tiene puertas automáticas contra incendio, entre otros sistemas (Museo getty de California: ¿por qué es especial su arquitectura para protegerlo de incendios?, 2018).

Seguidamente, se mencionan los otros métodos de identificación de riesgos cualitativos y la definición de cada uno de ellos.

Análisis HAZID o análisis preliminar de riesgos: el análisis Hazard identification (HAZID, por sus siglas en inglés) se aplica para el reconocimiento de escenarios y se usa en programas de defensa, que buscan hacer una identificación previa de los riesgos en la primera etapa del diseño, de esta forma evitar el costo que involucra un rediseño o una modificación en la fase de operación (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

El análisis HAZID tiene como objetivo obtener información sobre materiales y operaciones preparadas, determinar si es posible aplicar similitudes con otros procesos u operaciones experimentados previamente, investigar las operaciones y equipos cuya criticidad se necesita conocer (por ejemplo, toxicidad, corrosión, carga energética, entre otros), examinar los aspectos técnicos identificados y considerar medidas técnicas para reducir el riesgo asociado a los aspectos críticos.

El análisis "What if?" es un método que identifica riesgos y busca establecer posibles consecuencias ante un fallo específico mediante preguntas. Estas interrogantes, basadas en un evento inicial, conducen a un análisis de deducciones probables que implica comprender el comportamiento del sistema, culminando en recomendaciones en forma de medidas correctivas. (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013)

Camacho López, et al. (2013) indica algunos ejemplos de aplicación del *What if?*:

¿Qué ocurriría si el operador cierra mal la válvula?

¿Qué ocurriría si la tubería se obstruye?

¿Qué ocurriría si la temperatura ambiental supera los 30°C?

¿Qué ocurriría si se produce fuego exterior involucrando al tanque?

Para aplicar el método *What if?* primero se escoge una perspectiva o alcance para cada parte del estudio (seguridad de las personas, seguridad eléctrica, defensa contra incendios u otros) o se propone llevar el estudio de forma global con nada más que la narración de la secuencia del proceso; se aclara el funcionamiento del desarrollo y se da inicio, se proponen y anotan todas las preguntas *What if?* que surjan (No se contestan inmediatamente si no que se comprueba que si hay preguntas adicionales.), se contestan las preguntas *What if?*. Algunas van a necesitar estudio independiente, o el aporte de especialistas, luego se considera para cada pregunta *What if?* qué disposiciones existen y cuales considerar para prevenir el riesgo, conjuntamente disminuir su origen o suprimirlo (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Análisis por *checklist*: la lista de chequeo es un método de reconocimiento aplicable para la valoración de equipos, materiales o procedimientos y se usa en cualquiera de las fases del desarrollo de un proyecto (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Para la aplicación de la *checklist* se tiene que examinar la normativa y los estándares de empleo o referencia de uso, se hacen las listas de chequeo y por último se realizan los controles y valoración de la lista sobre la instalación de objeto de estudio.

Análisis de los Modos de Fallo y Efectos (FMEA, por sus siglas en inglés): se comienza por una lista de equipos y componentes de la instalación que puedan provocar un fallo (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Para hacer el análisis FMEA se deben plantear los fallos que pueden ocurrir en todos los elementos del equipo (proceso y control), se examinan las secuelas de los fallos, para localizar cuales pueden iniciar un accidente y fundamentar medidas de protección que puedan evitar los errores significativos.

En la ilustración 2.3 se pueden ver algunos ejemplos sobre desviaciones como fallos.

| DEBE | FALLO |
|-----------------------------|-------------------|
| Estar cerrado | Estar abierto |
| Estar abierto | Estar cerrado |
| Flujo | No fluir |
| En marcha | Parado |
| Estanco | Fuga |
| Señal de indicación o mando | Falta de señal |
| Accionamiento | Sin accionamiento |
| Refrigeración | Sin refrigeración |
| Abrir | No abrir |
| Cerrar | No cerrar |
| Sin fuga | Fuga |
| Etc. | No etc. |

Ilustración 2.3 Desviaciones como fallos FMEA

El procedimiento de aplicación del análisis FMEA consiste en separar la instalación en secciones de estudio, además de listar todos los componentes de equipo (de proceso y de control) dentro de una división del protocolo en la planta; establecer la operación de cada elemento de equipo, puntualizar los fallos posibles, explicar los efectos de los fallos definidos, definir si los fallos establecidos y las consecuencias planteadas que perjudican a otros elementos del equipo. Distinguir y proponer medidas

preventivas viables que puedan evitar los fallos establecidos, que puedan ser significativos como resultado de seguridad y hacer un informe del análisis (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

En la ilustración 2.4 se observa un análisis FMEA:

| FECHA: _____ | | PÁGINA ____ DE ____ | | | |
|----------------|-------------|---------------------|-----------|---------|---------------------|
| PLANTA: _____ | | REFERENCIA: _____ | | | |
| SISTEMA: _____ | | | | | |
| Item. | Descripción | Modo de fallo | Detección | Efectos | Medidas correctoras |
| | | | | | |

Ilustración 2.4 Análisis FMEA

Análisis de Árbol de Fallos (FTA, por sus siglas en inglés): este método empieza con el reconocimiento de un accidente ocurrido. A partir de ese incidente se define por medio de un proceso inductivo, el suceso iniciador, tal como se muestra en la ilustración 2.5.










| | |
|---|--|
|  | Suceso final (SF) |
|  | Suceso intermedio (SI) |
|  | Suceso básico iniciador (SB) |
|  | Suceso no desarrollado (SND) |
|  | Suceso normal o externo (SN) |
|  | Puerta producto o "Y": ocurre el suceso de salida si y solo si ocurren todos los de entrada |
|  | Puerta suma o "O": ocurre el suceso de salida si y solo si ocurre alguno de los de entrada |
|  | Puerta de inhibición: solo se da la salida si se da la entrada y la condición de inhibición. |
|  | Puerta de transferencia: indica la continuación del árbol en otro lugar. |

Ilustración 2.5 Símbolos lógicos más usuales en FTA

Para aplicar el análisis FTA se comienza por una lista los sucesos finales (SF), por ejemplo, una explosión de un recipiente a presión, explosión e incendio en un horno, entre otros. Cada SF es el comienzo de un árbol de fallos independiente; luego se pueden agrupar los accidentes como: las emisiones, incendio, explosión, entre otros, se hace una lista de los sucesos intermedios (SI) y básicos (SB) por medio del cuestionamiento inductivo y las preguntas: ¿Por qué ocurre el SF?: acontecimientos intermedios y básicos; relaciones efecto-causa, ¿Son alternativos?: puertas OR; ¿Son concurrentes?: puertas AND; se dibuja el árbol de fallos, usando los símbolos de la ilustración 2.5 y por último se establecen los conjuntos mínimos de fallos (cmf), por medio de algebra de booleo y el método matricial (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Análisis de árbol de sucesos: los árboles de suceso (*Event Tree*, ET), examinan las posibles secuelas asociadas con el fallo en un equipo o modificación en el proceso. Su uso permite conocer cuáles accidentes puntuales, mayores o catastróficos pueden ocurrir por medio de un único acontecimiento iniciador.

Para emplear el análisis del árbol de sucesos se deben reconocer los acontecimientos básicos iniciadores (SB). Se contesta la pregunta ¿Qué puede fallar de este elemento y de sus partes?, por ejemplo, en un compresor puede fallar la válvula de seguridad, lubricación, sellos, accionamiento, entre otros, se emplea el (sí/no o fracaso/éxito) al suceso básico del árbol, se deduce el hecho intermedio, sobre las alternativas de las situaciones, ejemplos: ignición, rotura del eje, entre otros.

Se usa el factor condicionante (FC) que puede repercutir sobre las alternativas de las situaciones determinadas en dos, por ejemplo: alarma, intervención humana o automática, parada de emergencia, entre otros, se utiliza el (sí/no o fracaso/éxito) en cada caso intermedio y/o factor limitante dispuesto en secuencia lógica de ocurrencia; ejemplo: ignición (sí/no)-detección (sí/no)-alarma (sí/no)-actuación (sí/no)-extinción(sí/no),se realiza una gráfica de: suceso básico (SB), sucesos intermedios (SI), factores condicionantes (FC) creando el árbol de sucesos. Se analizan todas las situaciones definidas, de esta forma plantearse más SI y más FC que se deban tener en cuenta, además se plantean y analizan las consecuencias, puede ser que haya una “sin secuelas”, finalmente se especifican y registran por escrito las recomendaciones provenientes del análisis (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Estudios de riesgos y operabilidad (HAZOP, por sus siglas en inglés): los estudios de riesgos y operabilidad HAZard and operability studies (HAZOP) componen una de las técnicas más estructuradas para distinguir los peligros relacionados con una planta de proceso (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

A continuación, se especifican algunas de las definiciones más usadas por Camacho López, et al. (2013) en la metodología del análisis HAZOP.

Nodo: es un punto del proceso (como un equipo) en el que se estiman las posibles desviaciones del proceso.

Intención: describir como se espera que actúe el proceso en un preciso nodo.

Desviación: configuración en que las condiciones del proceso se distancian de su propósito.

Parámetro: es un elemento significativo para la condición del proceso, ejemplos: presión, temperatura, composición, entre otros.

Palabra guía: simboliza la desviación de la intención. Las más habituales: *no, más alta, más baja, diferente, parte de, e inverso, demasiado pronto, demasiado tarde*, entre otras.

Causa: son propósitos mediante los cuales podría suceder una desviación.

Consecuencias: son los resultados de las desviaciones, si llegaran a suceder.

Salvaguardia: son instrumentos o protecciones del sistema que pueden contribuir a disminuir la frecuencia de acontecer de la desviación o reducir su impacto.

Recomendación: labores reconocidas durante el análisis HAZOP para su continuación.

Comentarios: son explicaciones al momento de hacer las recomendaciones o las sugerencias, a lo largo de las sesiones HAZOP.

El procedimiento de ejecución del método HAZOP se lleva a cabo por medio de los puntos específicos del proceso o los NODOS, en donde se van a valorar las respectivas desviaciones. Esto se realiza por medio de las palabras guía, como se especifica en la siguiente ilustración 2.6:

| PALABRAS GUÍA | SIGNIFICADO |
|-------------------------|--|
| NO | NEGACIÓN O AUSENCIA DE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO |
| MÁS MENOS | AUMENTO O DISMINUCIÓN CUANTITATIVA Se refiere a variables de proceso como caudal, presión, temperatura, o a actividades (calentar, reaccionar, etc.). |
| MÁS DE o ASÍ COMO | AUMENTO CUALITATIVO Si bien se realiza la función deseada, junto a ella tiene lugar una actividad adicional. |
| PARTE DE | DISMINUCIÓN CUALITATIVA Se realiza solamente una parte de la función deseada. |
| INVERSO | OPOSICIÓN A LA FUNCION DESEADA Utilizable preferentemente para actividades (flujo de retroceso, inversión de reacción química, etc.). |
| DE OTRA FORMA | SUSTITUCIÓN COMPLETA DE LA FUNCIÓN DESEADA |

Ilustración 2.6 Significado de las palabras guía

En el Anexo B.1 y Anexo B.1.1 se adjuntaron ilustraciones como guía para la elaboración del análisis HAZOP.

Metodologías cuantitativas de los riesgos

Los métodos cuantitativos buscan inspeccionar el progreso probable del accidente desde el origen (fallos en equipos y operaciones) hasta plantear la variación del riesgo (R) con la distancia.

Es una técnica de análisis crítico que involucra estructuras y cálculos para plantear la probabilidad de sucesos complejos (siniestros) desde los valores individuales de la posibilidad de fallo que concierne a los elementos (equipo y humanos) involucrados en los procesos (industriales) (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Este método utiliza la lógica matemática (estructuras lógicas y relaciones entre elementos), estadísticas de frecuencias de posibilidad de fallos y fiabilidad de los equipos y los cálculos de probabilidades de interacciones entre acontecimientos (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Datos para métodos cuantitativos

Para la interpretación de los datos probabilísticos, surgen las siguientes preguntas: ¿Es mi equipo igual de confiable que el modelo probabilístico?, ¿cómo mejora su confiabilidad al incrementar el mantenimiento?, ¿están condicionados los datos de confiabilidad con datos provenientes de países no desarrollados? (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Análisis mediante árbol de fallos: se aplica el método cuantitativo de los árboles de fallo y una vez que se encuentran las probabilidades de acontecer de los sucesos básicos iniciadores, se logra cuantificar en términos probabilísticos la frecuencia de producirse el acontecimiento final (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Análisis mediante árbol de sucesos: se agrega el método probabilístico por medio de la utilización de las probabilidades de acontecimiento de la elección de los incidentes básicos iniciadores, los intermedios y los factores condicionantes (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Análisis de riesgos en el entorno: el resultado de un análisis cuantitativo de riesgos en el medio considera la aprobación o rechazo de los proyectos para instalaciones nuevas, modificadas / ampliadas. Además de las disposiciones de autoprotección, intervención para lograr ver los planes de emergencia exterior (PEE) (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

Metodología semicuantitativa de los riesgos

Son técnicas de análisis crítico que aplica índices globales de la probabilidad de riesgo valorado en función de las estadísticas. Estas pueden ser de suficiencia general o proveniente de la experiencia de las compañías en el diseño y el procedimiento de plantas similares a las que se busca examinar.

Análisis de los modos de fallo, efectos y consecuencias (FMCEA): este análisis sigue los mismos principios que el método FMEA, la diferencia es que en el FMECA a cada modo de fallo se le asigna un nivel de criticidad, tal como se observa en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Niveles de criticidad subjetivos

| EFEECTO | NIVEL DE CRITICIDAD |
|------------------------------|----------------------------|
| - Ninguno | 1 |
| - Leves perturbaciones | 2 |
| - Importantes perturbaciones | 3 |
| - Peligro inminente | 4 |

2.3 Definición y clasificación de riesgos

En este apartado se va a describir la clasificación de los riesgos mencionados en la normativa NFPA.

2.3.1 Definición de riesgo leve

La NFPA (2019a) menciona “Espacios con poca cantidad y en baja combustibilidad de los contenidos” (p.38). Considerando la cita anterior un riesgo leve son sitios en donde la posibilidad que haya un incendio sea muy baja.

En la ilustración 2.7 se muestra un extracto de la NFPA 13, en la cual se indica el tipo de riesgo que se va a considerar para el Museo Regional de San Ramón.

| |
|--|
| <p>A.4.3.2 Las ocupaciones de riesgo leve incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none">(1) Refugios para animales(2) Iglesias(3) Clubes(4) Aleros y voladizos, si son de construcción combustible, sin materiales combustibles debajo(5) Ocupaciones educacionales(6) Hospitales, entre los que se incluyen hospitales para animales e instalaciones veterinarias(7) Ocupaciones institucionales(8) Criaderos de perros(9) Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados(10) Museos(11) Hogares de cuidados intermedios o centros de convalecencia(12) Oficinas, entre las que se incluyen oficinas de procesamiento de datos(13) Ocupaciones residenciales(14) Áreas de asientos de restaurantes(15) Teatros y auditorios, sin incluir escenarios ni prosenios(16) Áticos no utilizados |
|--|

Ilustración 2.7 Riesgo leve para museos

2.3.2 Definición de riesgo ordinario (Grupo I y Grupo II)

Grupo I

La NFPA (2019a) indica “Espacios con moderada cantidad y baja combustibilidad de los contenidos” (p.38).

La NFPA (2019a) cita “Apilamientos de contenidos con baja combustibilidad que no exceden de 8 pies (2.4m)” (p.38).

El riesgo ordinario Grupo I explica que estos espacios tienen una mesurada probabilidad que ocurra un incendio.

Grupo II

La NFPA (2019a) describe “Espacios con mucha cantidad y en muy alta combustibilidad de los contenidos” (p.41).

La NFPA (2019a) detalla “Apilamientos de contenidos con moderada a alta combustibilidad que no exceden de 12 pies (3.7m)” (p.41).

El riesgo ordinario Grupo II indica que estos espacios tienen una alta posibilidad que se produzca un incendio.

2.3.3 Definición de riesgo extra (Grupo I y Grupo II)

Grupo I

La NFPA (2019a) especifica “Espacios con mucha cantidad y en muy alta combustibilidad de los contenidos” (p.41).

La NFPA (2019a) describe “Espacios donde hay presencia de polvos, pelusas u otros materiales que introducen la posibilidad de incendios de rápido desarrollo” (p.41).

El riesgo extra Grupo I menciona que estos espacios son de muy alta probabilidad que se efectuó un incendio.

Grupo II

La NFPA (2019a) menciona “Espacios con mucha cantidad y en muy alta combustibilidad de los contenidos” (p.41).

La NFPA (2019a) indica “Espacios con cantidades sustanciales de líquidos combustibles o inflamables” (p.41).

La NFPA (2019a) describe “Espacios donde es extensa la protección de combustibles” (p.41).

El riesgo extra Grupo II expone que estos sitios son de muy alta probabilidad que ocurra un incendio, además tienen grandes cantidades de líquidos combustibles o inflamables.

2.4 Normativa de referencia de NFPA

La National Fire Protection Association (NFPA) fue fundada en 1896 con el propósito de eliminar los accidentes relacionados con incendios, riesgos eléctricos y otros peligros que estuviesen asociados. La NFPA es una organización de códigos y normas, la cual propone diseños para disminuir el riesgo y las consecuencias del fuego por medio de métodos para la construcción, el diseño, entre otros.

En esta sección se van a considerar algunas de las normativas de la NFPA, relacionadas con la protección de incendios para museos.

2.4.1 NFPA 1. Código de incendios

El propósito de este documento es determinar las condiciones mínimas indispensables para disponer de un nivel adecuado de seguridad humana y contra incendios, con el fin de proteger la propiedad contra los riesgos (NFPA, 2012).

2.4.2 NFPA 10. Norma para extintores portátiles contra incendios

Esta disposición es una guía para la selección, compra, instalación, aprobación, listado, diseño y mantenimiento de los extintores portátiles y de los agentes extintores clase D (NFPA, 2018a).

2.4.3 NFPA 13. Norma para la instalación de sistemas de rociadores

El presente código pretende brindar los requisitos de diseño, instalación para los sistemas de rociadores, entre los cuales se incorporan las tuberías para servicio privado contra incendios (NFPA, 2019a).

2.4.4 NFPA 22. Norma para tanques de agua para protección contra incendios privada

El propósito de esta norma es poder proporcionar un fundamento para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los tanques de agua para la protección contra incendios de forma privada (NFPA, 2018b).

2.4.5 NFPA 24. Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios

Esta norma busca proporcionar proteger la vida y los bienes por medio de la implementación de requerimientos para los sistemas de tuberías del servicio privado de incendios (NFPA, 2019c).

2.4.6 NFPA 25. Norma para la inspección, prueba, y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua

El propósito de este reglamento es salvaguardar la vida y la propiedad por medio de métodos de inspección, prueba y mantenimiento para los sistemas de protección contra incendio con base en agua (NFPA, 2020).

2.4.7 NFPA 72. Código nacional de alarmas de incendio y señalización

Esta norma busca definir los medios para activar señales, transmitir las, notificarlas y anunciarlas (NFPA, 2016).

2.4.8 NFPA 101. Código de seguridad humana

Aporta los requisitos mínimos al diseño, funcionamiento, mantenimiento de edificaciones y estructuras para brindar seguridad a las personas contra el fuego (NFPA, 2021a).

2.4.9 NFPA 909. Código para la protección de bienes de recursos culturales-museos, bibliotecas y lugares de culto

El propósito de esta norma es prescribir un programa comprensivo, con la misión de proteger los bienes culturales, sus contenidos y colecciones de posibles daños o pérdidas (NFPA, 2021b).

2.4.10 NFPA 914. Código para la protección de estructuras históricas

El propósito de este código es prescribir los requerimientos para la protección y recuperación de estructuras históricas, preservando al mismo tiempo los componentes, espacios y las características que convierten a estas estructuras históricas o arquitectónicamente importantes (NFPA, 2019d).

2.5 Legislación nacional aplicable al museo

Seguidamente se van a mencionar algunas de las normativas nacionales que son aplicables al Museo Regional de San Ramón, Costa Rica.

2.5.1 Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios

Los artículos 14 y 16 de la Ley 8228, indican que el empleo del RNPCI es obligatorio para todo diseño de nuevas edificaciones, edificios existentes, remodelaciones, cambio de aplicación y diseños e instalación de sistemas de protección contra incendios pasivos y activos, ya sean temporales o permanentes.

2.5.2 Ley 7555

En esta ley se tratan los patrimonios históricos-arquitectónicos de Costa Rica, su objetivo es la conservación, la protección y la preservación del patrimonio.

2.5.3 Decreto ejecutivo N° 32749

El decreto ejecutivo N°. 32749 es el reglamento a la Ley N° 7555 “Ley de Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica”, cuyo objetivo es la conservación, protección y preservación de los bienes inmuebles que tengan un valor histórico y arquitectónico.

2.6 El fuego

El fuego se produce en consecuencia de una reacción química llamada combustión. La química del fuego se comprende como el tetraedro del fuego, ya que los conforman los siguientes elementos: el combustible, el oxígeno, el calor, la fuente de ignición y la reacción en cadena, ver la ilustración 2.8 (García Ruiz, 2020).



Ilustración 2.8 Tetraedro del fuego

Para que el fuego exista se dice que es necesario que estén los siguientes componentes en las condiciones adecuadas.

Material combustible: son sólidos, líquidos, en estado gaseoso y nuclear.

Temperatura adecuada: todos los materiales requieren una cantidad de calor específico para generar vapores que logren quemarse en el momento que se alcanza el punto de ignición y dentro del rango de inflamabilidad.

Elemento oxidante: para que una materia se quemara se necesita un agente oxidante, el más común es el oxígeno, ya que se encuentra en el aire en un 21%.

Reacción en cadena: este se origina en el calentamiento de las moléculas del aire y llega un punto en que se convierten en moléculas inestables, conocidas como radicales libres.

2.6.1 Factores que intervienen en la producción del fuego

Para que el fuego exista no solo son necesarios los anteriores componentes en las condiciones indicadas, también intervienen una serie de factores físicos y químicos.

Punto de inflamación: es la temperatura mínima en la cual el componente inflamable o combustible llega a producir vapores y en la concentración adecuada con el oxígeno, forma una mezcla inflamable (Trujillo Mejía, 2012).

Punto de autoinflamación: es la temperatura inferior a la cual una combinación de gas inflamable y aire puede originar una llama sin requisito de una fuente externa de calor (Trujillo Mejía, 2012).

Punto de ebullición (*Boiling point*) es la temperatura en la cual la presión de vapor de un líquido equipara la presión atmosférica absoluta de 101 kPa.

Punto de inflamación momentánea (*flashover*) como la temperatura mínima de un líquido en la cual produce el vapor suficiente para crear una mezcla inflamable con el aire.

La NFPA 30 tiene definiciones para las clasificaciones de los líquidos inflamables y los líquidos combustibles como se muestra a continuación:

Líquidos inflamables: tienen un punto de inflamación de copa cerrada inferior de 37,8 °C y presión de vapor que no exceda una presión absoluta de 276 kPa a 37,8 °C. Se clasifican y se subdividen de la siguiente manera:

- Líquido clase IA: un líquido con un punto de inflamación menor de 22,8 °C y un punto de ebullición inferior de 37,8 °C.
- Líquido clase IB: un líquido con un punto de inflamación inferior de 22,8 °C y un punto de ebullición de 37,8 °C o superior.
- Líquido clase IC: un líquido con un punto de inflamación de 22,8 °C, pero inferior de 37,8 °C.

Líquidos combustibles: tienen un punto de inflamación de copa cerrada igual o superior a 37,8 °C. A continuación, se muestra cómo se categorizan:

- Líquido clase II: un líquido con un punto de inflamación igual o mayor a 37,8 °C y menor de 60 °C.
- Líquido clase III: un líquido con un punto de inflamación igual o mayor a 60 °C, pero menor de 93 °C.
 - a) Líquido clase IIIA: un líquido que tiene un punto de inflamación igual o mayor a 60 °C, pero menor de 93 °C.
 - b) Líquido clase IIIB: un líquido que dispone de un punto de inflamación igual o mayor de 93 °C.

El límite de inflamabilidad es una concentración de vapores inflamables que se encuentra dentro de un límite superior e inferior como se puede ver en la ilustración 2.9, la concentración de combustible necesita cumplir con ciertas condiciones de mezcla con el oxidante, usualmente el oxígeno, de esta forma pasa a la combustión. El límite inferior y superior se conocen de la siguiente forma:

Límite inferior de inflamabilidad (LII): es la acumulación mínima de vapores inflamables (el porcentaje de mezcla con el oxidante), por lo tanto, no logra arder.

Límite superior de inflamabilidad (LSI): es la acumulación máxima de vapores inflamables (el porcentaje de mezcla con el oxidante), de esta manera logra arder.

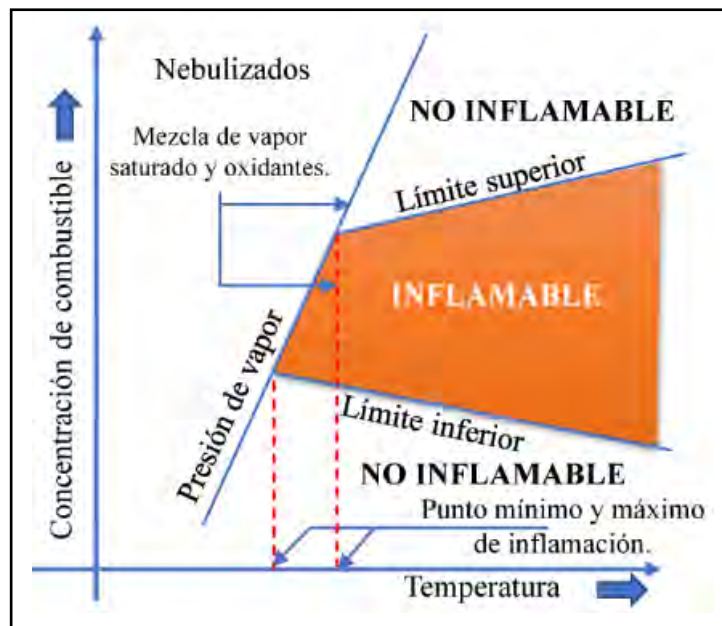


Ilustración 2.9 Límite de inflamabilidad

2.6.2 Clasificación del fuego

El comportamiento del fuego y el cómo se produce es importante tenerlo en cuenta, ya que el material influye en el resultado para combatir el incendio. A continuación, se muestra cómo se clasifican:

Fuegos clase A: es un fuego que se genera por materiales sólidos, como es la madera, el papel, las telas, el carbón, los textiles, cauchos, entre otros. Para combatirlo se hace generalmente por medio del agua. De igual forma se toman en cuenta los polvos químicos secos tipo ABC. El humo que crea este tipo de fuegos se define frecuentemente de color blanco y dejan brasa.

Fuegos clase B: proviene de un fuego que se produce en los líquidos y en los gases inflamables y combustibles. El humo que genera normalmente es de color negro y no deja brasa.

Fuegos clase C: es un fuego que se crea en sistemas, equipos y dispositivos eléctricos. Una vez que se corte la corriente eléctrica, el fuego se producirá por materiales clase A, B, D, E o K.

Fuegos clase D: es un fuego que se origina en metales de fácil oxidación, como: el sodio, el potasio, el magnesio, el litio y el titanio, entre otros. Siempre es importante mirar las hojas de técnicas de cada material, ya que tienen especificaciones diferentes.

Fuegos clase E: es un fuego que se produce por combustión de material nuclear.

Fuegos clase K: es un fuego que está relacionado con aceites, lubricantes, grasas, entre otros. Está muy relacionado con los incendios en cocinas.

2.6.3 Productos de la combustión

Cuando se origina el fuego, genera un conjunto de efectos sobre las personas y el ambiente, como son los gases y vapores, las llamas, el humo y el calor.

La principal causa de muerte en un incendio es la inhalación de humo, gases y vapores calientes porque, además de ser tóxicos, generan una falta de oxígeno. Los efectos que provoquen en las personas y en el sitio del incendio dependen del tiempo, la concentración de estos gases, vapores y humo y de la condición física de la persona.

El calor se puede transferir por conducción, convección y radiación. Asimismo, produce riesgos de exposición, ya que puede ocasionar lesiones leves e incluso la muerte. El aire caliente incrementa el pulso cardíaco, además ocasiona deshidratación, cansancio, obstrucción del tracto respiratorio y quemaduras.

2.7 Sistema de protección contra incendios

Un sistema de protección contra incendios tiene como objetivo el salvaguardar la vida, los recursos y la continuidad del negocio, estos son diseñados e instalados para contener un incendio, asimismo para avisar a los ocupantes o al Cuerpo de bomberos en caso de emergencia.

2.7.1 Sistema de protección pasiva contra incendios

Los sistemas de protección pasiva contra incendios se encargan de la seguridad estructural de la edificación, asimismo de la resistencia al fuego para que el incendio no pueda extenderse a los demás establecimientos del inmueble.

Los objetivos de la protección pasiva son los siguientes: lograr una evacuación segura de las personas, brindar protección estructural, contar con compartimentación y sectorización, realizar la evacuación de los productos de la combustión y facilitar al Cuerpo de Bomberos las labores de extinción y rescate.

Para tener en cuenta los sistemas de protección pasiva contra incendios hay que conocer cuáles son los riesgos del humo, como indica la NFPA HANDBOOK (2009b): El humo puede tener efectos perjudiciales sobre las personas, la propiedad (incluyendo la estructura del edificio y sus contenidos), y la continuidad del negocio. El efecto de la exposición al humo depende de la magnitud de las propiedades de humo (concentración de diferentes gases, reducción en la visibilidad, temperatura y flujo radiante) y la duración de la exposición.

La exposición a energía radiante de una capa de humo a una temperatura de por lo menos 160°C (320°F) por un periodo corto (5 a 10 segundos) puede ser suficiente para producir dolor (esta temperatura de una capa de humo proporciona un flujo de calor radiante de aproximadamente 2 kW/m² [20 Btu/s·pie²], considerando que el humo sea un cuerpo negro). Alternativamente, las personas por lo general toleran la inmersión en una capa de humo hasta de 100°C (212°F) durante aproximadamente 10 minutos (p.10-88).

Para tener un adecuado manejo del humo se tienen que considerar varios métodos, se pueden aplicar de manera individual o en conjunto con el fin de poder cambiar el movimiento del humo para favorecer la evacuación de los ocupantes, brindarles más visibilidad a los bomberos y disminuir los daños en las instalaciones (National Fire Protection Association, 2009b).

Los sistemas de protección pasiva contra incendios se componen de los siguientes métodos, pero no se limitan a:

Compartimentación: las paredes, divisiones, pisos y puertas se utilizan como barreras, estas cuentan con resistencia al fuego, de manera que tienen una mayor resistencia a la exposición al fuego durante un incendio.

Corriente de aire: para tener una corriente de aire se requieren considerables cantidades de tasas de flujo de aire con el fin de sostener la circulación del humo y la afluencia de aire podría aportar oxígeno al incendio.

Flotabilidad en grandes espacios: la flotabilidad de los gases calientes de la combustión se aplica en la manipulación del humo, ya sea por ventiladores o no impulsado. Estos sistemas de flotabilidad se emplean en espacios con alturas de 10 m desde el suelo al techo.

El terminado interior en un espacio puede hacer que absorba calor con rapidez y que lo logre contener, como lo hace un aislante, de ser posible disminuir el tiempo en el cual surja una combustión súbita generalizada (*flashover*). El terminado interior y el fuego cuentan con las siguientes características: contribuyen sobre la velocidad de la propagación del fuego antes que empiece el *flashover*, ayudan con la difusión del fuego por medio de las llamas que se propagan por la superficie, incrementan la magnitud del fuego al proporcionar combustible y por último generan humos y gases tóxicos que ponen en riesgo la vida y provocan daños al ambiente.

Seguidamente, se indica la resistencia al fuego de los materiales estructurales y se definen los sellos cortafuego:

Se considera la resistencia al fuego de los materiales estructurales exteriores, por lo tanto, se evalúan los riesgos que se pueden generar en caso de incendio, como se muestra en el cuadro 2.2. Además, si estos materiales no cuentan con algún tipo de revestimiento llegan a ser más dañados en un siniestro.

Cuadro 2.2 Resistencia al fuego de elementos estructurales

| | MADERA | HIERRO ACERO | HORMIGÓN ARMADO |
|--|---------------|-------------------------|----------------------------|
| RESISTENCIA AL FUEGO SIN PROTECCIÓN | Muy Baja | Baja | Alta |
| COMBUSTIBILIDAD | Alta | Ninguna | Ninguna |
| CONTRIBUCIÓN A LA CARGA DE FUEGO | Alta | Ninguna | Ninguna |
| CONDUCTIVIDAD DEL CALOR | Baja | Muy Alta | Muy Alta |
| INCORPORA PROTECCIÓN FRENTE AL INCENDIO | Muy Baja | Baja | Alta |
| POSIBILIDAD DE REPARACIÓN DESPUÉS DEL INCENDIO | Ninguna | Baja | Alta |
| PROTECCIÓN DE PERSONAS DURANTE LA EVACUACIÓN Y DE INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS | Baja | Baja | Alta |

Fuente: (Barreneche, 2020)

Los sellos cortafuego también forman parte de los sistemas de protección pasiva contra incendios, la American Society for Testing and Materials (ASTM, por sus siglas en inglés) los describe de la siguiente forma: Los sellos cortafuego son una combinación específica de elemento o componentes penetrantes, la construcción específica que se impregna, los materiales, dispositivos o incluso ambos, estos se encargan de sellar las aberturas (ASTM, 2017).

Los sellos corta fuego y corta humo se aplican en huecos y juntas, principalmente: en torno a ventanas y marcos de puertas, entre los muros que son de partición, paredes, techos, suelos y en torno a los montajes que perforan paredes y pisos, como las tuberías (que no sean de acero) y cables.

El F Rating se basará en el comienzo de las llamas en la superficie no expuesta, mientras que la clasificación T Rating se fundamentará en el aumento de temperatura y en la aparición de llamas en el lado no expuesto del sistema cortafuegos. Estas clasificaciones, en conjunto con los datos de rendimiento, la ubicación de las aberturas pasantes y las temperaturas de los elementos de penetración, buscan ser un factor en la evaluación de los beneficios de los sistemas cortafuegos (ASTM, 2017).

2.7.2 Sistema de protección activa contra incendios

Los sistemas de protección activa contra incendios son aplicados por medio de mecanismos activados de forma manual o automática, proporcionan un control sobre el incendio y están compuestos por los siguientes conceptos:

Detección: se pueden utilizar detectores de humo, llamas y calor. Estos brindan una señal de alerta a los ocupantes para que puedan evacuar.

- a. **Detección de humo:** los detectores de humo recolectan variaciones en las propiedades del aire, como son: el índice de refracción, transparencia y ionización, además se asocian a la suspensión de partículas de combustibles, cenizas y otras que genera el fuego. Una vez recogidas estas partículas por los detectores son convertidas a señales de alarma (Cortés Díaz, 2018).

Para el correcto funcionamiento de los detectores de humo se recomienda no instalarlos en las siguientes circunstancias: cerca de corrientes de aire, en sitios con grandes cantidades de partículas de polvo, a la intemperie, en lugares mojados o húmedos, en áreas para fumadores o que haya humo generado por automóviles u otros, en sectores de fabricación con presencia de vapores, próximos a luces fluorescentes, en ambientes muy fríos o muy cálidos. Cuando haya duda de instalar detección por humo es mejor considerar los detectores de calor, ya que estos no se ven afectados por algunos de estos factores (Barreneche, 2020).

- b. **Detección de calor:** son sensibles al aumento de la temperatura, además se activan cuando la temperatura sobrepasa un valor en

específico, otros detectores pueden accionarse cuando la velocidad de la temperatura excede un dato en particular (Barreneche, 2020).

- c. **Detección por aspiración:** es una red de tuberías, la cual se coloca por toda el área a proteger. Hay una bomba extractora que aspira la muestra del aire y la lleva a la unidad de detección para examinar si el aire tiene partículas de humo. Estos detectores se aplican con el fin de proteger equipos eléctricos, ambientes con un alto nivel de humedad y/o frío. Ver la ilustración 2.10. (Barreneche, 2020).

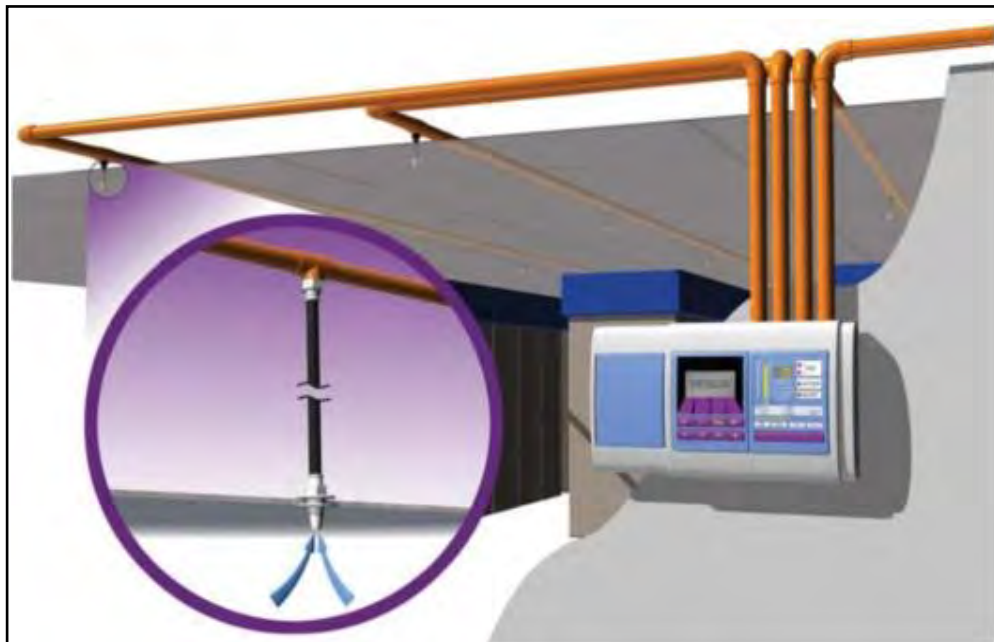


Ilustración 2.10 Detector de humo por aspiración de aire

Supresión del fuego: son todas las labores que busquen suprimir el fuego por una acción directa.

Ventilación mecánica: busca mantener un control del humo en las rutas de evacuación y en otras áreas en específico. Se usan ventiladores mecánicos resistentes al fuego.

Los sistemas de detección y alarma según el riesgo de incendio tienen que conectarse de forma que puedan controlar y monitorear los demás sistemas de protección contra incendios como son: los mecanismos de detección y alarma de incendio, la aplicación de los sistemas de extinción de incendios, los sistemas de agua contra incendios, los ascensores para uso de los bomberos, el mecanismos de desconexión de los ascensores, el sistema de presurización de escaleras, el sistema de control de humos, el sistema de liberación de puertas para la evacuación y por último la activación del sistema de extinción de incendios.

Los componentes de un sistema automático de detección y alarma contra incendios son los siguientes:

Panel de control contra incendios: es utilizado para recibir las señales que envían los detectores, pulsadores y otros elementos que estén conectados a la central, de esta forma indica la alarma de manera visual-acústica y mostrando en donde se encuentra el dispositivo activado. Un ejemplo de un panel de control local se observa en la ilustración 2.11.

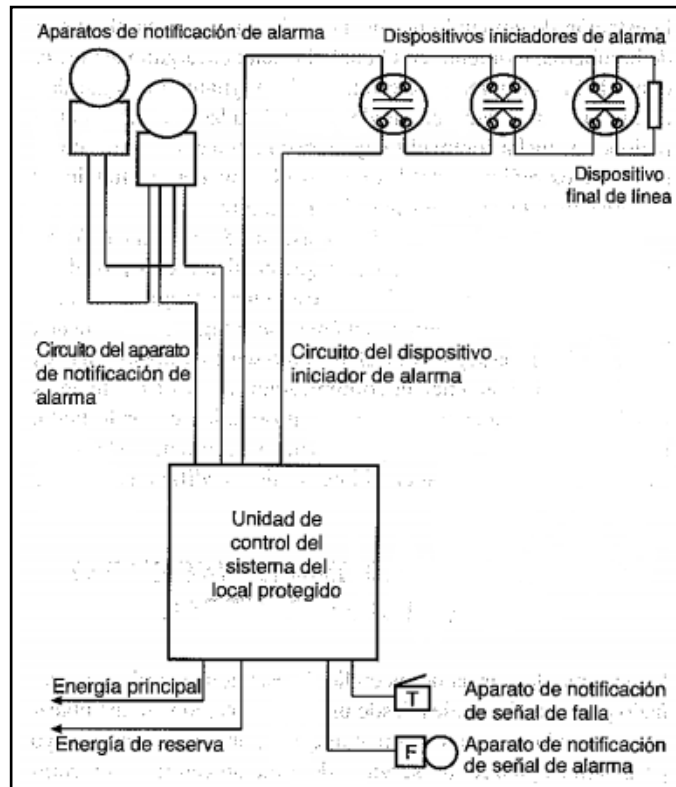


Ilustración 2.11 Colocación típica de un sistema de alarma de incendio local

Detectores de incendio: los detectores de incendio cuentan con un sensor capaz de detectar un fuego en el área que fue instalado y manda de manera automática la señal al panel de control. Estos fueron diseñados para detectar el fuego con el humo, el calor y la radiación.

Estación manual: es un dispositivo que envía una señal de alarma de incendio al panel de control, se activa de manera manual. Este tiene que instalarse en la totalidad del área a proteger, deben estar libres de obstáculos y ser de fácil acceso. Además de instalarse en el ingreso de cada una de las salidas de evacuación.

Dispositivo de alarma de incendio: es un mecanismo que se usa para brindar una señal visual y auditiva a los ocupantes del lugar, en caso de incendio, puede ser activado de forma automática por los detectores o por medio de la estación manual.

Mecanismos de transmisión de alarmas: se usa para transmitir la señal de alarma de incendio por medio del panel de control hasta un panel remoto de fuego.

Fuente de alimentación: se requiere para proporcionar energía eléctrica al panel de control y a los elementos que dependen de ella.

Presurización: los ventiladores mecánicos se conocen como sistemas de control de humo en la NFPA 92A. Estos aparatos generan un flujo de aire cerca de las hendiduras de las puertas cerradas y en las aberturas de construcción. Se emplean usualmente en escaleras y en el control de humo zonificado.

Existen sistemas móviles y fijos para combatir incendios, estos pueden ser automáticos o no automáticos, se van a mencionar los siguientes:

Extintores: los extintores son un recurso para el combate y la extinción del fuego, por lo tanto, se aplican al inicio del incendio. Es un elemento transportable el cual dispone de un agente supresor que se impulsa y dirige encima de la combustión por la presión interna.

La NFPA 10 recomienda en el A.E.2 la distribución de los extintores dentro del edificio como lo siguiente:

- a) Colocación uniforme.
- b) Accesibilidad sencilla.
- c) Que no estén obstruidos.
- d) Permanecer próximos a los recorridos comunes.
- e) Mantenerse cerca de las puertas de salida.
- f) Estar en un lugar protegido de golpes.
- g) Ser visibles.

Los tipos de fuegos más comunes son el A, B y C, estos se clasifican en materiales combustibles ordinarios, en líquidos inflamables y líquidos combustibles, entre otros, además de los fuegos que implican equipos eléctricos. El RNPCI menciona que el recorrido para los extintores clase A no debe exceder los 23 m, para los tipos B no puede sobrepasar los 15 m y los extintores clase C los 23 m.

En el RNPCI se señala que los extintores con un peso bruto menor a 18 kg tienen que estar a una altura no mayor de 125 cm medidos desde el nivel del piso al soporte del extintor, no puede haber un espacio libre entre el fondo del extintor y el piso inferior menor a 10 cm.

Hidrante: es un mecanismo hidráulico que se ensambla a una red de abastecimiento de agua. Se encuentra en el exterior del edificio y tiene varias tomas de manguera para combatir incendios.

Gabinetes de manguera: la forma de aplicar agua manualmente para combatir el incendio se hace a través de los gabinetes de mangueras, válvulas para uso de bomberos. El cajón de mangueras cuenta con los accesorios necesarios para que el brigadista pueda utilizarlo y aplicar agua sobre el fuego. Las válvulas son empleadas por los matafuegos estas suministran el caudal y la presión requerida con el fin de combatir las llamas.

Sistema manual clase I

Es un sistema de conexiones para mangueras de 0,065 m para suministrar agua a fin que el Cuerpo de bomberos la use. Los montantes de clase I deben ser redes húmedas, excepto donde las tuberías estén sujetas a congelamiento.

Para un sistema clase I, la tasa de flujo mínima para la montante más remota hidráulicamente obedece a 1 893 L/min, por medio de las dos uniones para mangueras de 0,065 m más distante. Con respecto a las montantes adicionales debe ser de 946 L/min por cada una y en edificios con áreas de piso que no excedan de 7 432 m² por piso. La presión residual más pequeña hacia la conexión hidráulicamente más alejada de 0,065 m tiene que ser de 6,9 bar.

Sistema manual clase II

Es un sistema que brinda estaciones de mangueras de 0,040 m para suministrar agua para el uso del personal entrenado o del Cuerpo de bomberos durante la respuesta inicial.

Para el sistema clase II debe estar provisto con no más de 30,5 m de manguera contra incendios listada de 0,040 m revestida, plegable o no plegable adosada y con el fin de ser usada. Además, la boquilla chorro-neblina tiene que ser listada. La tasa de flujo mínima hacia la conexión de manguera más remota hidráulicamente debe ser de 379 L/min. No es necesario contar con una corriente adicional donde se proporciona más de una conexión para manguera. La presión residual más pequeña para la conexión hidráulicamente más distante de 0,040 m obedece a 4,5 bar.

Sistema manual clase III

Es un sistema que brinda estaciones de mangueras de 0,040 m para suministrar agua para el uso del personal entrenado, además facilita una conexión para mangueras de 0,065 m así proporcionar agua en un mayor volumen para la disposición del Cuerpo de bomberos.

Para el sistema clase III necesita estar provisto con no más de 30,5 m de manguera contra incendios listada de 0,040 m, revestida, plegable o no plegable adosada y con el propósito de ser empleada. Además, la boquilla chorro-neblina debe

ser listada. La tasa de flujo mínima hacia la montante más remota hidráulicamente tiene que ser de 1 893 L/min, por medio de las dos conexiones para mangueras de 0,065 m más lejanas. En montantes adicionales se requiere de 946 L/min por montante para edificios con áreas de piso que no excedan de 7 432 m² por piso. La presión residual más insignificante para la conexión hidráulicamente más remota de 0,065 m cumple con 6,9 bar y en la conexión hidráulicamente más distante de 0,040 m obedece a 4,5 bar.

Rociador automático (sprinkler): es un elemento que se acciona al detectar un aumento de temperatura relacionado al fuego o al humo provocado por la combustión. Su objetivo es controlar el avance del incendio.

La NFPA (2019a) lo define como “Un dispositivo de control o supresión de incendios que funciona automáticamente cuando su elemento activado por calor se calienta hasta alcanzar o superar su certificación térmica, permitiendo la descarga de agua sobre un área especificada” (p.34).

Existen los rociadores colgantes y montantes uno colgante es diseñado para estar ubicado de forma que el chorro de agua se canalice hacia abajo, contra el deflector. El montante se instala de manera que la descarga de agua se enfoque a arriba, en dirección al deflector.

Sistemas de acción previa: también conocidos como sistemas de enclavamiento, este puede estar en presión o no, con un sistema de detección adicional localizado en el mismo sitio. Permite abrir la válvula de ingreso del agua a las tuberías y hacer la descarga por los rociadores que se encuentren abiertos.

Estos sistemas son los siguientes: que sea (un único sistema de enclavamiento, admite que el agua entre en las tuberías de los rociadores cuando se accionan los

dispositivos de detección de incendio), un (sistema que no sea de enclavamiento, acepta que el agua entre en las tuberías de los rociadores, al momento de la activación de los mecanismos de detección o de los rociadores automáticos), un (sistema de enclavamiento doble, aprueba el ingreso del agua en las tuberías de los rociadores al instante en que se activan los instrumentos de detección como de los rociadores automáticos). En la ilustración 2.12 se puede observar los componentes de un sistema de enclavamiento para rociadores.

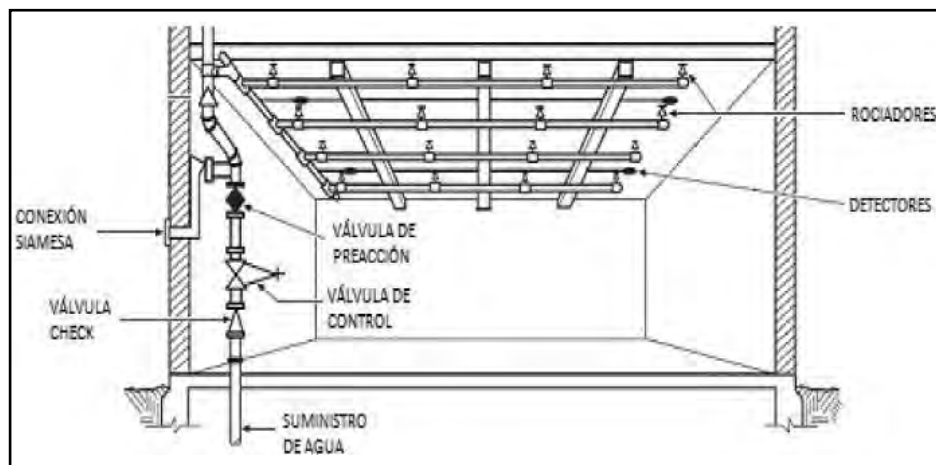


Ilustración 2.12 Sistema de enclavamiento para rociadores

Con respecto a la bomba seleccionada es una de turbina de eje vertical, que por medio de acoples flexibles y un eje impulsor se conecta a un motor diésel. Referente a la bomba esta va a necesitar una distancia entre el fondo del filtro y el del pozo húmedo no menor de 305 mm. Ver ilustración 2.13.

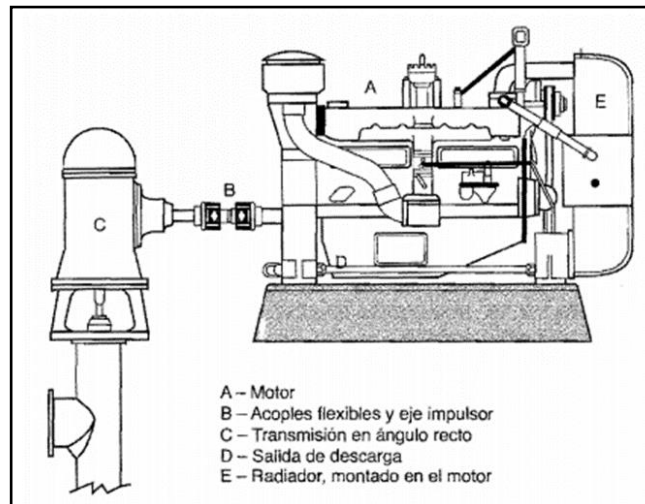


Ilustración 2.13 Bomba de eje vertical impulsada por motor

2.7.3 Sistema de soportes

Los soportes son los encargados de mantener fijas las tuberías contra incendio, de forma que no se muevan de su sitio y que no golpeen la infraestructura del edificio, es por esta razón que deben tener una adecuada repartición e instalación.

Es importante conocer el grado de sismicidad que hay en el cantón de San Ramón, ya que la NFPA 13 pide como requisito la protección sísmica en sitios que son vulnerables a terremotos.

La actividad sísmica de la zona de San Ramón se clasifica como zona III esto es un grado medio de sismicidad de acuerdo con el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), ver la ilustración 2.14 y en el Anexo B.1.2 para localizar las zonas de sismicidad.

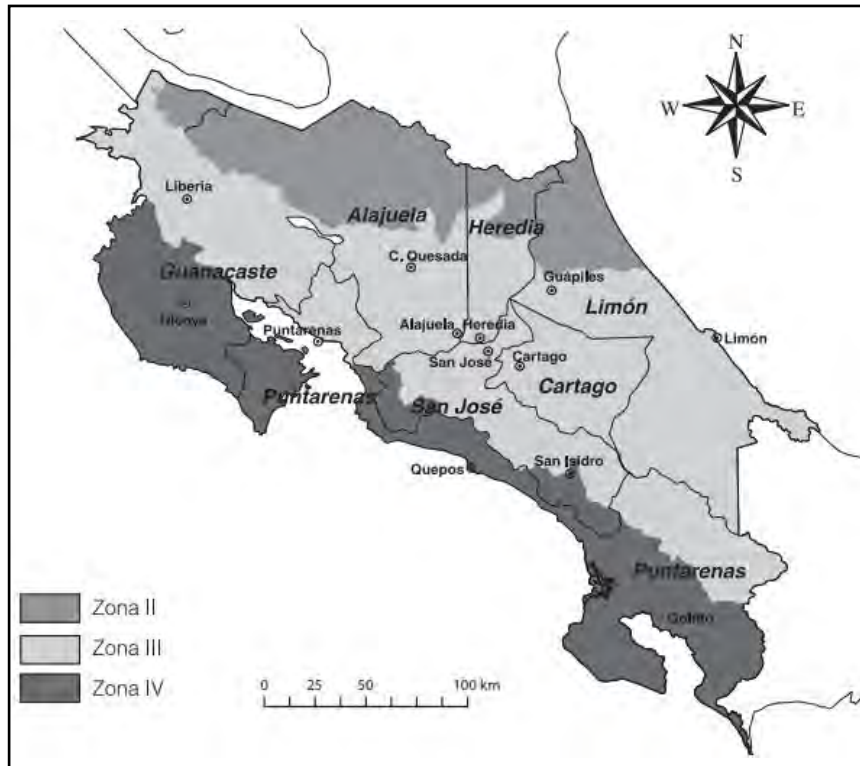


Ilustración 2.14 Zonas sísmicas de Costa Rica

La Comisión Nacional de Emergencias (CNE) indica la amenaza que puede representar la actividad sísmica en el cantón de San Ramón. La magnitud sísmica puede afectar lugares donde hay rellenos insuficientemente sólidos o suelos que por su procedencia facilitan este proceso. Las localidades más vulnerables son: la ciudad de San Ramón, Santiago, San Juan, Zaragoza, La Granja y San Rafael. Además, se mencionan la ruptura del terreno que puede provocar destrucción de hogares, carreteras, puentes, entre otros.

CAPÍTULO 3

3. Diseño

En el presente capítulo se brindan los procedimientos que se aplicaron para el diseño del sistema de supresión de incendios de enclavamiento único, además se da una explicación paso a paso hacia el desarrollo del proyecto en el Museo Regional de San Ramón. En la ilustración 3.1 se muestra el resultado.

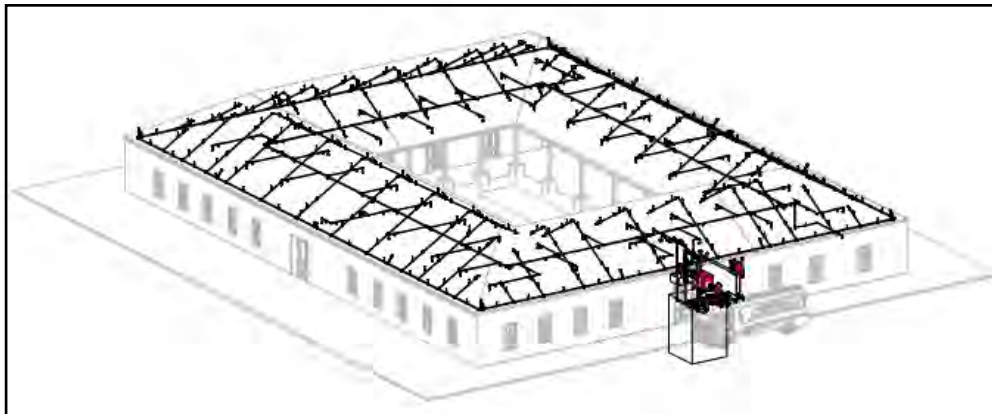


Ilustración 3.1 Sistema de supresión de incendios para el museo

3.1 Selección de los métodos de análisis de riesgo

Para el análisis de riesgo se implementaron los siguientes métodos cualitativos: análisis histórico de accidentes, el ¿qué pasaría si...? y la lista de chequeo. Ver Anexo C.1.

3.2 Análisis de la protección pasiva

Una vez definida la ocupación y el riesgo, se analizó la protección pasiva que requiere el museo, por lo tanto, fue necesario determinar el factor de carga de

ocupantes, el cual se encuentra en la tabla 7.3.1.2 de la NFPA 101. Además, en el punto 9.13.13.5.6.1 de la NFPA 909, se menciona que el diseño para la carga de ocupantes se basará en el número máximo de personas por área ocupada.

Considerando la información anterior, se hizo el cálculo de la carga de ocupantes por medio del área y el factor de carga (como se muestra en el cuadro 3.1), este dio un valor de 1 086 personas, pero tomando en cuenta que el museo tiene solo dos medios de egreso y no puede superar los 500 individuos. De igual forma, el ancho mínimo para las puertas es de 1 250 mm.

Cuadro 3.1 Carga de ocupantes total y cantidad de medios de egreso del museo

| Medios de egreso | |
|---|-----------------|
| Ocupación | Reunión pública |
| Área (m²) | 1 519,93 |
| Factor de carga (m²/personas) | 1,4 |
| Carga de ocupantes (personas) | 1 086 |
| Carga de ocupantes total (personas) | 500 |
| Ancho mínimo prescriptivo de vanos de puertas (mm) | 2 500 |
| Ancho mínimo prescriptivo de vanos de puertas (mm) | 1 250 |
| Cantidad de medios de egreso | 2 |

Fuente: (Autora, 2022)

3.2.1 Recorrido de seguridad humana en el museo

En la NFPA 101 se indican las disposiciones con respecto a el recorrido común, para el caso del museo como sitio de reunión pública, debe tener un recorrido de 23 m en áreas con una carga igual o inferior a 50 personas y si se cuenta con una cantidad superior la ruta común máxima permitida es de 6,1 m. En cuanto a los corredores sin salida no es posible sobrepasar los 6,1 m.

En la ilustración 3.2 se aprecian los recorridos comunes que hay en el museo, está el (punto A, el cual va de la sala de profesores al pasillo), luego está el (punto B este sale del segundo nivel del cuarto de colecciones patrimoniales y centro de documentación hasta el pasillo).

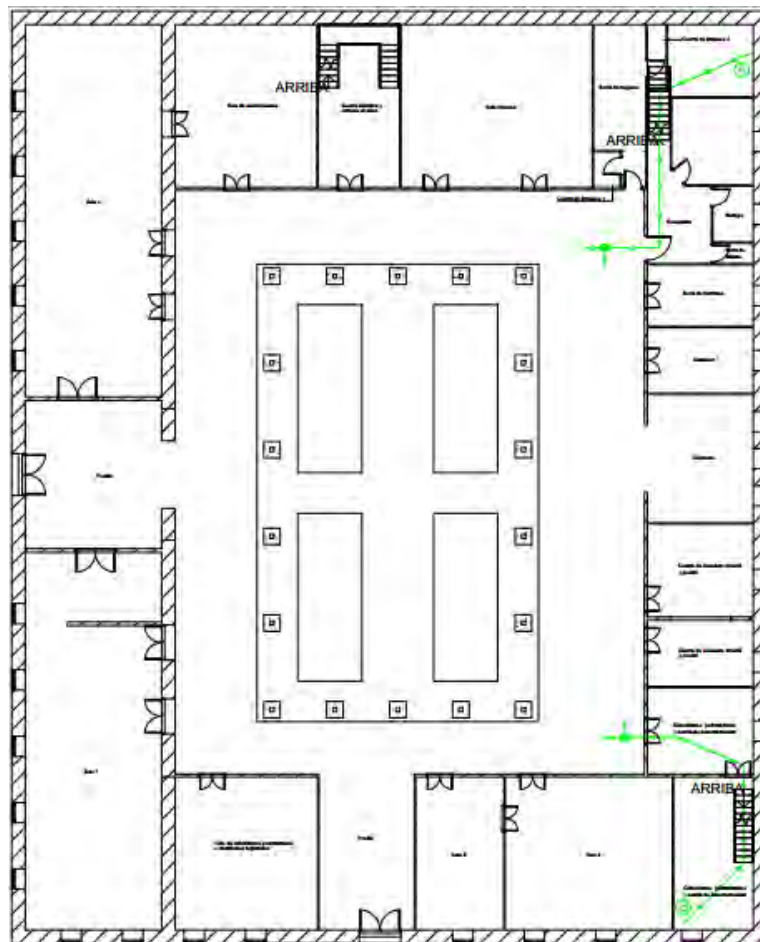


Ilustración 3.2 Recorrido común en el museo

3.3 Rutas de evacuación

En cuanto a los rótulos que van a guiar a las personas a la hora de la evacuación, se deben de tomar en cuenta las normativas INTE 21-02-01:2016 y la INTE 31-07-01:2016, en estas disposiciones se indican las dimensiones de los carteles y la colocación.

En la ilustración 3.3 se observan las dos salidas que tiene el museo, además se contemplan las zonas de seguridad que tiene el edificio. Los recorridos que se muestran demarcados por las flechas son las posibles rutas de evacuación que pueden hacer las personas hacia las áreas de refugio.

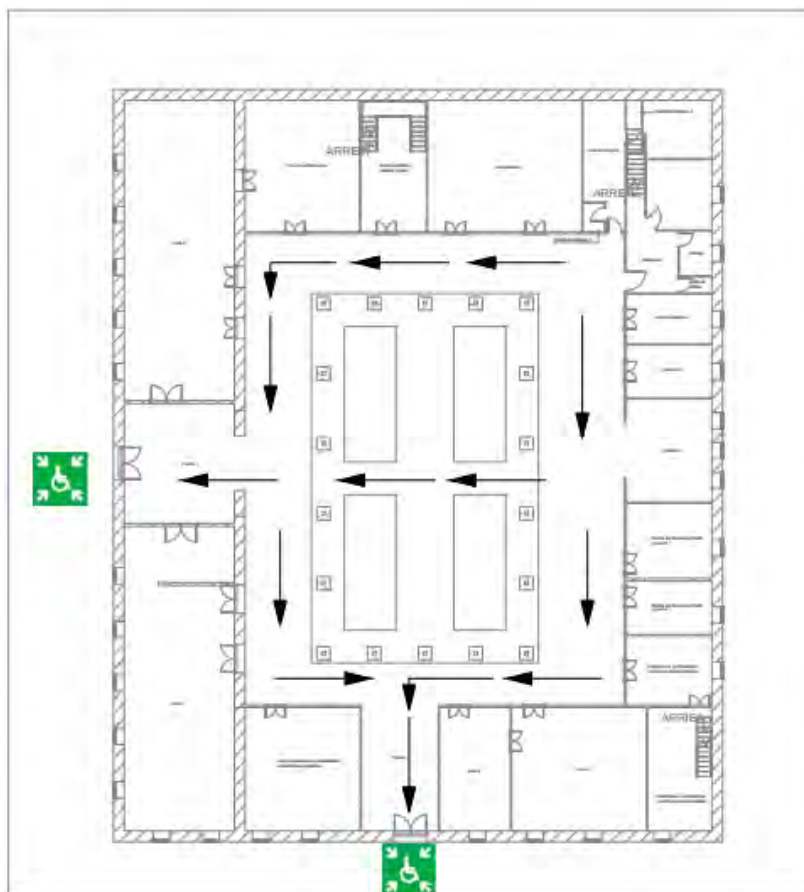


Ilustración 3.3 Rutas de evacuación

3.4 Selección del sistema de supresión contra incendios para el museo

En esta parte se detallaron los parámetros, consideraciones que se hicieron sobre la elección del sistema de supresión contra incendios para el museo, además de la elección del tanque de agua.

3.4.1 Sistema de enclavamiento único con base de agua

En cuanto a la selección del sistema de supresión de incendios más adecuado para el museo, se eligió el sistema de enclavamiento único a base de agua, ya que se consideraron otros sistemas alternativos, con respecto al apartado 9.8.1 de la NFPA 101, pero analizando su aplicación en el edificio se descartaron, como se muestra en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Sistemas alternativos de extinción

| Sistemas de supresión contra incendios | Descripción |
|--|--|
| Sistemas fijos de agua pulverizada para protección contra incendios (diluvio) | Este sistema se descartó para instalar en el museo, ya que, en la descarga, el agua está en pequeñas partículas y estas se adhieren a la pared, por lo tanto, va a dañar las paredes de calicanto por medio de la humedad. |
| Sistemas de agua nebulizada para protección contra incendios | Se considera lo mismo que para los sistemas de agua pulverizada, porque va a humedecer las paredes. |
| Sistemas extintores de agentes limpios e inertes para protección contra incendios | El sistema de extinción por medio de agentes limpios e inertes, no se va a aplicar, ya que no se pueden instalar cierres automáticos y no se puede mantener la estanqueidad del |

| Sistemas de supresión contra incendios | Descripción |
|---|--|
| | agente en el recinto, lo cual genera que este se escape. |

Fuente: (Autora, 2022)

Tomando en cuenta que en el inmueble no se pueden instalar cierres automáticos para no modificar la infraestructura se tomó la decisión de tener un sistema con enclavamiento único, porque este va a requerir la aprobación del sistema de detección de incendios para llenar las tuberías de los rociadores de agua y una vez el bulbo de los rociadores se revienten el agua pueda descargarse.

El agua es un factor que afecta las paredes del museo, pero como las gotas de agua por descargar en el sistema de supresión a base de agua son más gruesas que en un sistema de diluvio o en uno de agua pulverizada, estas gotas no llegan a penetrar de la misma forma en la pared.

En cuanto a la selección del cuarto de máquinas se escogió la sala 3, en vista que sus paredes son de concreto y por la ubicación, ya que casa de máquinas necesita tener un medio de egreso desde el exterior, de esta forma puede ser modificada para instalar los equipos necesarios, Ver Anexo E.1.

3.4.2 Tanque de agua enterrado en sala 3

Para la ubicación del tanque de agua se eligió la sala 3, por esta razón se va a requerir una bomba de turbina vertical, porque se necesita hacer un hueco en el suelo para el tanque.

3.5 Muestra de cálculos para el sistema de supresión contra incendios

En este apartado se va a mencionar el procedimiento del cálculo hidráulico realizado para el sistema de supresión contra incendios, en base a los riesgos identificados y en la NFPA 13. Conjuntamente especificar la información de los soportes y sujeción para la tubería, además del arriostramiento antioscilante por medio de una aplicación llamada ®TOLBrace™. Ver Anexo F.1 y F.1.1.

En cuanto al proceso para el cálculo hidráulico se contempló la ocupación del inmueble, el tipo de riesgo del edificio, área de funcionamiento de los rociadores, área de protección, cantidad de rociadores, presión mínima para cada rociador, capacidad de almacenamiento de agua del tanque y por último el cálculo hidráulico para los rociadores.

Para la sujeción de las tuberías se tomó en cuenta una distancia máxima entre los soportes colgantes con base en su diámetro, además los acoples flexibles para bajantes deben instalarse dentro de 0,6 m de la parte superior de la bajante.

El arriostramiento antioscilante de montantes que excedan los 0,9m de longitud tienen que estar provistas de una riostra de cuatro vías. La distancia entre riostras de cuatro vías en montantes no puede sobrepasar los 7,6 m.

Respecto al cálculo de la soportería antisísmica se necesita conocer la longitud de la abrazadera está varia para arriostramiento antioscilante transversal o longitudinal, ya que para el longitudinal la distancia máxima es de 24 m y para el transversal es de 12 m, también se solicita el tipo de cédula de cada tubería, el diámetro y el modelo de abrazadera. Igualmente, el programa solicita el coeficiente sísmico C_p , el cual es de 0.5 con base en la NFPA 13.

3.6 Presupuesto del sistema de supresión de incendios

Para el cálculo del presupuesto del sistema de supresión de incendios se hizo un estudio de los precios de cada uno de los dispositivos en el mercado nacional, a partir de la investigación en línea se determinó el costo total de los instrumentos del sistema como se observa en el Anexo G.1.

CAPÍTULO 4

4. Resultados y discusión

Este capítulo abarca los resultados y la discusión sobre el sistema de supresión de incendios que se analizó para el Museo Regional de San Ramón. También se mencionan los resultados del análisis de riesgos realizado.

4.1 Riesgos presentes en el Museo Regional de San Ramón

Con base en el análisis histórico de accidentes se sabe que los cortocircuitos, los equipos defectuosos, los atentados, descuidos en obra, rayos, incendios aledaños al edificio, entre otras causas, son fuente de generación de llama en este tipo de estructuras.

Para el análisis por medio de lista de chequeo se utilizaron varios apartados sobre la normativa NFPA y el RNPC, de esta forma se determinó por medio de la NFPA 909 que el museo requiere un sistema de supresión de incendios, por su naturaleza y los bienes que resguarda; además que el sistema de detección de incendios instalado presenta varios incumplimientos y deficiencias, asimismo el ático es un punto de riesgo importante, ya que este se usa como almacenamiento y no cuenta con cobertura, de igual manera el cuarto eléctrico se usa como depósito de objetos cuando este debe estar libre de materiales combustibles. ⁴

En el análisis ¿Qué pasaría si...? se plantearon situaciones en las que puede haber riesgo por fuego y se analizaron posibles consecuencias, se encontraron

⁴ Ver Decreto Ejecutivo N°36979-MEIC, Artículos: 5.1.1 y 5.1.3 para conocer sobre las inspecciones de las instalaciones eléctricas.

incumplimientos y deficiencias en el sistema de detección de incendios instalado y en el montaje eléctrico, por lo que se determina un peligro real de ignición en el museo.

4.2 Protección pasiva

El museo es considerado un sitio de reunión pública como lo muestra el punto A.3.3.198.2 de la NFPA 101, además su riesgo se toma en cuenta como un riesgo leve, esto se indica en el apartado A.4.3.2 de la NFPA 13.

En el punto A.6.1.14.1.3 de la NFPA 101 señala que las pequeñas áreas de almacenamiento se denotan como ocupación incidental, lo mismo con los espacios pequeños de oficinas. En cuanto al centro de literatura infantil y juvenil se señala en el apartado A.3.3.198.6 de la NFPA 101 que un sitio de reunión pública se diferencia de una ocupación educacional en el hecho que no son los mismos ocupantes todo el tiempo.

Tomando en cuenta que solo posee dos medios de egreso este edificio no puede superar la capacidad de 500 personas, asimismo el ancho mínimo para las puertas tiene que ser de 1 250 mm.

4.2.1 Recorrido de seguridad humana en el museo

En cuanto al límite de recorrido por ocupación se consideraron dos distancias de recorrido total. El punto A está en la sala para profesores y el B está en el cuarto de colecciones patrimoniales y centro de documentación, tomando en cuenta que el museo no tiene sistema de rociadores debe cumplir con un límite de recorrido total sin rociadores de 61 m y con rociadores es de 76 m como indica el RNPCI. Ver Anexo D.1.

Cuadro 4.1 Distancia de la ruta total

| Ruta | Longitud (m) | Cumple |
|------|--------------|--------|
| A | 51,99 | Sí |
| B | 33,85 | Sí |

Fuente: (Autora, 2023)

4.2.2 Compartimentación

Con base a la figura 4.1 se requiere de una compartimentación de, al menos una hora, para un cuarto de máquinas con rociadores.

| Cuarto/casa de la bomba | Edificios que exponen el cuarto/casa de la bomba | Separación requerida |
|-------------------------|--|---|
| Sin rociadores | Sin rociadores | Certificación ignífuga de 2 horas |
| Sin rociadores | Con rociadores | 0 |
| Con rociadores | Sin rociadores | 50 pies (15.3 m) |
| Con rociadores | Con rociadores | Certificación ignífuga de una hora o 50 pies (15.3 m) |

Ilustración 4.1 Protección del equipo

4.3 Protección activa

Referente al diseño del sistema de supresión de incendios para el inmueble este se basó en varias normativas NFPA y en el RNPCI, se obtuvo lo que se contempla a continuación.

4.3.1 Sistema de supresión de incendios de enclavamiento único

Diseño del sistema de supresión de incendios

Primero se precisa saber el riesgo del museo, en este caso es de riesgo leve porque la NFPA 13 lo indica, posterior se calcula el área de funcionamiento de los

rociadores y se conoce el caudal y la presión de cada uno, para luego saber la capacidad del sistema de bombeo y después poder seleccionar los demás equipos.

En cuanto a los criterios técnicos considerados para el diseño del sistema de supresión de incendios se contemplaron las siguientes normativas: NFPA 909, NFPA 914, el RNPCI, la NFPA 13 y la NFPA 20. Una vez realizadas las estimaciones se conoce lo posterior:

Cuadro 4.2 Resultados del sistema de supresión de incendios

| Equipo | Especificaciones |
|--------------------------|--|
| Rociador montante | k=80,6 lpm/bar ^{1/2} (5,6 gpm/ psi ^{1/2}), de modo que, se obtuvo un caudal por rociador de 70,98 lpm (18,75 gpm) y una presión mínima de 77,29 kPa (11,21 psi). Es de respuesta rápida y se debe instalar en el cielorraso. |
| Rociador colgante | k=80,6 lpm/bar ^{1/2} (5,6 gpm/ psi ^{1/2}), de modo que, se obtuvo un caudal por rociador de 70,98 lpm (18,75 gpm) y una presión mínima de 77,29 kPa (11,21 psi). Es de respuesta estándar y se tiene que colocar en el nivel 1 y 2. |
| Tanque de agua | Requiere una capacidad de 19,76 m ³ , por lo cual va a tener unas dimensiones internas de 3,3 m de ancho, 3m de largo y 2 m de alto. |
| Sistema de bombeo | En cálculo hidráulico se obtuvo 658,66 lpm (174 gpm) y 696,37 kPa (101 psi), por lo tanto, se necesita de una bomba de 946,35 lpm (250 gpm) y 696,37 kPa (101 psi). |
| Tanque diesel | Demanda una capacidad de 302,83 lpm (80 gal) y el dique de contención va a disponer de una magnitud de |

| Equipo | Especificaciones |
|-------------------|---|
| | 458,03 lpm (121 gal) y un tamaño interno de 1 m de ancho, 1,9 m de largo y 0,5 m de alto. |
| Tubería | La tubería para diámetros nominales mayores de 0,0635 m (2 ^{1/2} pulg) son de cédula 10, ASTM A795, tubería roja, grado B, extremo estriado y para diámetros nominales menores de 0,0635 m (2 ^{1/2} pulg) son de cédula 40, ASTM A53, tubería roja, grado B, terminación plana. |
| Soportería | Para el museo se estuvo implementando soportería antisísmica longitudinal y transversal, sujeción tipo pera, soporte tipo U-Bolt y acoples flexibles de varios diámetros. |

Fuente: (Autora, 2023)

En el Anexo E.1.1 se incluye el documento sobre especificaciones de los equipos y los materiales.

El sistema diseñado es de enclavamiento único, por lo que, se estuvo realizado en base a lo especificado en la ilustración 4.2.

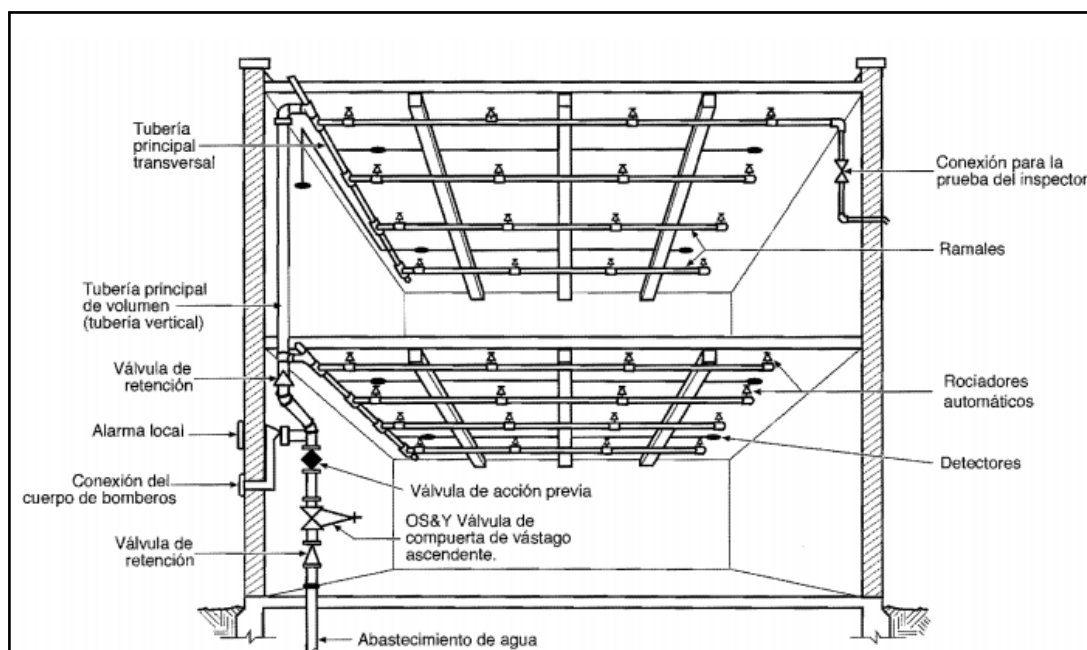


Ilustración 4.2 Sistema común de rociadores de enclavamiento único

En la ilustración 3.1 se muestra el sistema de supresión de incendios diseñado, para el nivel 1 y 2 se hizo una distribución de la red de tubería tipo árbol y en el ático se escogió una colocación con forma de anillo de esta manera las tuberías van a tener una menor presión de agua. Las tuberías verticales bajan hasta casa de máquinas que está en la sala 3 como se observa en el Anexo E.1.

4.4 Presupuesto del sistema de supresión de incendios

En esta sección se muestra el costo del sistema de supresión de incendios diseñado, el cual tiene un precio de ciento sesenta y nueve mil ciento sesenta y cuatro dólares con dos centavos (\$169 164, 02), en esta cotización se consideró la mano de obra, imprevistos, además del 13% del IVA, materiales y otros equipos que se indican en el Anexo G.1.1.

4.5 Guía para edificaciones declaradas patrimonios arquitectónico y cultural

En cuanto a la guía de recomendaciones para el diseño de sistemas de supresión de incendios en edificios declarados patrimonios arquitectónicos y culturales se adjunta en el Anexo H.1.

4.6 Planos del sistema de supresión de incendios

En este apartado se observan los planos del sistema de supresión de incendios de acuerdo con el diseño realizado para el edificio. Ver Anexo I.1.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y recomendaciones

Al completar el proyecto se analizaron los objetivos y resultados obtenidos que contribuyeron con las conclusiones y recomendaciones que se exponen seguidamente.

5. Conclusiones

En base al análisis de riesgos implementado en el museo se identificaron los riesgos de incendio. Para el sistema de detección y alarma existente se analizó y se reconocieron sus debilidades en cuanto a normativas NFPA y RNPCI. Esto permitió definir un alcance claro para las recomendaciones necesarias, con el objetivo de mejorar la capacidad de respuesta del museo ante posibles incidentes de incendio.

Se han establecido parámetros y requisitos para medidas de seguridad humana. Estos parámetros están diseñados para salvaguardar tanto a las personas que visitan el museo como a los bienes que forman parte del patrimonio arquitectónico y cultural. Se tomó en cuenta las normativas NFPA y el RNPCI para que el edificio tenga mejores prácticas en seguridad para preservar la integridad del museo y su contenido.

Se utilizó el software (®Revit 2022) para crear planos detallados del sistema de supresión contra incendios. Los planos proporcionan una representación gráfica precisa de la disposición de los equipos, sistemas de extinción y rutas de evacuación. Esto facilita la comprensión y la implementación efectiva de las medidas de seguridad y asegura que todas las partes interesadas tengan acceso a documentación clara y actualizada.

5.1 Recomendaciones

El personal a cargo del funcionamiento del sistema de protección contra incendios en el museo debe ser capacitado, de esta forma puedan manipular los equipos correctamente y realizar planes de emergencia para una adecuada evacuación.

En cuanto a las recomendaciones, se sugirió que un profesional que esté incorporado en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) con capacidades para el ejercicio profesional, de acuerdo con la Ley N° 3663, pueda revisar el sistema eléctrico en el museo y que este reciba mantenimiento. Se menciona que el edificio debe tener pararrayos. El inmueble debe contar un sistema de protección pasiva y activa contra incendios, además que los equipos instalados estén instalados y mantenidos como indica el fabricante.

Para que el museo cumpla con la NFPA 101 acerca de la cantidad de medios de egreso tiene que mantener las dos puertas principales abiertas, ya que no puede superar la capacidad de 500 personas.

El sistema de detección y alarma de incendios debe cumplir con la NFPA 72 de esta forma cumplir con la protección requerida. El sistema de aspiración se recomienda como sistema de detección de incendios, porque es de detección temprana y evita que haya falsas alarmas.

Referencias

- CDMX Ciudad de México. (s.f.). *CDMX*. Obtenido de <http://cdmxtravel.com/es/lugares/la-tenebrosa-historia-del-museo-de-cera.html>
- "Notre Dame se salvó por 30 minutos": lo que se sabe del devastador incendio que causó graves daños a la catedral de París. (16 de abril de 2019). *British Broadcasting Corporation*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-47943382>
- A dos años del incendio en Notre Dame: las hipótesis detrás de las llamas que arrasaron el ícono parisino. (12 de abril de 2021). *LA NACIÓN*. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/el-mundo/a-dos-anos-del-incendio-en-notre-dame-las-hipotesis-detras-de-las-llamas-que-arrasaron-el-icono-nid12042021/>
- American Society for Testing and Materials. (2017). *E814-13a. Standard test method for fire tests of penetration firestop systems*. West Conshohocken, USA: Propia.
- ARMOUR. (n.d.). *INPPROD*. Retrieved from <http://www.inpprod.com/pci.php>
- Artes y letras UCR. (29 de septiembre de 2015). *Universidad de Costa Rica*. Recuperado el 15 de junio de 2022, de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2015/09/29/restauran-paredes-originales-del-museo-regional-de-san-ramon.html>
- Barreneche, R. O. (2020). *Protección y seguridad contra incendio* (1 ed.). Buenos Aires: Diseño. Obtenido de <https://elibro-net.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/es/ereader/sibdi/218383>
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2020). *Reglamento nacional de protección contra incendios*. Costa Rica: Propia.
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2020a). *INFORME DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD HUMANA, RIESGO DE INCENDIO Y GAS LP*. Costa Rica: Propia.
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2020b). *REGLAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS*. COSTA RICA: Propia.
- Camacho López, A., Fernández de la Calle, I., Gasco Lallave, C. J., Macías Juárez, A. M., Martín Hernández, M. A., Reyes Delgado, G., & Rivas Escudero, J. (2013). *Seguridad funcional en instalaciones de proceso*. Madrid: Ediciones Días de Santos.

- Camacho López, A., Fernández de la Calle, I., Gasco Lallave, C. J., Macías Juárez, A. M., Martín Hernández, M. A., Reyes Delgado, G., & Rivas Escudero, J. (2013). *Seguridad funcional en instalaciones de proceso*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Camacho López, A., Fernández de la Calle, I., Gasco Lallave, C. J., Macías Juárez, A. M., Martín Hernández, M. A., Reyes Delgado, G., & Rivas Escudero, J. (2013). *SEGURIDAD FUNCIONAL EN INSTALACIONES DE PROCESO*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Cartin, M. (10 de febrero de 2020). *Mi Costa Rica de antaño*. Obtenido de <https://micostaricadeantano.com/2020/02/10/antiguo-palacio-municipal-hoy-museo-regional-de-san-ramon-alajuela-ayer-y-hoy/>
- CLARKE. (2022). *clarkefire*. Retrieved from <https://clarkefire.com/design-tools/pump-room-calculators/pump-room-ventilation-calculator/PumpRoomVentilation>
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. (2010). *Código sísmico de Costa Rica* (4a ed.). Costa Rica.
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2015). *Norma de planes de preparativos y respuesta ante emergencias para centros laborales o de ocupación pública. Requisitos*. Costa Rica: Propia.
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (s.f.). *Amenazas de origen natural cantón de San Ramón*. Costa Rica: Propia.
- Cortés Díaz, J. M. (2018). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad y salud en el trabajo* (11a ed.). Obtenido de <https://www-digitaliapublishing-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/a/59448>
- E. Boyd, C. (31 de julio de 2017). *Global seafood*. Recuperado el 15 de junio de 2022, de [https://www.globalseafood.org/advocate/la-cal-desempena-un-papel-crucial-en-el-manejo-de-estanques-acuicolas/#:~:text=La%20cal%20quemada%2C%20que%20se,%3E%20Ca\(OH\)2.](https://www.globalseafood.org/advocate/la-cal-desempena-un-papel-crucial-en-el-manejo-de-estanques-acuicolas/#:~:text=La%20cal%20quemada%2C%20que%20se,%3E%20Ca(OH)2.)
- El Louvre pierde tres cuadros en el incendio de un museo normando. (19 de julio de 2017). *La Vanguardia*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/cultura/20170719/424250835982/louvre-pierde-tres-cuadros-incendio-museo.html>
- El Sistema Costarricense de Información Jurídica. (4 de octubre de 1995). *Patrimonio histórico-arquitectónico de Costa Rica. [ley 7555]*. Obtenido de

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=24929&nValor3=26382&strTipM=TC#up

El Sistema Costarricense de Información Jurídica. (14 de marzo de 2005). *Reglamento a la ley N° 7555 "ley de patrimonio histórico-arquitectónico de Costa Rica".[decreto ejecutivo N° 32749]*. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=55888

El Sistema Costarricense de Información Jurídica. (13 de diciembre de 2011). *Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (RTCR 458:2011)".[Decreto Ejecutivo N° 36979-MEIC]*. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=72027

En Austria , Video: un incendio arrasó con el museo de motos más espectacular de europa. (21 de enero de 2021). *Clarín*. Obtenido de https://www.clarin.com/autos/video-incendio-arraso-museo-motos-espectacular-europa_0_A6Wyhw6rh.html

Escobar Vega, J., & Fonseca Rivera, N. M. (2020). *Diseño del sistema de protección contra incendios para la planta hidroeléctrica los Negros II en Upala,Alajuela*. Trabajo de grado para Licenciatura, Universidad de Costa Rica, Alajuela,Costa Rica.

Estalla incendio en la escuela de arte de Glasgow. (23 de mayo de 2014). *British Broadcasting Corporation*. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/05/140523_ultnot_incendio_escuela_arte_glasgow_men

García Ruiz, C. (2020). *Introducción a la química forense*. BOSCH. Retrieved from <https://www-digitaliapublishing-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/visor/82928>

GREENHECK. (2022). *GREENHECK* . Retrieved from <https://www.greenheck.com/es-us/productos/movimiento-del-aire/ventiladores/ventiladores-para-muro/extractores-axiales-para-muro>

Incendio en Alejandría. (3 de marzo de 2003). *La Nación*. Obtenido de <https://www.nacion.com/el-mundo/incendio-en-alejandria/EBG5XFUZH5VNFSDXQDWCQ3U/story/>

- Incendio en el centro de Honduras destruye museo del hombre. (30 de noviembre de 2017). *Prensa libre*. Obtenido de <https://www.prensalibre.com/internacional/incendio-en-el-centro-de-honduras-destruye-museo-del-hombre/>
- Incendio en el museo Egipto de el Cairo. (3 de febrero de 2011). *La nación*. Obtenido de <https://www.nacion.com/el-mundo/incendio-en-el-museo-egipcio-de-el-cairo/PXA3HAQ4SFDJRD5UMT3ZRN5A7U/story/>
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). *INTE 21-02-01:2016*. San José: Propia.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). *INTE 31-07-01:2016*. San José: Propia.
- Miranda Rojas, H. A., & Bolaños Murillo, L. A. (2020). *Diseño del sistema de protección contra incendios de la comisión de régimen académico de la universidad de Costa Rica*. Trabajo de grado para Licenciatura, Universidad de Costa Rica, Alajuela.
- Museo getty de California: ¿por qué es especial su arquitectura para protegerlo de incendios? (17 de noviembre de 2018). *El diario*. Obtenido de <https://eldiariiony.com/2018/11/17/museo-getty-de-california-por-que-es-especial-su-arquitectura-para-protegerlo-de-incendios/>
- Museo Nacional de Brasil en Río de Janeiro: ¿qué causó el incendio que lo destruyó? (3 de septiembre de 2018). *British Broadcasting Corporation*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-45376399>
- National Fire Protection Association. (2009a). *Manual de protección contra incendios* (Vol. I). Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2009b). *Manual de protección contra incendios* (Vol. II). Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2012). *NFPA 1. Código de incendios*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2015). *NFPA 30. Código de líquidos inflamables y combustibles*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2016). *NFPA 72. Código nacional de alarma de incendio y señalización*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2016). *NFPA 72. Código Nacional de Alarma de Incendio y Señalización*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2017). *NFPA 70. Código Eléctrico Nacional*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2017). *NFPA 780. Norma para la Instalación de Sistemas de Protección contra Rayos*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2018). *NFPA 101. Código de Seguridad Humana*. Quincy, Massachusetts: Propia.

National Fire Protection Association. (2018a). *NFPA 10. Norma para extintores portátiles contra incendios*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2018b). *NFPA 22. Norma para tanques de agua para protección contra incendios privada*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 13. Norma para la instalación de sistemas de rociadores*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2019a). *NFPA 13. Norma para la instalación de sistemas de rociadores*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2019b). *NFPA 14. Norma para la instalación de sistemas de montantes y mangueras*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2019c). *NFPA 20. Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios*. Quincy, Massachusetts: Propia.

National Fire Protection Association. (2019d). *NFPA 24. Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2019e). *NFPA 914. Code for the protection of historic structures*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2020). *NFPA 25. Norma para la inspección, prueba, y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2021). *NFPA 909. Code for the Protection of Cultural Resource Properties-Museums, Libraries, and Places of Worship*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

National Fire Protection Association. (2021a). *NFPA 101. Código de seguridad humana*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.

- National Fire Protection Association. (2021b). *NFPA 909. Code for the protection of cultural resource properties-museums,libraries,and places of worship*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 20.Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*. USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 80A. Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures*. Quincy,Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (s.f.). *NFPA*. Recuperado el 15 de junio de 2022, de <https://www.nfpa.org/About-NFPA/NFPA-overview>
- Pérez D'Gregorio, R. (2002). Sistema internacional de unidades SI. *SciELO*, 110(4), 541-564. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0367-47622002000400011
- Rodríguez, R. (30 de mayo de 2022). Informe de colecciones resguardadas en el centro de documentación,sección de colecciones patrimoniales. San Ramón,Alajuela.
- Ruhrpumpen. (2017). *Ruhrpumpen fire pumps*. Propia. Retrieved from <https://www.ruhrpumpen.com/en/downloads/96-fire-pump-range-en/file.html>
- Trujillo Mejía, R. F. (2012). *El fuego y sus implicaciones en la industria* (3 ed.). Bogotá: ECOE ediciones. Obtenido de <https://elibro-net.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/es/ereader/sibdi/96909>
- Un incendio destruyó el museo de ciencias naturales de Rosario. (2 de julio de 2003). *La nacion*. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/cultura/un-incendio-destruyo-el-museo-de-ciencias-naturales-de-rosario-nid501021/#:~:text=El%20fuego%20se%20habr%C3%ADa%20desatado,por%20unos%2013.000%20animales%20embalsamados>
- Un nuevo incendio daña la prestigiosa escuela de arte de Glasgow. (16 de junio de 2018). *El país*. Obtenido de https://elpais.com/cultura/2018/06/16/actualidad/1529154355_443447.html
- Unidad de aire acondicionado defectuosa provocó un incendio en el museo de Brasil. (s.f.). *NFPA journal en español*. Obtenido de <https://www.nfpajla.org/archivos/exclusivos-online/seguridad-electrica/1427-unidad-de-aire-acondicionado-defectuosa-provoco-un-incendio-en-el-museo-de-brasil>

- Universidad de Costa Rica. (s.f.). *Museo UCR*. Recuperado el 30 de mayo de 2022, de <http://museo.ucr.ac.cr/catalogo/museos/4sanra.html>
- Verzoni, A. (s.f.). Historia perdida. *NFPA JOURNAL EN ESPAÑOL*. Obtenido de <https://www.nfpajla.org/archivos/edicion-impresa/institucionales-educacionales-culturales/1726-historia-perdida>
- VIKING. (2022). *VK1021 Standard Response Pendent Sprinkler K5.6 (80.6)*. Propia. Retrieved from <https://www.vikinggroupinc.com/sites/default/files/documents/102520.pdf>
- VIKING. (2023). *VK3001 Quick Response Upright Sprinkler K5.6 (80.6)*. Propia. Retrieved from <https://www.vikinggroupinc.com/sites/default/files/documents/110420.pdf>
- Villalobos Cubero, L. M. (2014). El neoclasicismo llega a la ruralidad nacional en el siglo XIX: el palacio municipal de San Ramón. *SciELO*, 15, 47-52. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-469X2014000300039#fn6

Anexos

Anexo A. Colecciones del museo regional de San Ramón

En esta sección se va a estar mostrando información sobre las colecciones patrimoniales presenten en el museo.

Anexo A.1 Clasificación por tipo de material

En el siguiente cuadro A.1 se puede ver los tipos de materiales que están hechos algunos de los objetos que se resguardan en el edificio.

Cuadro A.1. Clasificación por tipo de material

| Universidad de Costa Rica - Sede de Occidente Museo Regional de San Ramón - Sección de Colecciones Patrimoniales | | | | |
|---|--------------------------|-----------------------------------|---|--|
| Código | Descripción Larga | Tipo de Material | Observaciones | |
| MGRAF | Material gráfico | Mapa | Pliegos con imágenes, estampas, láminas, obras o reproducciones de arte, mapas, tarjetas de actividades, tarjetas postales, transparencias, diapositivas, u otro similar. Fotografías, radiografías, diapositivas, dibujos técnicos, diagramas | |
| | | Plano | | |
| | | Xilografía | | |
| | | Pintura | | |
| | | Fotografía | | |
| | | Dibujo | | |
| | | Opaco | | |
| OTRID | Objetos tridimensionales | Textil | Los Bienes muebles son aquellos objetos de Patrimonio Cultural testimonios de la creación humana o de la evolución de la naturaleza y que tienen cierto valor histórico, arqueológico, artístico, científico o técnico y que se pueden mover, que se pueden trasladar. | |
| | | Vestuario | | |
| | | Moneda | | |
| | | Escultura | | |
| | | Libro ^a | | |
| | | Maquinaria | | |
| | | Equipo de laboratorio | | |
| | | Objeto doméstico | | Esto engloba los objetos arqueológicos, pinturas, carteles, cuadros, fotos, obras de arte, libros, documentos, muebles, etc. |
| | | Objeto de trabajo | | |
| | | Objeto ritual | | |
| | | Material audiovisual ^b | | |
| | | Monumentos o sitios históricos | De acuerdo con la Comisión Nacional de la UNESCO el patrimonio inmueble está constituido por monumentos, obras de la arquitectura y de la ingeniería, sitios históricos y centros industriales, zonas u objetos arqueológicos, calles, puentes, viaductos de interés o valor relevante desde el punto de vista arquitectónico, arqueológico, etnológico, histórico, artístico o científico, reconocidos y registrados como tales. | |
| | | Monumentos públicos | | |
| | | Monumentos artísticos | | |
| | | Conjunto arquitectónico | | |
| | | Centro industrial | | |
| | | Obra de ingeniería | | |
| | | | | |

^a Los libros como tal quedan bajo el tipo de material: LIBRO

^b El material audiovisual, dependiendo de cada ítem se le indica como tipo de material: audiolibro, grabación sonora, material gráfico, microforma (ejemplo: microfichas, microfilmes) películas o videos; hay otros audiovisuales que pasan a ser tridimensionales como las esculturas, juegos u otros que por su condición de tridimensional deba quedar bajo OTRID, como ya ustedes bien lo han clasificado ahí.

Fuente: (Rodríguez, 2022)

Anexo B. Información para el análisis de riesgo

En este apartado se van a mencionar métodos para la aplicación del análisis de riesgo, además de información que se aplicará para el desarrollo de los procedimientos.

Anexo B.1 Modelo de tabla del método HAZOP

La siguiente ilustración B.1 muestra cómo debe quedar por escrito el análisis del riesgo HAZOP.

| Pluma: | Recomendaciones: |
|--------------|------------------|
| Modelo: | Salvaguardias: |
| Descripción: | Consecuencias: |
| Detalle: | Causas: |
| | |

Ilustración B.1. Modelo de tabla HAZOP

Anexo B.1.1 Secuencia operativa del método HAZOP

En la siguiente ilustración B.2 se puede observar una secuencia lógica de trabajo para el análisis del riesgo HAZOP.



Ilustración B.2. Secuencia operativa de un estudio HAZOP

Anexo B.1.2 Clasificación de zonas sísmicas en Costa Rica

En la siguiente ilustración B.3 se puede observar la zona en la cual se cataloga el cantón de San Ramón.

| Provincia | Cantón | Distrito | Zona | |
|-------------------|----------------|-----------------|------|-----|
| 2. Alajuela | 1. Alajuela | Todos | III | |
| | 2. San Ramón | Todos | III | |
| | 3. Grecia | Todos | III | |
| | 4. San Mateo | Todos | III | |
| | 5. Atenas | Todos | III | |
| | 6. Naranjo | Todos | III | |
| | 7. Palmares | Todos | III | |
| | 8. Poás | Todos | III | |
| | 9. Orotina | Todos | III | |
| | 10. San Carlos | 1. Quesada | | III |
| | | 2. Florencia | | III |
| | | 3. Buenavista | | III |
| | | 4. Aguas Zarcas | | III |
| | | 5. Venecia | | III |
| | | 6. Pital | | II |
| 7. Fortuna | | | III | |
| 8. Tigra | | | III | |
| 9. Palmera | | | III | |
| 10. Venado | | | II | |
| 11. Cutris | | | II | |
| 12. Monterrey | | | II | |
| 13. Pocosol | | | II | |
| 11. Alfaro Ruiz | Todos | III | | |
| 12. Valverde Vega | Todos | III | | |
| 13. Upala | Todos | II | | |
| 14. Los Chiles | Todos | II | | |
| 15. Guatuso | Todos | II | | |

Ilustración B.3. Clasificación de las zonas sísmicas de Alajuela. Fuente: (Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, 2010)

Anexo C. Análisis de riesgos de los métodos seleccionados

En este apartado se va a mostrar el informe de los riesgos que se identificaron en el museo.

Anexo C.1 Análisis de riesgos para el museo regional de San Ramón, Alajuela



**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ANÁLISIS DE RIESGOS PARA EL MUSEO
REGIONAL DE SAN RAMÓN, ALAJUELA**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Diana Vega Valerio

Sede Interuniversitaria de Alajuela

Diciembre, 2022

Introducción

En el presente informe se muestran los riesgos que se identificaron en el Museo Regional de San Ramón, se conocieron por medio del análisis histórico de accidentes, el análisis what if? (¿qué pasaría si...?) y el análisis de check list (lista de chequeo), con el propósito de brindar recomendaciones para ser implementadas en edificio.

Índice

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1. | Métodos cualitativos | 1 |
| 1.1 | Análisis histórico de accidentes | 2 |
| 1.3 | Análisis what if? (¿qué pasaría si...?) | 4 |
| 1.4 | Análisis mediante check list (lista de chequeo)..... | 8 |
| | Recomendaciones..... | 14 |
| | Referencias | 15 |
| | Anexos..... | 16 |
| | Anexo A Fotografías..... | 16 |

Índice de fotografías

| | |
|--|----|
| Fotografía 1 Estación manual obstruida por la puerta. Fuente: (Autora, 2022)..... | 16 |
| Fotografía 2 Estación manual obstruida. Fuente: (Autora, 2022)..... | 17 |
| Fotografía 3 Cuarto de limpieza que esta adentro del baño de mujeres. Fuente: (Autora, 2022) | 17 |
| Fotografía 4 Baño que está en recepción. (Autora, 2022)..... | 18 |
| Fotografía 5 Ático. Fuente: (Autora, 2022)..... | 18 |
| Fotografía 6 Panel de control con problema y silenciado. Fuente: (Autora, 2022) | 19 |
| Fotografía 7 Detector de humo dañado en pasillo. Fuente: (Autora, 2022)..... | 19 |
| Fotografía 8 Sala 1 del Museo. Fuente: (Autora, 2022)..... | 20 |
| Fotografía 9 Sala 2 del Museo. Fuente: (Autora, 2022)..... | 20 |
| Fotografía 10 Paredes del Museo de calicanto. Fuente: (Autora, 2022)..... | 21 |
| Fotografía 11 Extintor al lado del comedor. Fuente: (Autora, 2022)..... | 21 |
| Fotografía 12 Extintor en sala de profesores. Fuente: (Autora, 2022)..... | 22 |
| Fotografía 13 Extintores a la par del panel de control principal. Fuente: (Autora, 2022) | 22 |
| Fotografía 14 Extintor ABC a la par del panel de control principal. Fuente: (Autora, 2022) 23 | |
| Fotografía 15 Extintor ABC a la par del panel de control principal. Fuente: (Autora, 2022) 23 | |
| Fotografía 16 Extintor ABC a la par del baño de mujeres. Fuente: (Autora, 2022) | 24 |
| Fotografía 17 Extintor ABC a la par del comedor. Fuente: (Autora, 2022) | 24 |
| Fotografía 18 Extintor obstruido en el comedor. Fuente: (Autora, 2022)..... | 25 |
| Fotografía 19 Extintor obstruido en la entrada de la sala de colecciones patrimoniales. Fuente: (Autora, 2022) | 25 |
| Fotografía 20 Detector de humo en sala de exhibición. Fuente: (Autora, 2022) | 26 |
| Fotografía 21 Estación manual obstruida por puerta y por exposición. Fuente: (Autora, 2022) | 26 |
| Fotografía 22 Segundo medio de egreso permanece cerrado. Fuente: (Autora, 2022)..... | 27 |
| Fotografía 23 Entrada principal del Museo. Fuente: (Autora, 2022)..... | 27 |
| Fotografía 24 Ático usado como bodega. Fuente: (Autora, 2022)..... | 28 |
| Fotografía 25 Ático usado como bodega. Fuente: (Autora, 2022)..... | 28 |
| Fotografía 26 Ático usado como bodega. Fuente: (Autora, 2022)..... | 29 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| Fotografía 27 | Cuarto eléctrico usado como bodega. Fuente: (Autora, 2022)..... | 29 |
| Fotografía 28 | Cuarto eléctrico usado como bodega. Fuente: (Autora, 2022)..... | 30 |
| Fotografía 29 | Panel eléctrico. Fuente: (Autora, 2022)..... | 30 |
| Fotografía 30 | Escalera localizada en cuarto eléctrico. Fuente: (Autora, 2022)..... | 31 |
| Fotografía 31 | Basureros de recolección. Fuente: (Autora, 2022)..... | 31 |

Índice de tablas

| | |
|---|---|
| Tabla 1. Accidentes ocurridos en Museos y Patrimonios. Fuente: (Autora, 2022)..... | 2 |
| Tabla 2. Situaciones planteadas con what if? Fuente: (Autora, 2022) | 4 |
| Tabla 3. Lista de aspectos para la check list. Fuente: (Autora, 2022) | 9 |

1. Métodos cualitativos

A continuación, se mencionan las metodologías cualitativas que se van aplicar a la edificación con el objetivo de conocer las principales causas de accidentes, de esta forma emplear medidas preventivas sobre posibles causas iniciadoras, al igual que disposiciones para mitigar los efectos.

A continuación, se describen los métodos de identificación de riesgos cualitativos que se aplicaron al Museo.

Bases de datos o análisis histórico de accidentes: Se puede tener acceso a los accidentes más usuales, que hayan sucedido en relación con un proceso o sustancia peligrosa definida, de esta forma se conocen sus causas y consecuencias, por lo tanto, se pueden hacer conclusiones y recomendaciones (Camacho López, et al., 2013).

Análisis *what if?*: Es un método que identifica los riesgos y trata de establecer por medio de preguntas que posibles consecuencias ocurrirían ante un determinado fallo. Las preguntas que se plantearán considerando un suceso iniciador a lo que continuará un análisis de las deducciones probables, que requerirá reconocer el proceder del sistema, dando como resultado recomendaciones en forma de medidas correctoras (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013)

Análisis por *check list*: La lista de chequeo es un método de reconocimiento aplicable para la valoración de equipos, materiales o procedimientos y se usa en cualquiera

de las fases del desarrollo de un proyecto (Camacho López, et al., Seguridad funcional en instalaciones de proceso, 2013).

1.1 Análisis histórico de accidentes

Seguidamente se muestra una lista de incidentes ocurridos a lo largo de la historia en museos y/o patrimonios de la humanidad.

Tabla 1. Accidentes ocurridos en Museos y Patrimonios

| Edificaciones | ¿Qué inició el incendio? | Año del incidente |
|---|---|--------------------------|
| Museo Regional de San Ramón | En una actividad nocturna existían unas luces incandescentes conectadas, que estaban al lado de unas bolsas de basura estas comenzaron a quemarse, una persona se dio cuenta y lograron controlar el fuego (se desconoce el cómo lo apagaron) | 2012 |
| Museo Nacional de Brasil, Río de Janeiro, Brasil. | Un aire acondicionado defectuoso | 2018 |
| Biblioteca de Alejandría, Alejandría, Egipto. | Un cortocircuito | 2003 |
| Museo Egipcio de El Cairo, Cairo, Egipto. | Dos molotov | 2011 |
| Catedral de Notre Dame, París, Francia. | Descuido en las obras de renovación | 2019 |
| Escuela de Arte de Glasgow, Glasgow, Escocia. | Un proyector defectuoso | 2014 |
| Museo Marítimo de la isla normanda de Tatihou, | Un rayo | 2017 |

| Edificaciones | ¿Qué inició el incendio? | Año del incidente |
|---|---|--------------------------|
| Museo Regional de San Ramón | En una actividad nocturna existían unas luces incandescentes conectadas, que estaban al lado de unas bolsas de basura estas comenzaron a quemarse, una persona se dio cuenta y lograron controlar el fuego (se desconoce el cómo lo apagaron) | 2012 |
| Saint-Vaast-la-Hougue, Francia. | | |
| TOP Mountain Motorcycle Museum Crosspoint, Hochgurgl, Austria. | Se desconoce | 2021 |
| Museo de Ciencias Naturales de Rosario, Rosario, Argentina. | Explosión de una bomba | 2003 |
| Museo Violeta Parra, Santiago, Chile. | Enfrentamiento entre policías y protestantes | 2020 |
| Museo de cera ubicada en la Colonia Juárez, Ciudad de México, México. | Un cortocircuito | 1992 |
| Museo del Hombre, Tegucigalpa, Honduras. | Un transformador en aceite que explotó | 2017 |
| Museo Getty de California, Los Ángeles, Estados Unidos. | Por un sistema de riego instalado en el terreno que rodea el Museo se protegió el sitio de un incendio forestal | 2017 |

Fuente: (Autora, 2022)

En la tabla 1.1 se indica lo que provocó el incendio en cada uno de los edificios, por lo tanto, se puede ver que un cortocircuito, equipos defectuosos, atentados, descuido en obra,

un rayo, un incendio forestal, entre otras causas son las que generan fuego en este tipo de estructuras.

Para prevenir que los lugares que albergan historia sean afectados por incendios se deben implementar sistemas automáticos de protección contra incendios, estos deben estar correctamente instalados y mantenidos (Verzoni).

1.3 Análisis what if? (¿qué pasaría si...?)

En la tabla 1.3 se puede ver el análisis *what if?*, el cual se empleó con el objetivo de conocer cuáles son algunas de las consecuencias que se expone el Museo en caso de incendio y de esta forma tener en cuenta las recomendaciones para prevenir estas situaciones.

Tabla 1. Situaciones planteadas con what if?

| ¿Qué pasaría si...? | Consecuencias | Notas y recomendaciones |
|--|---|--|
| ¿Qué pasaría si ocurre un incendio dentro del Museo? | Que una persona active una estación manual tiene un grado de complejidad mayor, ya que están ocultas detrás de las puertas. El Museo no tiene sistema de supresión contra incendios, por lo tanto, solo por medio de extintores portátiles se podría sofocar el incendio. | <ul style="list-style-type: none"> • Mantener el equipo según el fabricante. • Contar con un Sistema de Protección Contra Incendios. <p>A</p> |

| ¿Qué pasaría si...? | Consecuencias | Notas y recomendaciones |
|---|--|--|
| ¿Qué pasaría si hay un detector dañado dentro del Museo? | Si un detector de humo está dañado puede que no detecte el fuego. | Mantener el Sistema de Alarma Contra Incendio como indica el fabricante. |
| ¿Qué pasaría si no hay una cobertura total de detección de humo? | Si ocurre un fuego en alguno de los cuartos que no tiene detección, puede crecer de forma acelerada, hasta que alguna persona lo observe. | Dar cobertura total al sistema. |
| ¿Qué pasaría si se produce un fuego exterior cerca del Museo? | Los materiales de construcción del Museo no tienen resistencia al fuego, además no cuenta con sistema de supresión contra incendios. | Se recomienda aplicar el apartado 5.1 de la (NFPA 80A,2022) además de considerar los materiales clase A, como indica la 10.2.3.3 y el apartado 4.6.4 de la (NFPA 101,2018). |
| ¿Qué pasaría si se requiere perforar una pared o techo del Museo? | Si por la legislación nacional lo requiere como lo indicará el Benemérito Cuerpo de Bomberos, si se necesita perforar una pared o techo en el museo si se puede realizar en aras de preservar el Patrimonio Histórico. | Para no alterar el tipo de construcción si se requiere la perforación de debe aplicar un sello corta fuego a las paredes y si se perfora el techo asegurarse de no provocar filtraciones de agua hacia el interior del inmueble. |
| ¿Qué pasaría si se requiere hacer obras civiles nuevas en el Museo? | Si es requerido, se pueden realizar obras civiles nuevas si son necesarias para instalar, por ejemplo, el tanque de agua para el Sistema de Supresión Contra Incendios. | Se recomienda realizar las obras civiles nuevas en coordinación de la oficina de Patrimonio, para su aprobación y visto bueno, a la vez indicar que la autoridad competente lo solicita. |
| ¿Qué pasaría si cae un rayo en el Museo? | En caso de que una descarga eléctrica "Rayo" impacte al museo puede provocar un | Se debe instalar un Sistema de pararrayos en los edificios que contengan patrimonios culturales |

| ¿Qué pasaría si...? | Consecuencias | Notas y recomendaciones |
|---|---|---|
| | incendio que puede dañar el inmueble. | irreemplazables, como indica la NFPA 780. |
| ¿Qué pasaría si hay un extintor obstruido? | Si se encuentra un extintor obstruido, se puede no mitigar el siniestro que si no se controla a tiempo puede genera un incendio que logra cobrar vidas humanas y dañar la infraestructura del museo. | Asegurarse que en los lugares donde se encuentren instalados los extintores estén libres de obstrucciones, con rotulación que indique el tipo de extintor y como se debe de utilizar adecuadamente. |
| ¿Qué pasaría si hay una estación manual obstruida? | Si una estación manual esta obstruida puede provocar que durante una emergencia no se active la estación por no estar visible al usuario, lo cual incide que la emergencia no se dé a conocer en el menor tiempo posible. | Se recomienda que todas las estaciones manuales estén sin obstrucciones, que cada una de las estaciones manuales tengan una caja que las proteja contra los usuarios y evitar falsas alarmas. |
| ¿Qué pasaría si los tableros de distribución eléctrica están obstruidos? | Si ocurre un incendio, habría dificultad en llegar hasta el panel de distribución eléctrica. | Los tableros de distribución eléctrica tienen que estar en una ubicación adecuada y fácilmente accesible, no se tiene que mover ningún objeto para acceder a ellos. Ver apartado 240.24 de la (NFPA 70, 2017) |
| ¿Qué pasaría si un tomacorriente no cuenta con protección por fallas a tierra o disyuntores (breakers)? | Si se produce un cortocircuito, posteriormente habría fuego, el cual perjudicaría la infraestructura. | Se necesita protección en tomacorrientes que estén instalados a menos de 1,8 m del borde exterior de fregaderos y para los que son usados para electrodomésticos. Ver punto 210.8 y 215.9 de la (NFPA 70, 2017) |
| ¿Qué pasaría si los tomacorrientes, equipos eléctricos y las luminarias se ven en mal estado? | Serian vulnerables a fallar y habría riesgo de haber un cortocircuito. | Los equipos eléctricos, tomacorrientes y luminarias deben estar en buen estado y fijados adecuadamente a la |

| ¿Qué pasaría si...? | Consecuencias | Notas y recomendaciones |
|---|---|--|
| | | pared. Ver el apartado 110.12B y el 110.13ª de la (NFPA 70, 2017) |
| ¿Qué pasaría si en el Museo hay multiplicadores de tomacorriente, regletas y extensiones que se usan de forma permanente? | Por la sobrecarga en una sola línea de forma constantes, existiría la amenaza de ocurrir un cortocircuito | Los multiplicadores de tomacorriente, las regletas y/o extensiones no deben ser usados de manera permanente, como se indica en el punto 590.1 de la (NFPA 70, 2017) |
| ¿Qué pasaría si se hace una ampliación o remodelación de la instalación eléctrica del Museo? | Está debe cumplir con lo dispuesto en la NFPA 70, ya que se busca disminuir el riesgo de incendio en el inmueble. | Cuando se hagan remodelaciones o ampliaciones los profesionales son responsables de emitir una declaración jurada detallando el cumplimiento del mismo. Ver Decreto Ejecutivo N°36979-MEIC, Artículos: 5.1.1 y 5.1.3 |
| ¿Qué pasaría si un extintor portátil se instala a una menor altura de lo recomendado? | Habría un grado de complejidad mayor para identificarlo en su sitio, además del sujetarlo. | Los extintores de un peso bruto menor a 18 kg tienen que instalarse a una altura no mayor de 125 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor. Para los que tengan un peso bruto mayor a 18 kg tiene que estar a no más de 107 cm. Y en ningún caso debe haber un espacio libre entre el fondo del extintor y el piso menor a 10 cm. Ver apartado 12.3.12, 12.3.12 y 12.3.14 del (Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, 2020) |
| ¿Qué pasaría si no hay un extintor portátil clase k en un sitio que involucra aceites y/o grasas vegetales o animales? | Existe el riesgo de utilizar un extintor no adecuado para sofocar un fuego que involucre aceites y/o grasas. | Debe haber extintores clase k de 6 L a no más de 9 m de distancia, donde hay peligro de incendio que haya 14 L o más de aceites y/o grasas. Ver apartado 12.2.6, 12.4.8 del (Reglamento |

| ¿Qué pasaría si...? | Consecuencias | Notas y recomendaciones |
|--|---|--|
| | | Nacional de Protección Contra Incendios,2020) |
| ¿Qué pasaría si los extintores portátiles del Museo no están listados? | Las personas que hagan uso de un extintor se exponen a que no funcione de forma adecuada en caso de necesitar sofocarse un fuego. | Los extintores portátiles tienen que estar listados y etiquetados por laboratorios reconocidos como son UL, FM, ULC y otros como indica el punto 4.1.1 de la (NFPA 10, 2022) |
| ¿Qué pasaría si el Museo no cuenta con los medios de egreso requeridos por la normativa? | Habría un grado de complejidad mayor para que todas las personas en caso de emergencia puedan evacuar. | Como mínimo deben proveerse dos medios de egreso en todo el edificio(...). Ver apartado 4.5.3.1 (NFPA 101, 2018) |

Fuente: (Autora, 2022)

1.4 Análisis mediante check list (lista de chequeo)

En la tabla 1.3 se observa la lista de chequeo con varios apartados sobre la normativa NFPA y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, la cual se aplicó al Museo, con el propósito de conocer cuáles son algunos de los incumplimientos en el edificio. Los apartados que no se indique su normativa, están basados en la NFPA 909, 2021.

Tabla 2. Lista de aspectos para la check list

| Aspectos | Sí | No | Notas |
|---|----|----|--|
| <p>9.12.9.2 construcción nueva. Para una construcción nueva debe incluir el seguimiento de:</p> <p>1) sistemas de detección de incendios según lo requieran los códigos aplicables.</p> <p>2) sistemas automáticos de rociadores contra incendios o sistemas alternativos de supresión.</p> <p>3) sistemas de seguridad de las instalaciones electrónicas según lo requerido en el plan de protección.</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • No cuenta con el punto 2, ni el punto 3. |
| <p>(NFPA 72, 2016) apartado 17.14.8.2 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben instalarse de modo que sean claramente visibles, sin obstrucciones y accesibles.</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de estaciones manuales se encuentran detrás de las puertas. Ver fotografías 1 y 2. |
| <p>(NFPA 72, 2016) apartado 17.14.8.4 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben estar ubicadas dentro de los 1,5 m (5 ft) de cada vano de puerta de salida de cada uno de los pisos.</p> | x | | <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría está a 1 m del marco de la puerta. |
| <p>(NFPA 72, 2016) apartado 17.14.8.5* Las estaciones manuales de alarma de incendio deben ser provistas de modo que la distancia de recorrido hasta la estación manual de alarma de incendio más cercana no exceda de 61 m (200 ft), medida horizontalmente en el mismo piso.</p> | x | | |
| <p>La norma (NFPA 72, 2016) determina que en donde sea requerido por otras leyes, códigos o normas aplicables y excepto alguna modificación en contrario en</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • No hay cobertura en el baño que está en recepción, ni en el cuarto de limpieza que esta adentro del baño de mujeres, |

| Aspectos | Sí | No | Notas |
|--|----|----|---|
| 17.5.3.1.1 a 17.5.3.1.5, la cobertura total de un edificio o de una parte de un edificio, debe incluir todas las habitaciones, antesalas, áreas de almacenamiento, sótanos, áticos, altillos, espacios por encima de cielorrasos suspendidos y otras subdivisiones y espacios accesibles. | | | tampoco hay en el ático. Ver fotografías 3, 4 y 5. |
| Según la norma (NFPA 72, 2016) los sistemas de alarma de incendio tienen que ser instalados, probados, inspeccionados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones publicadas por el fabricante y con la normativa. | | x | <ul style="list-style-type: none"> • Hay un detector de humo dañado, el panel de control presentaba fallas. Ver fotografías 6 y 7. |
| (NFPA 72, 2016) apartado 17.7.3.2.3.1 * (1) La distancia entre detectores de humo no debe exceder un espaciamiento nominal de 9,1 m (30 ft) y debe haber detectores dentro de una distancia de la mitad del espacio nominal, medidas en los ángulos rectos desde todas las paredes o tabiques que se extiendan hacia arriba hasta dentro del 15 por ciento de la altura del cielorraso. (2) * Todos los puntos sobre el cielorraso deben tener un detector dentro de una distancia equivalente a o menor de 0,7 veces el espaciamiento (0,7 S) de 9,1 m (30 ft) nominal. | | x | <ul style="list-style-type: none"> • En las dos salas más grandes del Museo, no se cumple con los 9,1 m nominal. Ver fotografías 8 y 9. |
| 9.12.24.1.1 Las áreas de almacenamiento de colecciones deben estar rodeadas por barreras contra incendios que tengan una clasificación mínima de resistencia al fuego de 1 h. | | x | <ul style="list-style-type: none"> • No cuenta con resistencia al fuego, ya que la pared es de calicanto y debe recibir tratamientos especiales. Ver fotografía 10. |
| (Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, 2020) punto 12.3.12 Los extintores con un peso bruto menor a 18 kg deben instalarse a una altura no mayor a 125 | x | | <ul style="list-style-type: none"> • Ver fotografías 11, 12 y 13. |

| Aspectos | Sí | No | Notas |
|---|----|----|---|
| cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor. En casos especiales, cuando el extintor pueda obstruir barandas, pasamanos o algún otro elemento de emergencia, puede autorizarse la instalación del extintor hasta una altura de 150 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor. | | | |
| (Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, 2020) punto 12.3.13 Los extintores con un peso bruto mayor a 18 kg deben instalarse a una altura no mayor a 107 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor. | x | | |
| (NFPA 10, 2022) apartado 4.1.1 Los extintores portátiles tienen que estar listados y etiquetados por laboratorios reconocidos como son UL, FM, ULC y otros. | | x | <ul style="list-style-type: none"> • El extintor ABC, que está a la par del panel de control principal no indica si está listado, ni el que está a la par del baño de mujeres, ni el que está al lado del comedor. Ver fotografías 14, 15, 16 y 17. |
| (Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, 2020) punto 12.3.14 En ningún caso el espacio libre ente el fondo del extintor y el piso debe ser menor a 10 cm. | x | | |
| (Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, 2020) punto 12.3.8 Los extintores no deberán estar obstruidos y tienen que estar a la vista. | | x | <ul style="list-style-type: none"> • En la entrada de la sala de colecciones patrimoniales y en el comedor hay extintores obstruidos. Ver fotografías 18 y 19. |
| <p>9.12.24.3.1 Las áreas de almacenamiento de colecciones deben contar con todos los siguientes componentes del sistema de alarma contra incendios.</p> <p>1. aparatos de notificación</p> <p>2. Estaciones manuales de alarma de incendios</p> | x | | <ul style="list-style-type: none"> • Ver fotografías 20 y 21. |

| Aspectos | Sí | No | Notas |
|---|----|----|--|
| 3. Detección automática de humo | | | |
| <p>9.12.25.1.2 La exhibición propuesta no deberá comprometer o afectar adversamente lo siguiente en la exhibición, el área de exhibición o el edificio:</p> <p>1. Sistemas, equipos y medidas de salida. 2. acceso de emergencia. 3. *sistemas de protección contra incendios 4. seguridad contra incendios 5. Sistemas de iluminación de emergencia</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • Hay estaciones manuales obstruidas. Ver fotografía 21. |
| (NFPA 780, 2023) apartado L.1.1 Debe contar con pararrayos los edificios que contengan patrimonios culturales irremplazables. | | X | <ul style="list-style-type: none"> • No cuenta con pararrayos. |
| (NFPA 101, 2018) apartado 4.5.3.1 Cantidad de medios de egreso. Como mínimo deben proveerse dos medios de egreso en todo el edificio(...)Los dos medios de egreso deben estar dispuestos de tal manera que se minimice la posibilidad que ambos resulten no atravesables debido a la misma condición de emergencia. | x | | <ul style="list-style-type: none"> • Un medio de egreso está cerrado siempre. Ver fotografías 22 y 23. |
| (NFPA 101, 2018) apartado 7.1.10.1* Mantenimiento de medios de egreso. Los medios de egreso deben mantenerse constantemente libres de toda obstrucción o impedimento para su pleno uso instantáneo en caso de incendio u otra emergencia. | x | | |
| 11.4.1 Las escaleras, pasillos, entradas y cualquier otra parte de los medios de salida de un edificio deben mantenerse libres de combustibles, contenedores de basura y otros materiales. | x | | |

| Aspectos | Sí | No | Notas |
|---|-----------|-----------|---|
| <p>11.4.2.1 Los espacios del ático deben mantenerse limpios, libres de combustibles y cerrados.</p> <p>11.4.2.2 Se debe permitir que los materiales combustibles se almacenen en áticos protegidos por sistemas automáticos de supresión diseñados para permitir dicho almacenamiento.</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • El ático se usa como bodega. Ver fotografías 24, 25 y 26. |
| <p>11.4.3* Los cuartos eléctricos, cuartos mecánicos y armarios telefónicos deben mantenerse libres de combustibles y cerrados.</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • El cuarto eléctrico se utiliza como bodega. Ver fotografías 27, 28 y 29. |
| <p>11.4.5 Los plenos y los espacios vacíos no deben usarse para almacenamiento y deben mantenerse limpios y libres de combustibles.</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • Debajo de la escalera se utiliza como bodega, en el cuarto eléctrico. Ver fotografía 30. |
| <p>11.4.10 Los contenedores de basura utilizados para la recolección a granel de basura o papel reciclable deben estar contruidos de metal con cubiertas metálicas.</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • Son de plástico. Ver fotografía 31. |
| <p>(NFPA 72, 2016) Tabla 14.3.1 Inspección visual.</p> <p>Equipos de control:</p> <p>(a) Sistemas de alarma de incendio monitoreados para verificar las señales de alarma, de supervisión y de falla.</p> <p>(1) Fusibles (anual 1-4)</p> <p>(2) Equipos interconectados</p> <p>(3) Lámparas y LED</p> <p>(4) Suministro de energía primaria (principal)</p> <p>(5) Señales de falla (semestral)</p> | | x | <ul style="list-style-type: none"> • No reciben mantenimiento, el panel de control principal indica problema. Ver fotografía 6. |

Fuente: (Autora, 2022)

Recomendaciones

Se recomienda que el sistema eléctrico reciba mantenimiento y que esté correctamente rotulado, además la elaboración de un proyecto de instalación eléctrica nueva, de ampliación o de remodelación, lo debe hacer un profesional que esté incorporado al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) con capacidades para el ejercicio profesional, de acuerdo con la Ley N° 3663, el Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad N° 36979-MEIC, sus reformas y sus Reglamentos vigentes (El Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2011).

Debe contar con pararrayos los edificios que contengan patrimonios culturales irremplazables, como indica la NFPA 780.

Referencias

- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2020a). *Informe de evaluación de seguridad humana, riesgo de incendio y gas lp*. Costa Rica: Propia.
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2020b). *Reglamento nacional de protección contra incendios*. COSTA RICA: Propia.
- Camacho López, A., Fernández de la Calle, I., Gasco Lallave, C. J., Macías Juárez, A. M., Martín Hernández, M. A., Reyes Delgado, G., & Rivas Escudero, J. (2013). *Seguridad funcional en instalaciones de proceso*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- El Sistema Costarricense de Información Jurídica. (13 de diciembre de 2011). *Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (RTCR 458:2011)".[Decreto Ejecutivo N° 36979-MEIC]*. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=72027
- National Fire Protection Association. (2016). *NFPA 72. Código Nacional de Alarma de Incendio y Señalización*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2017). *NFPA 70. Código Eléctrico Nacional*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2017). *NFPA 780. Norma para la Instalación de Sistemas de Protección contra Rayos*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2018). *NFPA 101. Código de Seguridad Humana*. Quincy, Massachusetts: Propia.
- National Fire Protection Association. (2021). *NFPA 909. Code for the Protection of Cultural Resource Properties-Museums,Libraries,and Places of Worship*. Quincy, Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 80A. Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures*. Quincy,Massachusetts, USA: Propia.
- Verzoni, A. (s.f.). Historia perdida. *NFPA journal en español*. Obtenido de <https://www.nfpajla.org/archivos/edicion-impresa/institucionales-educacionales-culturales/1726-historia-perdida>

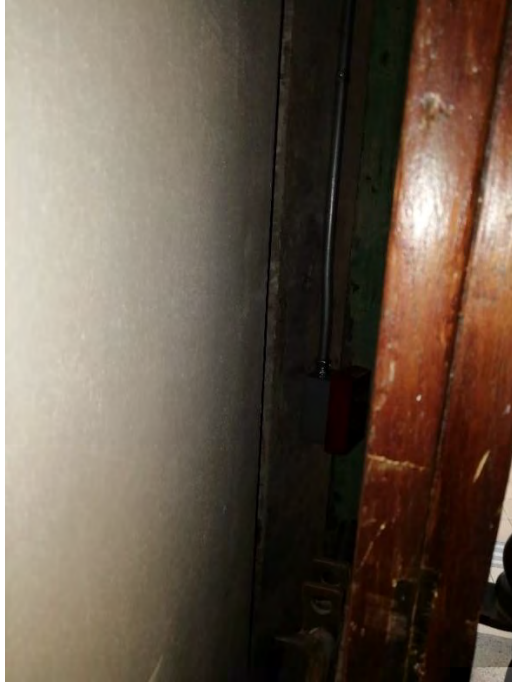
Anexos

Anexo A Fotografías

A continuación, se muestra una serie de fotografías del Museo Regional de San Ramón.



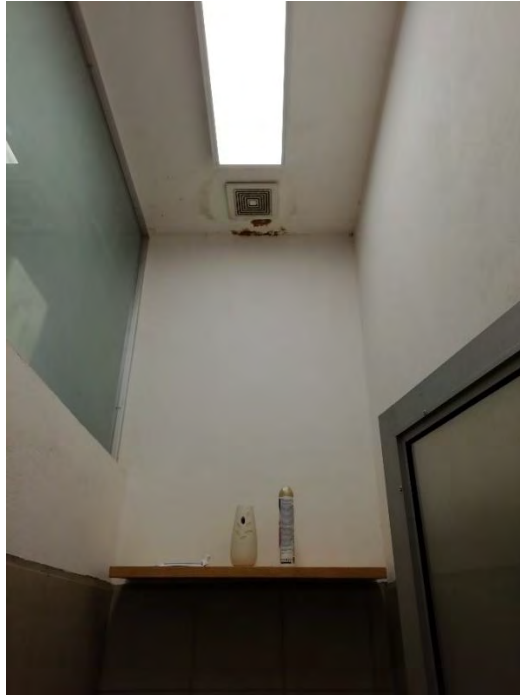
Fotografía 1 Estación manual obstruida por la puerta



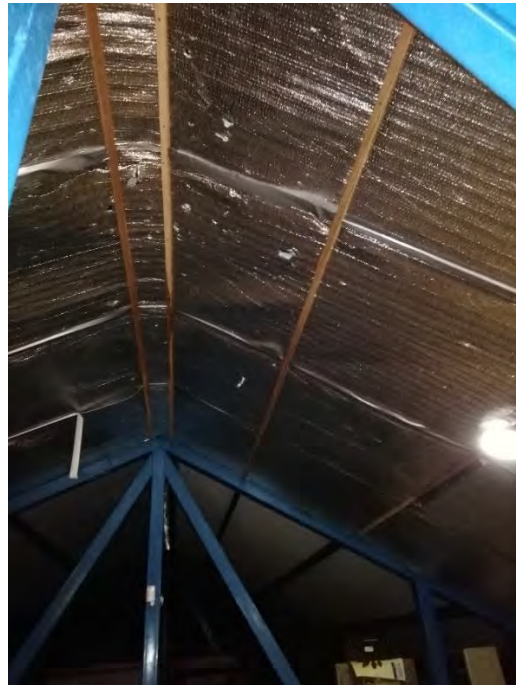
Fotografía 2 Estación manual
obstruida



Fotografía 3 Cuarto de limpieza que
esta adentro del baño de mujeres



Fotografía 4 Baño que está en la recepción



Fotografía 5 Ático



Fotografía 6 Panel de control con problema y silenciado



Fotografía 7 Detector de humo dañado en pasillo



Fotografía 8 Sala 1 del Museo



Fotografía 9 Sala 2 del Museo



Fotografía 10 Paredes del Museo de calicanto



Fotografía 11 Extintor al lado del
comedor



Fotografía 12 Extintor en sala de profesores



Fotografía 13 Extintores a la par del panel de control principal



Fotografía 14 Extintor ABC a la par del panel de control principal



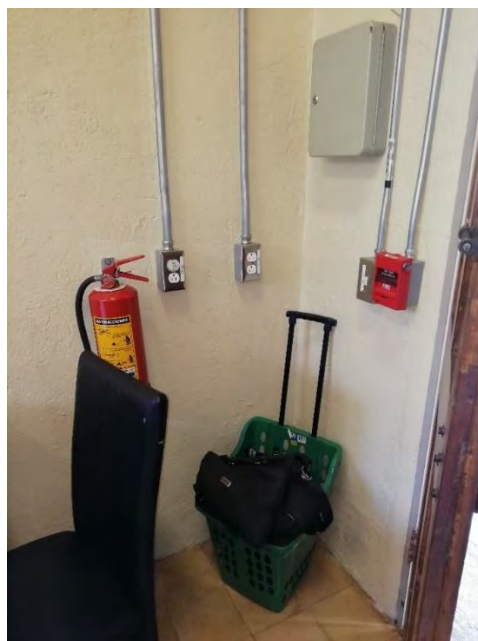
Fotografía 15 Extintor ABC a la par del panel de control principal



Fotografía 16 Extintor ABC a la par del baño de mujeres



Fotografía 17 Extintor ABC a la par del comedor



Fotografía 18 Extintor obstruido en el comedor



Fotografía 19 Extintor obstruido en la entrada de la sala de colecciones patrimoniales



Fotografía 20 Detector de humo en sala de exhibición



Fotografía 21 Estación manual
obstruida por puerta y por
exposición



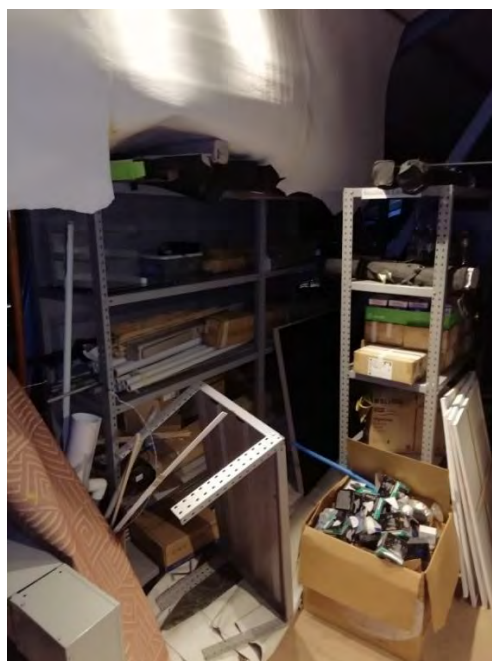
Fotografía 22 Segundo medio de egreso permanece cerrado



Fotografía 23 Entrada principal del Museo



Fotografía 24 Ático usado como bodega



Fotografía 25 Ático usado como
bodega



Fotografía 26 Ático usado como bodega



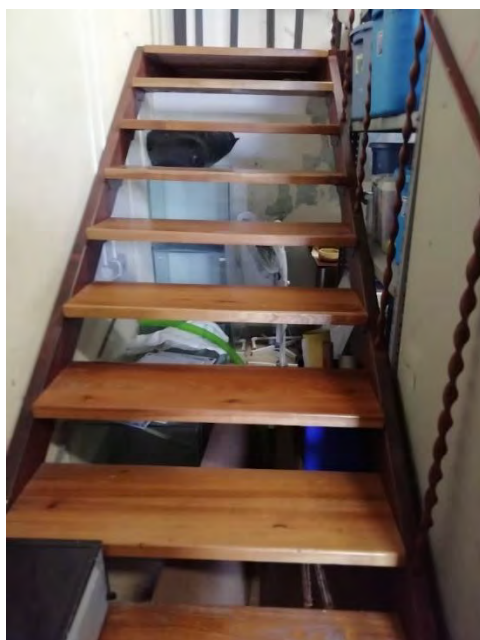
Fotografía 27 Cuarto eléctrico usado como bodega



Fotografía 28 Cuarto eléctrico usado como bodega



Fotografía 29 Panel eléctrico



Fotografía 30 Escalera localizada
en cuarto eléctrico



Fotografía 31 Basureros de recolección

Anexo D. Protección pasiva contra incendios

En el siguiente apartado se señalan las rutas de evacuación con los recorridos más largos que hay en el inmueble.

Anexo D.1 Distancia de recorrido total

Seguidamente, se aprecia la ilustración d.1 con los recorridos totales del punto a y el b.



Ilustración D.1 Recorrido total desde la sala de profesores y a partir del cuarto de colecciones patrimoniales y centro de documentación

Anexo E. Datos del sistema de supresión de incendios

En esta división se detalla la información relacionada con el sistema de supresión contra incendios.

Anexo E.1 Cuarto de máquinas

A continuación, se muestran tres imágenes de la sala 3 del museo regional de San Ramón, la cual fue seleccionada como cuarto de máquinas para el sistema de supresión contra incendios.



Ilustración E.1 Sala 3



Ilustración E.2 Sala 3



Ilustración E.3 Sala 3

Anexo E.1.1 Especificaciones del equipo y los materiales

Respecto al documento de detalles acerca de los equipos y los materiales se añade posteriormente.



**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**Especificaciones para el equipo y los materiales que se
requieren para el sistema de protección contra
incendios**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Diana Vega Valerio

Sede Interuniversitaria de Alajuela

Marzo, 2023

Introducción

En el presente informe se detallan las especificaciones para el equipo y los materiales que se requieren para el sistema de supresión de incendios que se diseñó con respecto al museo.

Índice

| | |
|--|----------|
| Equipos | 1 |
| Materiales | 2 |
| Referencia | 5 |
| | |
| Anexos | 6 |
| Anexo A. Especificaciones de los equipos | 6 |
| Anexo A.1 Ventilación de casa de máquinas | 6 |
| Anexo A.1.1 Rociadores montantes | 7 |
| Anexo A.1.2 Rociadores colgantes | 10 |
| Anexo A.1.3 Conexión de los ramales con los rociadores | 12 |
| Anexo A.1.4 Tanque de agua | 13 |
| Anexo A.1.5 Bomba de turbina vertical | 14 |
| Anexo A.1.6 Tanque diesel y dique de contención | 16 |
| Anexo A.1.7 Válvula mariposa | 17 |
| Anexo A.1.8 Válvula OS&Y | 18 |
| Anexo A.1.9 Válvula check..... | 19 |
| Anexo A.2 Válvula de bola | 23 |
| Anexo A.2.1 Válvula de compuerta | 23 |
| Anexo A.2.2 Soportería | 24 |
| Anexo A.2.3 Manguera flexible | 30 |
| Anexo B. Especificaciones de los materiales | 32 |
| Anexo B.1 Tubería de acero negro | 32 |

Índice de ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración A.1 Cálculo de la ventilación en casa de máquinas. Fuente: (CLARKE, 2022) | 6 |
| Ilustración A.2 Selección del extractor en casa de máquinas. Fuente: (GREENHECK, 2022)..... | 7 |
| Ilustración A.3 Sistema de ventilación típico para una bomba diesel refrigerada por intercambiador de calor. Fuente: (National Fire Protection Association, 2022)..... | 7 |
| Ilustración A.4 Marcas y dimensiones para el rociador montante. Fuente (VIKING, 2023)..... | 8 |
| Ilustración A.5 Materiales de construcción para el rociador montante. Fuente: (VIKING, 2023)..... | 9 |
| Ilustración A.6 Instalación del rociador montante. Fuente: (VIKING, 2023)..... | 10 |
| Ilustración A.7 Marcas y dimensiones para el rociador colgante. Fuente: (VIKING, 2022)..... | 11 |
| Ilustración A.8 Materiales de construcción para el rociador colgante. Fuente: (VIKING, 2022)..... | 11 |
| Ilustración A.9 Instalación del rociador colgante. Fuente: (VIKING, 2022) | 12 |
| Ilustración A.10 Disposición de líneas ramales que abastecen a rociadores por encima, entre y por debajo de cielorrasos. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019) | 13 |
| Ilustración A.11 Tanque de agua para la bomba de turbina de eje vertical. Fuente: (Autora, 2023) | 14 |
| Ilustración A.12 Detalles de la bomba de turbina de eje vertical. Fuente: (Ruhrpumpen, 2017)..... | 15 |
| Ilustración A.13 Bomba de turbina de eje vertical. Fuente: (Ruhrpumpen, 2017)..... | 16 |
| Ilustración A.14 Tanque diesel de una capa y dique de contención. Fuente: (Autora ,2023)..... | 17 |
| Ilustración A.15 Válvula mariposa. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 18 |
| Ilustración A.16 Válvula de compuerta OS&Y (de vástago ascendente). Fuente: (ARMOUR, n.d.)..... | 19 |
| Ilustración A.17 Válvula check. Fuente: (ARMOUR, s.f.)..... | 20 |
| Ilustración A.18 Válvula check con ajuste. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 21 |
| Ilustración A.19 Válvula check de ½ pulg. Fuente: (ARMOUR, s.f.)..... | 22 |

| | | |
|-------------------------|---|----|
| Ilustración A.20 | Válvula de bola. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 23 |
| Ilustración A.21 | Válvula de compuerta. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 24 |
| Ilustración A.22 | Soporte tipo pera. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 25 |
| Ilustración A.23 | Soporte tipo U-Bolt. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 25 |
| Ilustración A.24 | Soporte para riser. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 26 |
| Ilustración A.25 | anclas, varillas y hardware. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 27 |
| Ilustración A.26 | Accesorios para la soportería. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 28 |
| Ilustración A.27 | Soportería antisísmica. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 29 |
| Ilustración A.28 | Soportería antisísmica. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 30 |
| Ilustración A.29 | Manguera flexible para rociadores. Fuente: (ARMOUR, s.f.) | 31 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Equipos que se requieren para el sistema de protección contra incendios. Fuente: (Autora, 2023) | 1 |
| Tabla 2. Materiales que se necesitan para el sistema de protección contra incendios. Fuente: (Autora, 2023) | 3 |
| Tabla B.1 Tubería de acero negro cédula 40 y cédula 10. Fuente: (ARMOUR, s.f.).... | 32 |

Equipos

A continuación, se mencionan detalles sobre los equipos que se necesitan para el sistema de supresión de incendios que se diseñó para el Museo Regional de San Ramón.

Tabla 1. Equipos que se requieren para el sistema de protección contra incendios

| Equipo | Especificaciones |
|--------------------------|--|
| Extractor de aire | En el anexo a.1 se puede observar el cálculo del ventilador, se requieren 806,7 cfm para el extractor de aire. |
| Damper | En la ilustración A.3 del anexo a.1 se muestra un damper por el cual va a entrar el aire para ventilar el cuarto de máquinas en el museo. |
| Rociador montante | $k=80,6$ lpm/bar ^{1/2} (5,6 gpm/ psi ^{1/2}), de modo que, se obtuvo un caudal por rociador de 70,98 lpm (18,75 gpm) y una presión mínima de 77,29 kPa (11,21 psi). Es de respuesta rápida y se debe instalar en el cielorraso. Ver anexo a.1.1 y el a.1.3. |
| Rociador colgante | $k=80,6$ lpm/bar ^{1/2} (5,6 gpm/ psi ^{1/2}), de modo que, se obtuvo un caudal por rociador de 70,98 lpm (18,75 gpm) y una presión mínima de 77,29 kPa (11,21 psi). Es de respuesta estándar y se tiene que colocar en el nivel 1 y 2. Ver anexo a.1.2 y el a.1.3. |
| Tanque de agua | Requiere una capacidad de 17,03 m ³ , por lo cual va a tener unas dimensiones internas de 3 m de ancho, 3m de largo y 2 m de alto. Ver anexo a.1.4. |

| Equipo | Especificaciones |
|--------------------------------------|---|
| Sistema de bombeo | En cálculo hidráulico se obtuvo 658,66 lpm (174 gpm) y 696,37 kPa (101 psi), por lo tanto, se necesita de una bomba de 946,35 lpm (250 gpm) y 696,37 kPa (101 psi). Ver anexo a.1.5. |
| Tanque diesel | Demanda una capacidad de 302,83 lpm (80 gal) y el dique de contención va a disponer de una magnitud de 458,03 lpm (121 gal) y un tamaño interno de 1 m de ancho, 1,9 m de largo y 0,5 m de alto. Ver anexo a.1.6. |
| Válvula mariposa | Ver anexo a.1.7. |
| Válvula de compuerta OS&Y | Ver anexo a.1.8. |
| Válvula check | Ver anexo a.1.9. |
| Válvula bola | Ver anexo a.2. |
| Válvula de compuerta | Ver anexo a.2.1. |
| Sopotería | Ver anexo a.2.2. |
| Manguera flexible | Manguera flexible para la conexión de rociadores colgantes. Ver anexo a.2.3. |

Fuente: (Autora, 2023)

Materiales

Seguidamente se indican datos acerca de los materiales que se precisan para el sistema de supresión de incendios que se diseñó para el Museo Regional de San Ramón.

Tabla 2. Materiales que se necesitan para el sistema de protección contra incendios

| Material | Notas |
|-------------------|--|
| Tubería | <p>La tubería para diámetros nominales mayores de 0,0635 m (2 1/2 pulg) son de cédula 10, ASTM A795, tubería roja, grado B, extremo estriado y para diámetros nominales menores de 0,0635 m (2 1/2 pulg) son de cédula 40, ASTM A53, tubería roja, grado B, terminación plana. Ver anexo b.1</p> |
| Uniones | <p>Las siguientes normas se emplean en las uniones que se disponen en los diversos tipos de tuberías:</p> <p>(a) ASME B16.1, bridas de tubería de hierro gris y accesorios con bridas Clases 25, 125 y 250.</p> <p>(b) AWWA C111/A21.11, juntas de goma para hierro dúctil, tubería de presión y accesorios.</p> <p>(c) AWWA C115/A21.15, tubería de hierro dúctil con bridas roscadas de hierro dúctil o hierro gris.</p> <p>(d) AWWA C606, juntas ranuradas y con reborde.</p> |
| Accesorios | <p>En accesorios de hierro fundido debe permitirse presiones que no excedan los 2 068,43 kPa (300 psi) en tuberías de 0,0508 m (2 pulg) o menores.</p> <p>Para accesorios de hierro maleable tienen que aprobar las presiones que</p> |

| Material | Notas |
|-------------------|---|
| Accesorios | <p>no sobrepasen los 2 068,43 kPa (300 psi) en tuberías de 0,1524 m (6 pulg) o inferiores.</p> <p>Los accesorios que no cumplan con los requisitos de los párrafos anteriores pueden tener presiones que superen los 1 206,58 kPa (175 psi).</p> <p>Deben aprobarse accesorios de bronce fundido roscados de acuerdo con ASME B16.15, <i>Accesorios roscados de aleación de cobre fundido, clase 125 y 250</i>, donde las presiones no sobrepasen de 1 378,95 kPa (200 psi) para accesorios de clase 125 y de 2 757,9 kPa (400 psi) para accesorios de clase 250.</p> |

Fuente: (Autora, 2023)

Referencias

- ARMOUR. (s.f). *INPPROD*. Obtenido de <http://www.inpprod.com/pci.php>
- CLARKE. (2022). *clarkefire*. Obtenido de <https://clarkefire.com/design-tools/pump-room-calculators/pump-room-ventilation-calculator/PumpRoomVentilation>
- GREENHECK. (2022). *GREENHECK* . Obtenido de <https://www.greenheck.com/es-us/productos/movimiento-del-aire/ventiladores/ventiladores-para-muro/extractores-axiales-para-muro>
- National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 13. Norma para la instalación de sistemas de rociadores*. Quincy,Massachusetts, USA: Propia.
- National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 20.Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*. USA: Propia.
- Ruhrpumpen. (2017). *Ruhrpumpen fire pumps*. Propia. Obtenido de <https://www.ruhrpumpen.com/en/downloads/96-fire-pump-range-en/file.html>
- VIKING. (2022). *VK1021 Standard Response Pendent Sprinkler K5.6 (80.6)*. Propia. Obtenido de <https://www.vikinggroupinc.com/sites/default/files/documents/102520.pdf>
- VIKING. (2023). *VK3001 Quick Response Upright Sprinkler K5.6 (80.6)*. Propia. Obtenido de <https://www.vikinggroupinc.com/sites/default/files/documents/110420.pdf>

Anexos

Anexo A. Especificaciones de los equipos

En esta sección se adjuntan los detalles de los componentes del sistema de supresión de incendios diseñado.

Anexo C.1 Ventilación de casa de máquinas

En las siguientes ilustraciones se observa el sistema de ventilación de casa de máquinas.

| Results | |
|---|--|
| Input Data | |
| | Engine Model: JU4H-UF10 |
| | Rated HP: 41 |
| | Rated Speed (RPM): 1760 |
| | Combustion air flow (CFM): 140.0 ^[2] |
| ΔT - Maximum design temperature rise inside pump room | (°F): 28.0 ^[3] |
| | Engine radiated heat (Btu/Sec): 5.6 ^[2] |
| Pump Room Calculations ^[1] | |
| | 140.0 Combustion air flow (CFM) |
| + | 666.7 Flow for engine radiated heat (CFM) |
| | <hr/> |
| | 806.7 Total (CFM) |

Ilustración A.1 Cálculo de la ventilación en casa de máquinas



Ilustración A.2 Selección del extractor en casa de máquinas

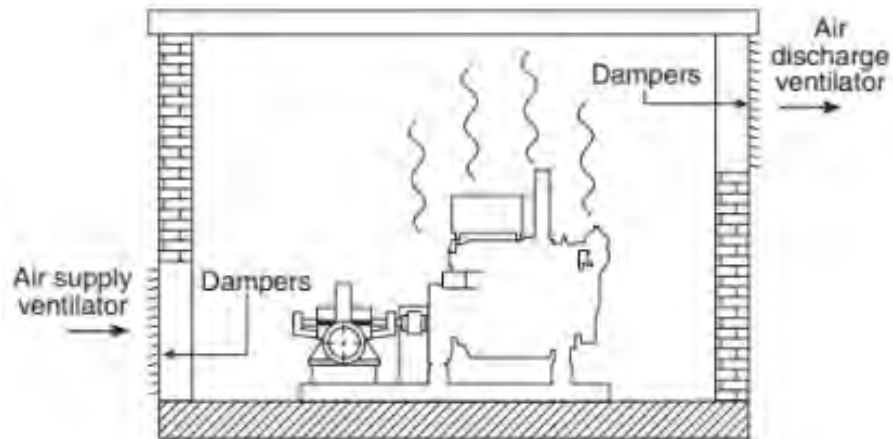


Ilustración A.3 Sistema de ventilación típico para una bomba diesel refrigerada por intercambiador de calor

Anexo D.1.1 Rociadores montantes

A continuación, se presentan ilustraciones sobre detalles de los rociadores montantes.

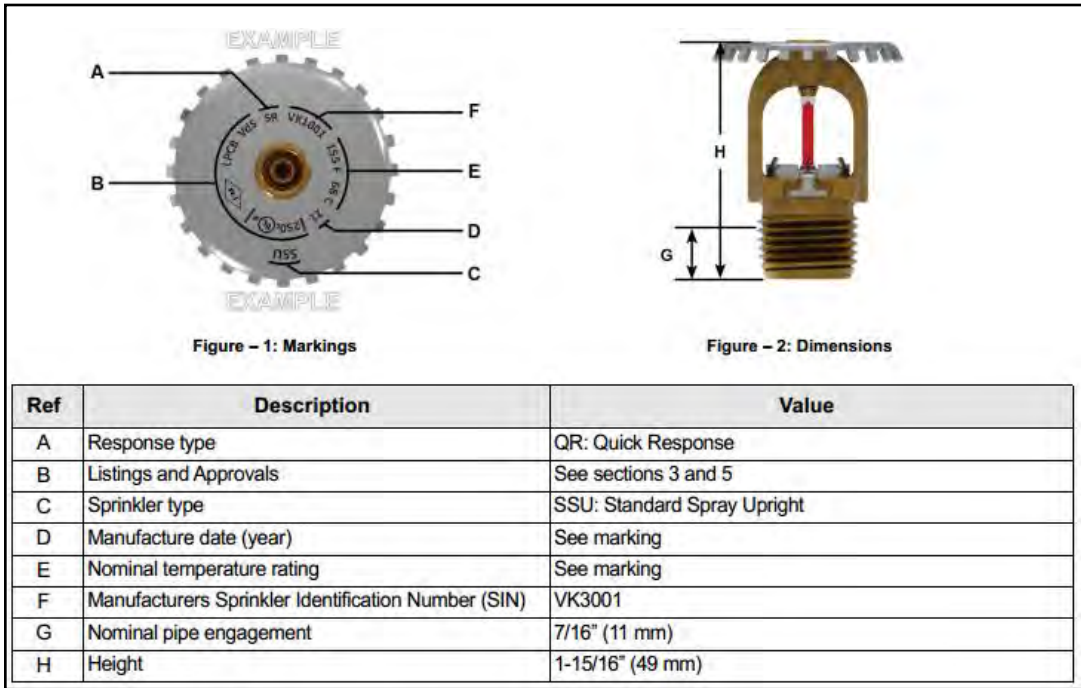


Ilustración A.4 Marcas y dimensiones para el rociador montante

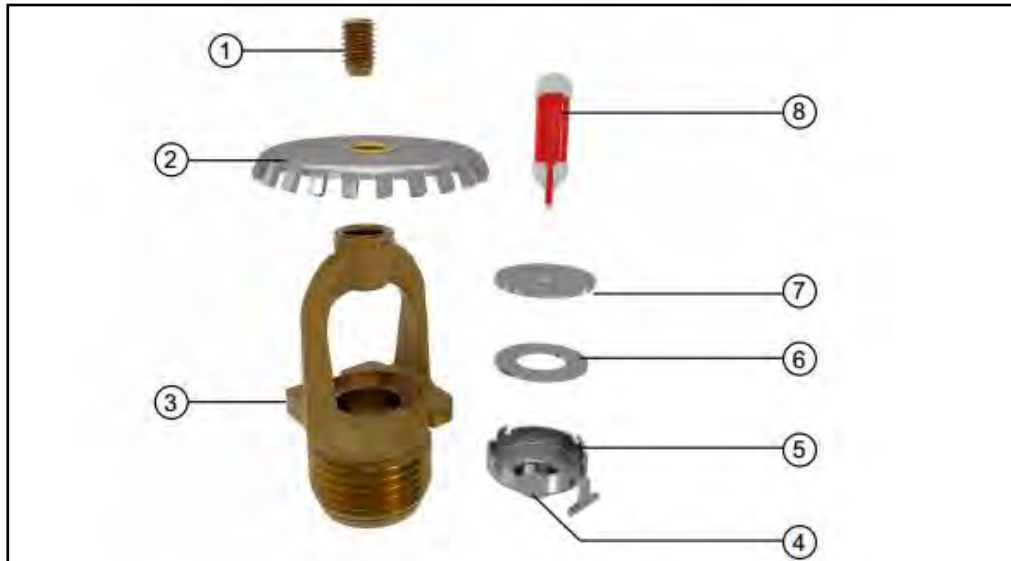


Figure – 3 Sprinkler Components

| Ref | Description | Material |
|-----|-------------------|--|
| 1 | Compression screw | Brass CW612N, CW508L, UNS-C36000 or UNS-C26000 |
| 2 | Deflector | Stainless steel UNS S30400 |
| 3 | Sprinkler body | CW602N, UNS-C84400 or QM brass |
| 4 | Pip cap seal | Polytetrafluoroethylene (PTFE) |
| 5 | Pip cap shell | Stainless steel UNS-S44400 |
| 6 | Belleville spring | Nickel alloy |
| 7 | Pip cap disc | Stainless steel UNS-S30100 |
| 8 | Bulb | Glass, nominal 0.10" (3 mm) diameter |

Ilustración A.5 Materiales de construcción para el rociador montante

6. **NOTICE:** Do not use the deflector to start threading the sprinkler into a fitting. Use **ONLY** the approved wrench to install the sprinkler. Refer to the sprinkler's *Technical Data Sheet*.

Carefully slide the proper wrench onto the wrench flats (Figure 2).



Figure - 2

7. **NOTICE:** Over-tightening the sprinkler can cause permanent damage. For 1/2" NPT (or 15 mm BSPT) sprinkler, tighten up to a maximum torque of 14 ft-lbs (19 Nm). For 3/4" NPT (or 20 mm BSPT) sprinkler, tighten up to a maximum of 20 ft-lbs (27,1 Nm).

Tighten the sprinkler as necessary (Figure 3). If applicable, install a sprinkler guard and water shield.



Figure - 3

Ilustración A.6 Instalación del rociador montante

Anexo E.1.2 Rociadores colgantes

En esta división se muestran ilustraciones sobre las especificaciones de los rociadores colgantes.

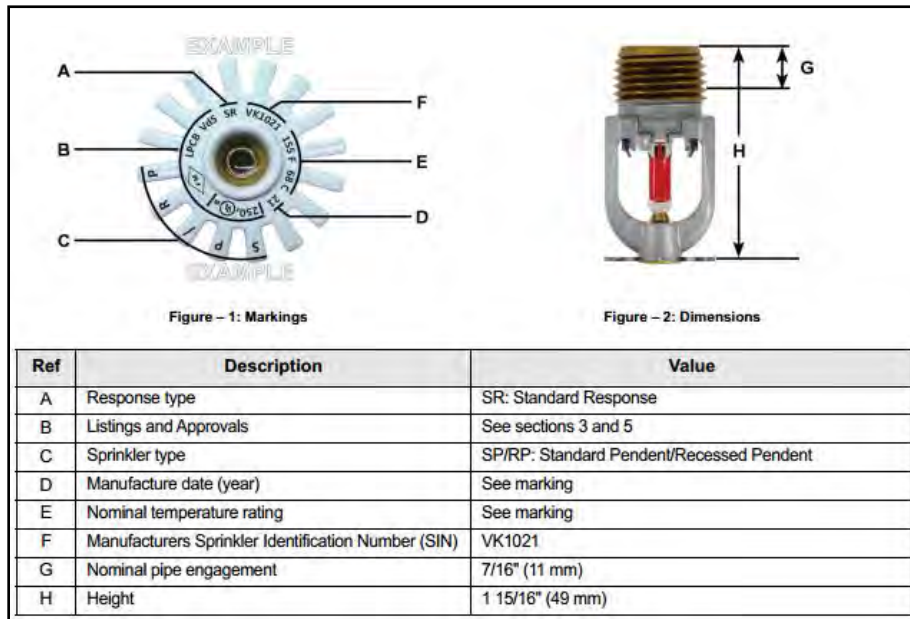


Ilustración A.7 Marcas y dimensiones para el rociador colgante

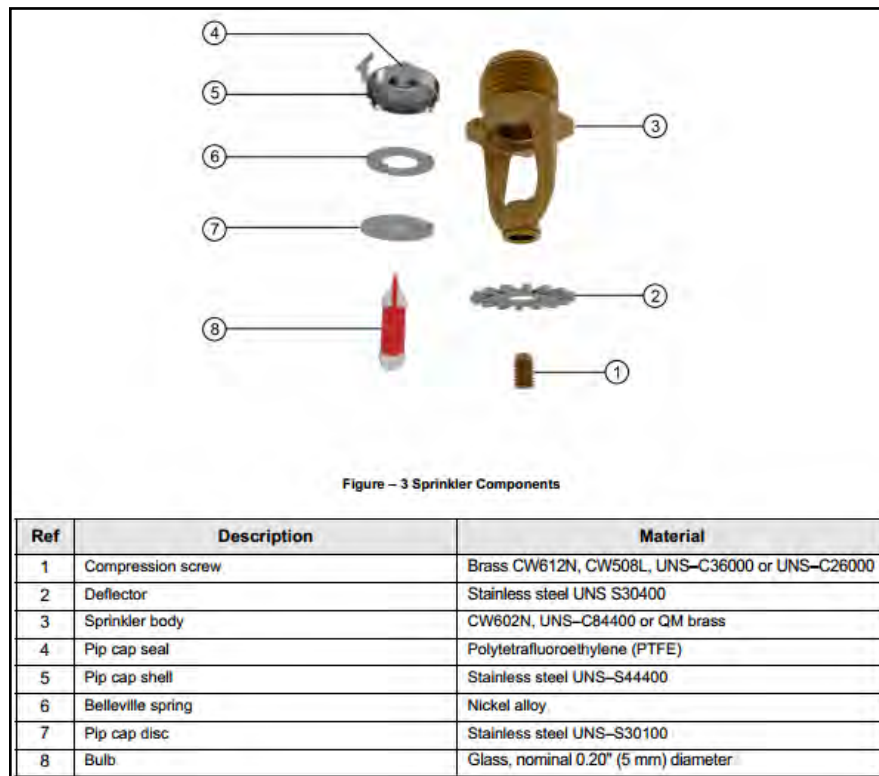


Ilustración A.8 Materiales de construcción para el rociador colgante

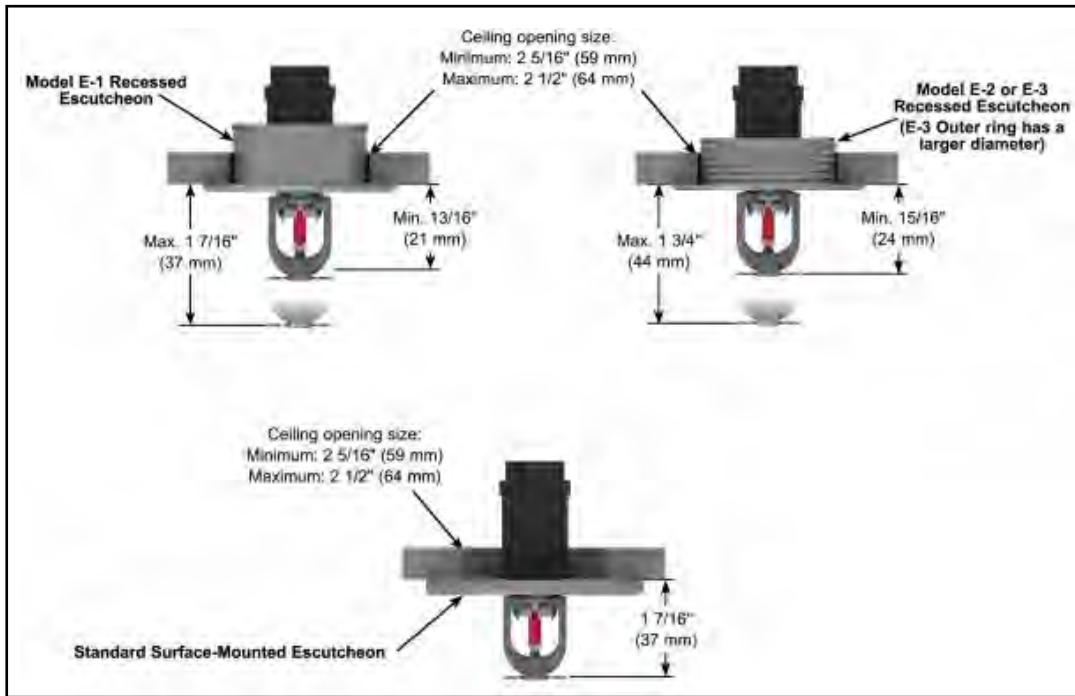


Ilustración A.9 Instalación del rociador colgante

Anexo F.1.3 Conexión de los ramales con los rociadores

En la ilustración 10 se observa las líneas de ramales que suministran agua a los rociadores, ya sea por encima, entre el cielorraso o por debajo de este.

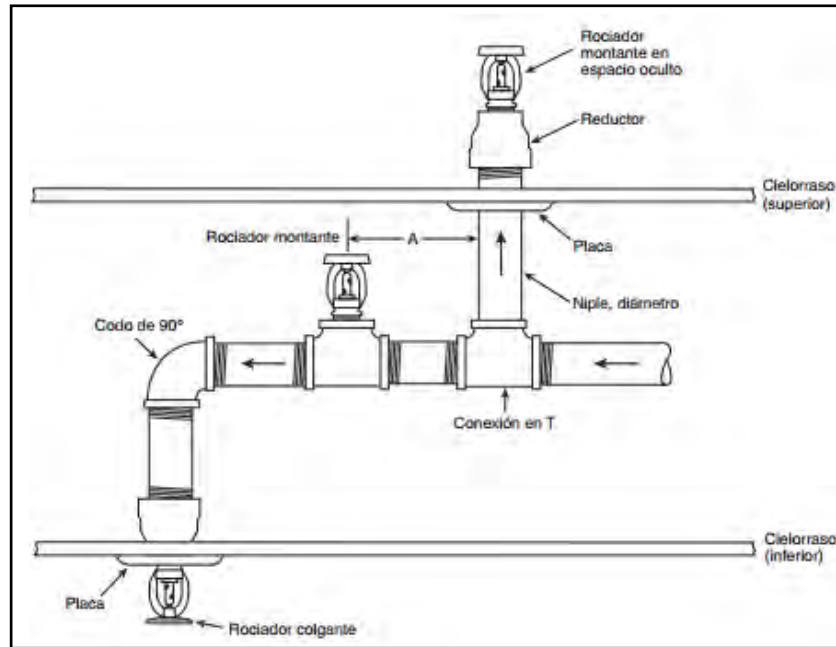


Ilustración A.10 Disposición de líneas ramales que abastecen a rociadores por encima, entre y por debajo de cielorrasos

Anexo G.1.4 Tanque de agua

A continuación, se aprecia el tanque de agua que se requiere para la bomba de supresión de incendios.

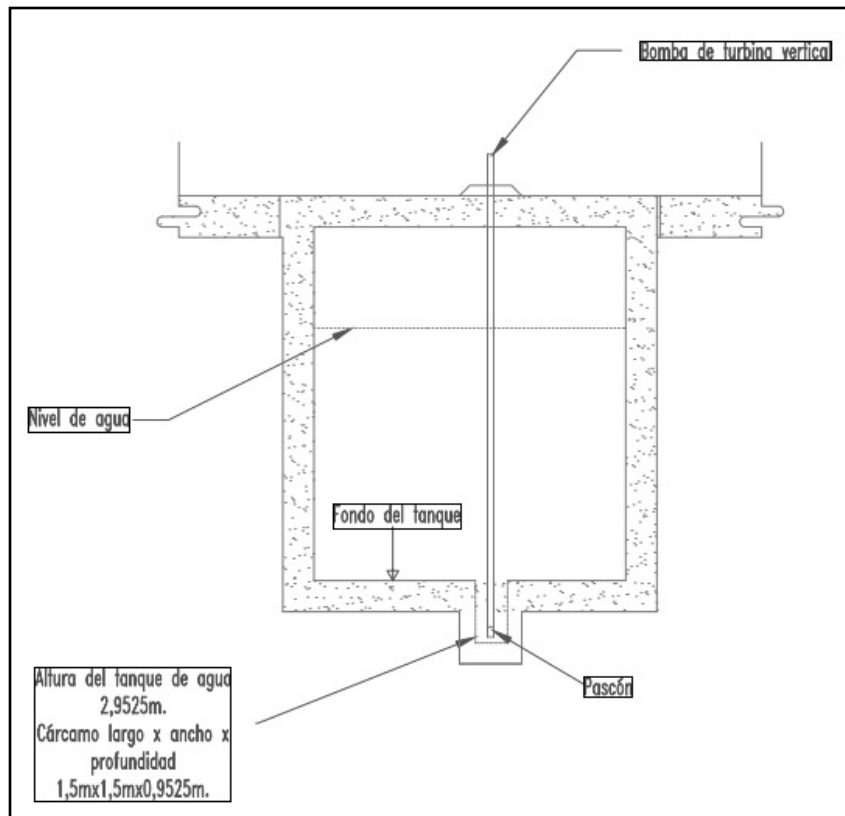


Ilustración A.11 Tanque de agua para la bomba de turbina de eje vertical

Anexo H.1.5 Bomba de turbina vertical

Seguidamente se describe la bomba de turbina de eje vertical que propone el fabricante Ruhrpumpen.

| STAGES / PRESSURE | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------|--|----------------------|------|
| Stage | Construction | Pressure (PSI) | | Weight (Bowl's Only) | |
| | | 500 GPM | | (Lbs) | (Kg) |
| | | 1760 RPM | | | |
| 3 | Cl-Brz | 47 - 69 | | 661 | 300 |
| 4 | | 63 - 92 | | 754 | 342 |
| 5 | | 78 - 116 | | 847 | 384 |
| 6 | | 94 - 139 | | 940 | 426 |
| 7 | | 109 - 162 | | 1033 | 468 |
| 8 | | 125 - 185 | | 1126 | 510 |
| 9 | | 141 - 208 | | 1219 | 554 |

| PUMP MATERIALS | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------------------|--------|----------|----------|----------|--------------------|---------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Stage | Discharge Flange | | | Column | | Shaft / Column | | Bowl | | Impeller | | Strainer |
| | Size | Class | Material | Diameter | Material | Column Shaft Diam. | Shaft & Coupling Material | Material | Wear Ring | Material | Wear Ring | |
| 3 | | | | | | 1" | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 8" Type C | 150 RF | Cl | 6" | 316 SS | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | 416 SS | Brz. | Brz. | 316 SS | 316 SS | 316 SS |
| 7 | | | | | | 1.25" | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |

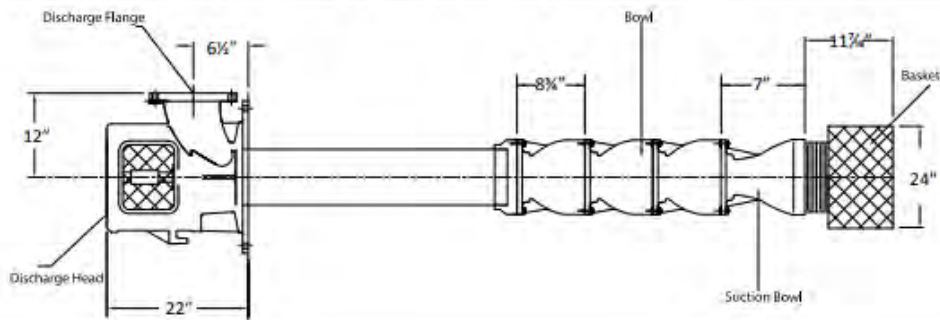


Ilustración A.12 Detalles de la bomba de turbina de eje vertical

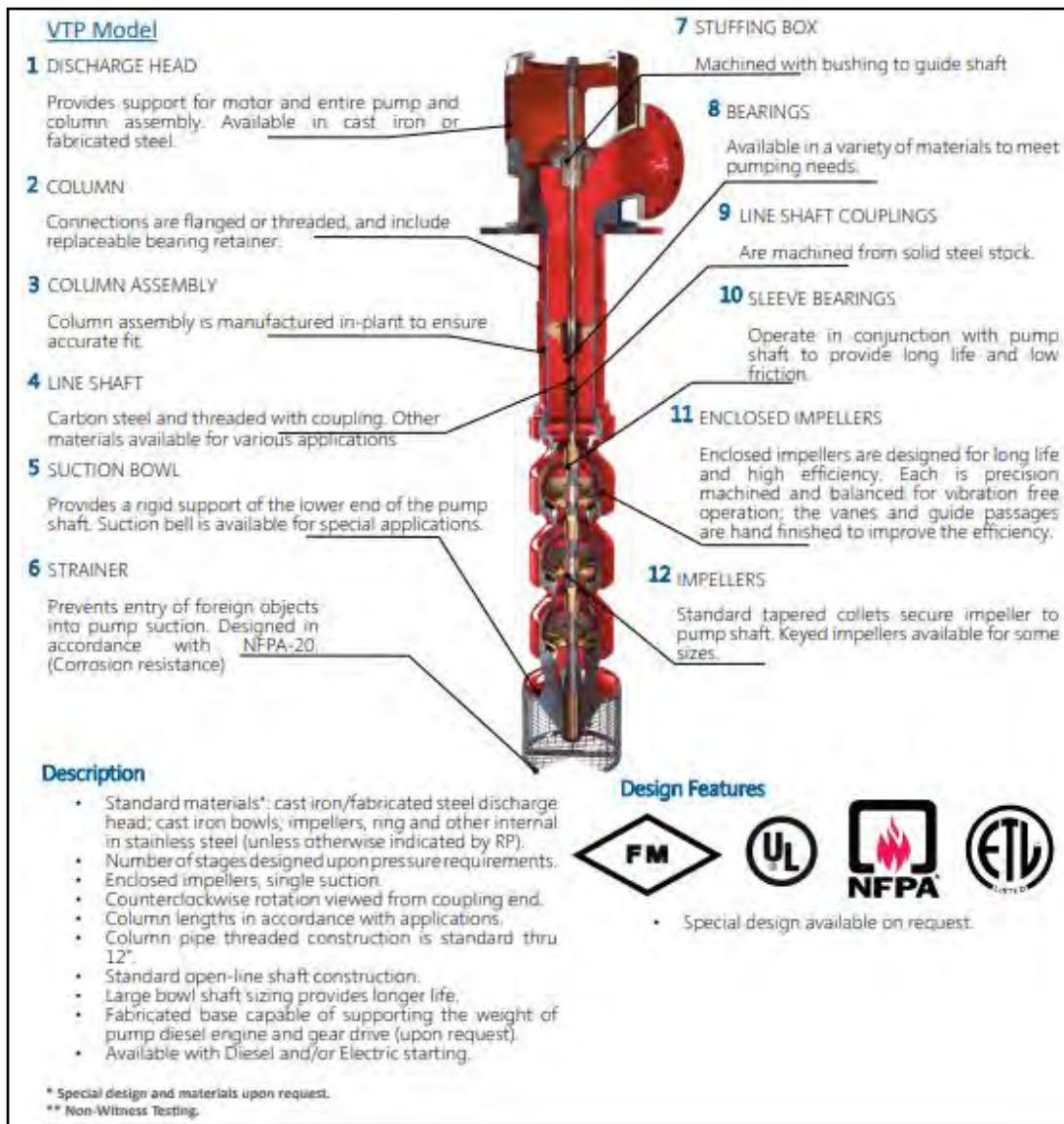


Ilustración A.13 Bomba de turbina de eje vertical

Anexo I.1.6 Tanque diesel y dique de contención

Posteriormente se muestra el tanque diesel para la bomba principal y el muro de contención del diesel en caso de fuga.

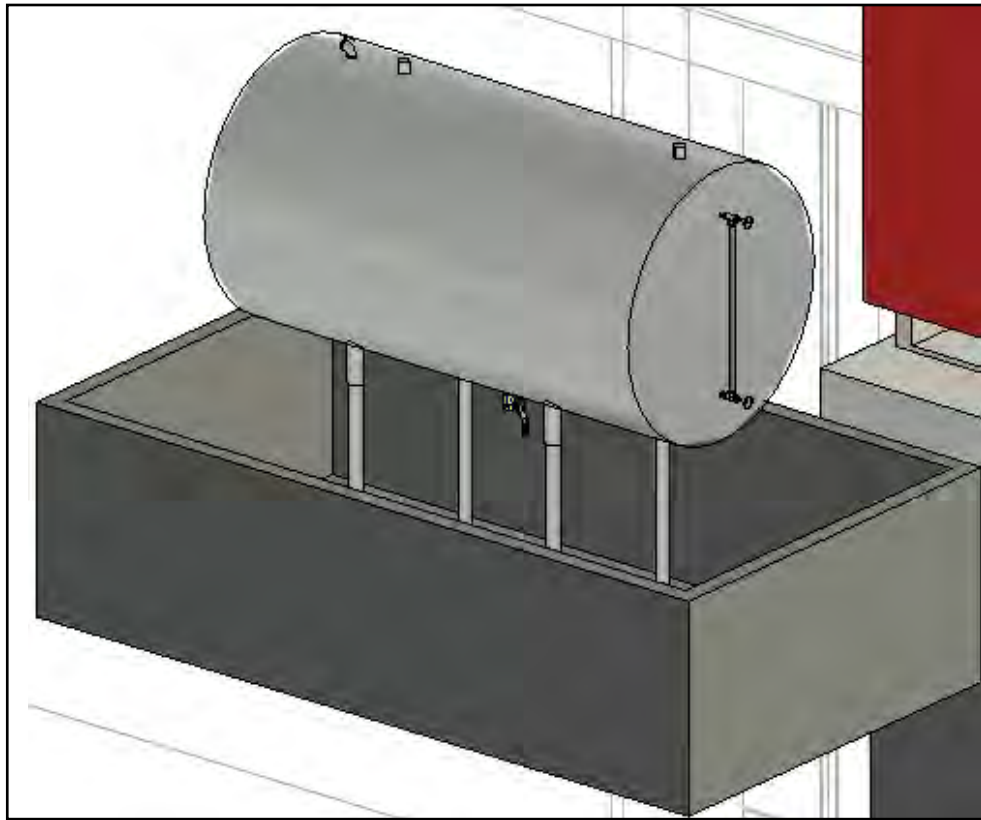



Ilustración A.14 Tanque diesel de una capa y dique de contención

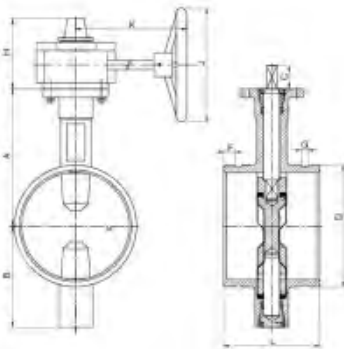
Anexo J.1.7 Válvula mariposa

A continuación, se aprecia la válvula mariposa monitoreada.

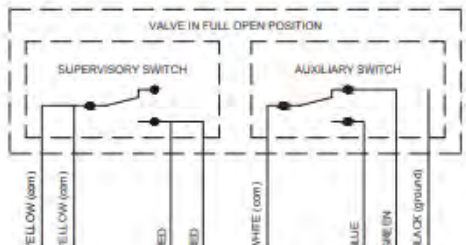


Specification: The GD-381FP Butterfly Valve is an indicating type valve designed and listed for use in fire protection systems. This valve is rated for a maximum working pressure of 300 psi (20 bar) and provide a visual indication as to whether the valve is open or closed. It is provided with factory installed supervisory switch monitoring the valve in the open or closed position. Ends are grooved according to ASME B16.1.

| 10M SIZE | A | B | C | D | E | F | G | H | K | J | L |
|-------------|-----|-----|----|----------------|----------------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| 2" | 125 | 95 | 32 | 60.3 | 54.7 | 15.9 | 7.9 | 111 | 153 | 152 | 88.2 |
| 2-1/2" | 125 | 95 | 32 | 73 74.1 | 69.1 72.3 | 15.9 | 7.9 | 111 | 153 | 152 | 96.4 |
| 3" | 140 | 100 | 32 | 88.9 | 84.9 | 15.9 | 7.9 | 111 | 153 | 152 | 97 |
| 4" | 160 | 100 | 32 | 114.3 | 110.1 | 15.9 | 9.5 | 111 | 153 | 152 | 115.1 |
| 5" | 170 | 125 | 32 | 139.7 141.3 | 135.5 137 | 15.9 | 9.5 | 111 | 153 | 152 | 132.4 |
| 6" | 190 | 140 | 32 | 165.1 168.3 | 160.7 164 | 15.9 | 9.5 | 111 | 153 | 200 | 132.4 |
| 8" | 230 | 175 | 32 | 216.9 219.1 | 211.6 214.6 | 19 | 11.1 | 126 | 210 | 300 | 147.4 |
| 10" | 280 | 200 | 45 | 267.4 273 | 262.6 268.3 | 19 | 12.7 | 126 | 210 | 300 | 159 |
| 12" | 300 | 240 | 45 | 316.4 324 | 312.9 318.3 | 19 | 12.7 | 161 | 252 | 350 | 165 |



Electrical drawing



UL LISTED FM APPROVED
 UL EX16389
 FM 2 1/2" - 6" 3044634
 FM 8" 3054341
 FM 10" - 12" 3057284

Ilustración A.15 Válvula mariposa

Anexo K.1.8 Válvula OS&Y

En este apartado se presenta la válvula de compuerta OS&Y (de vástago ascendente).

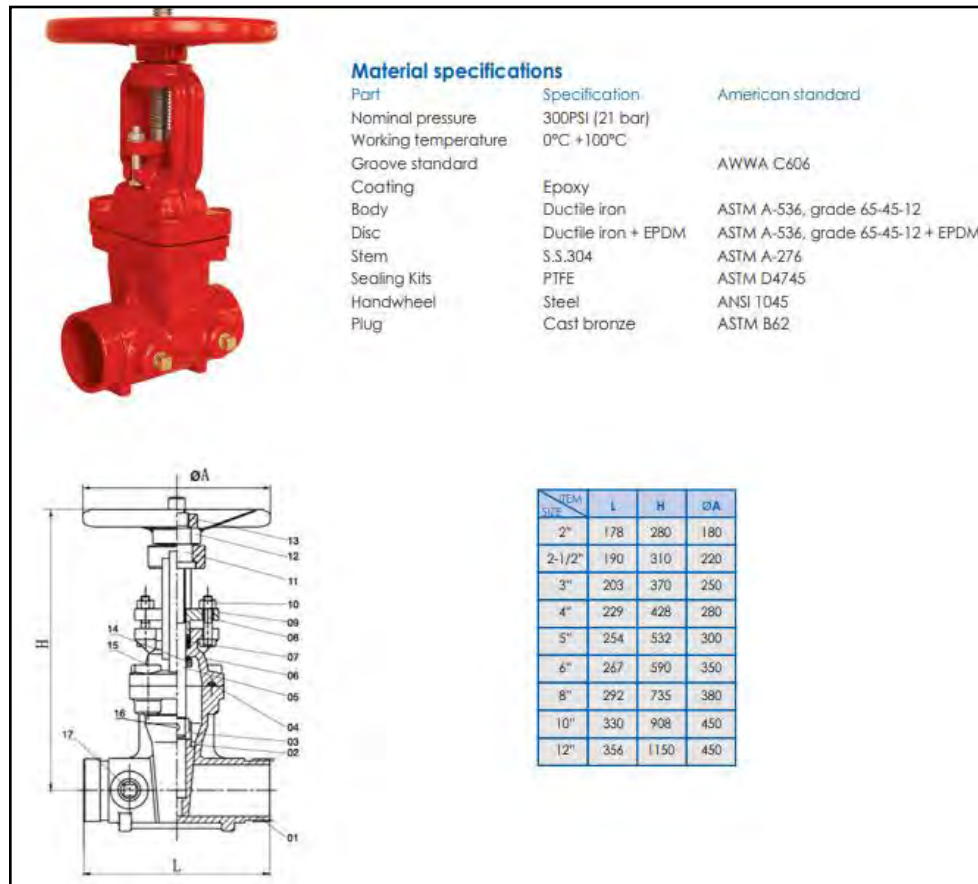


Ilustración A.16 Válvula de compuerta OS&Y (de vástago ascendente)

Anexo L.1.9 Válvula check

Las válvulas de retención se especifican a continuación.



General Specification

Used in one-way flow pipelines to prevent back flow, in both vertical or horizontal applications

Maximum working pressure: 350 psi

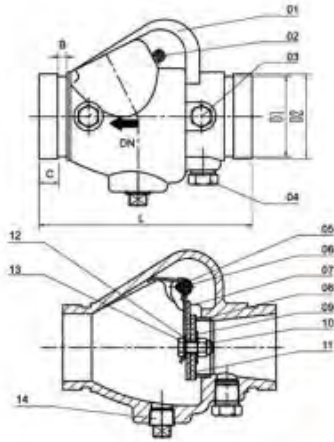
Testing pressure: 700 psi

Grooved ends standard: ANSI/AWWA C606-04

Coating: internal & external electrostatic epoxy coated

Material specifications

| No. | Part | Specification | American standard |
|-----|---------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1 | Body | Ductile iron | ASTM A536, 65-45-12 |
| 2 | Bolt | Steel 1045 | ASTM A29 |
| 3 | Plug | Steel 1045 | ASTM A29 |
| 4 | Plug | Steel 1045 | ASTM A29 |
| 5 | Spring | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 6 | Hinge Pin | Stainless Steel 304/Ductile iron | ASTM A276/536, 65-45-12 |
| 7 | Clapper | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 8 | Seat | C95400 | ASTM A148 |
| 9 | Clamping ring | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 10 | Locknut | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 11 | Facing Seal | EPDM | ASTM D2000 |
| 12 | Gasket | EPDM | ASTM D2000 |
| 13 | Ball | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 14 | Plug | Steel 1045 | ASTM A29 |



| SIZE | L | D1 | D2 | B | C |
|--------|-----|--------|-------|-------|-------|
| 2" | 169 | 57.15 | 60.3 | 7.95 | 15.88 |
| 2-1/2" | 181 | 69.09 | 73 | 7.95 | 15.88 |
| 3" | 196 | 84.94 | 88.9 | 7.95 | 15.88 |
| 4" | 214 | 110.08 | 114.3 | 9.53 | 15.88 |
| 5" | 246 | 135.46 | 139.7 | 9.53 | 15.88 |
| | | 137.03 | 141.3 | | |
| 6" | 270 | 160.78 | 165.1 | 9.53 | 15.88 |
| | | 163.96 | 168.3 | | |
| 8" | 325 | 211.6 | 216.3 | 11.13 | 19.05 |
| | | 214.4 | 219.1 | | |
| 10" | 457 | 268.3 | 273 | 12.7 | 19.05 |
| 12" | 535 | 318.3 | 323.9 | 12.7 | 19.05 |



Ilustración A.17 Válvula check

Valve general specification

Used in one-way flow pipelines to prevent back flow, in both vertical or horizontal applications
 Maximum working pressure: 350 psi
 Testing pressure: 700 psi
 Grooved ends standard: ANSI/AWWA C606-04
 Coating: internal & external electrostatic epoxy coated

Valve material specifications

| No. | Part | Specification | American standard |
|-----|---------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1 | Body | Ductile iron | ASTM A536, 65-45-12 |
| 2 | Bolt | Steel 1045 | ASTM A29 |
| 3 | Plug | Steel 1045 | ASTM A29 |
| 4 | Plug | Steel 1045 | ASTM A29 |
| 5 | Spring | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 6 | Hinge Pin | Stainless Steel 304/Ductile iron | ASTM A276/536, 65-45-12 |
| 7 | Clapper | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 8 | Seat | C95400 | ASTM A148 |
| 9 | Clamping ring | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 10 | Locknut | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 11 | Facing Seal | EPDM | ASTM D2000 |
| 12 | Gasket | EPDM | ASTM D2000 |
| 13 | Ball | Stainless Steel 304 | ASTM A276 |
| 14 | Plug | Steel 1045 | ASTM A29 |

| ITEM SIZE | L | D1 | D2 | ø | C |
|-----------|-----|--------|-------|-------|-------|
| 2" | 169 | 57.15 | 60.3 | 7.95 | 15.88 |
| 2-1/2" | 181 | 69.09 | 73 | 7.95 | 15.88 |
| 3" | 198 | 84.94 | 88.9 | 7.95 | 15.88 |
| 4" | 214 | 110.08 | 114.3 | 9.53 | 15.88 |
| 5" | 248 | 135.48 | 139.7 | 9.53 | 15.88 |
| | | 137.03 | 141.3 | | |
| 6" | 270 | 160.78 | 165.1 | 9.53 | 15.88 |
| | | 163.96 | 168.3 | | |
| 8" | 325 | 211.6 | 216.3 | 11.13 | 19.05 |
| | | 214.4 | 219.1 | | |
| 10" | 457 | 268.3 | 273 | 12.7 | 19.05 |
| 12" | 535 | 318.3 | 323.9 | 12.7 | 19.05 |

UL LISTED FM APPROVED
 UL EXI 6384 FM 3057989

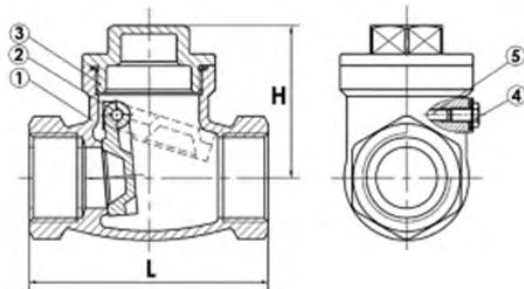
Ilustración A.18 Válvula check con ajuste



SC20X is a 1/2" IPS check valve with 3/32" orifice, specifically designed for use in the pressure sensing line for fire pump systems which will provide adequate pressure drop in the sensing line preventing unnecessary pump starts.

Specification:

Size 1/2", weight 160g, L 1,82 cm H 1,14 cm
 Working Pressur (psi): 200WOG, 125WSP
 Cast brass body
 Forged brass disc with 3/32" orifice
 Machined sealing surface
 NPT Threaded ends




| No. | Part | Material Specification |
|-----|-------|-------------------------|
| 1 | Body | Cast Brass ASTM B5845 |
| 2 | Disc | Forged Brass ASTM B-124 |
| 3 | Cap | Cast Brass ASTM B584 |
| 4 | Pin | Brass ASTM B-16 |
| 5 | Screw | Brass ASTM B-16 |

Ilustración A.19 Válvula check de 1/2 pulg

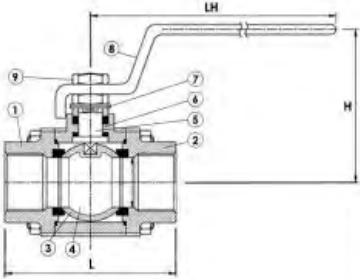
Anexo M.2 Válvula de bola

En esta división de va a mostrar la válvula de bola.

Specification: Working Pressur (psi): 400WOG, 150WSP
 Full Port
 Chrome Plated Brass Ball
 Forged Brass Body
 PTFE Seats
 Blow Out Proof Stem
 NPT Threaded Ends



| Size | Weight (g) | L (cm) | H (cm) | LH (cm) |
|--------|------------|--------|--------|---------|
| 1/4" | 150 | 1,68 | 1,82 | 3,64 |
| 1/2" | 192 | 1,86 | 2,27 | 4,23 |
| 3/4" | 295 | 2,64 | 2,45 | 5,00 |
| 1" | 435 | 3,05 | 2,82 | 6,18 |
| 1-1/4" | 576 | 3,09 | 2,95 | 6,18 |
| 1-1/2" | 875 | 4,09 | 3,50 | 6,59 |
| 2" | 1207 | 4,68 | 3,64 | 7,23 |
| 2-1/2" | 2788 | 6,32 | 5,82 | 10,73 |
| 3" | 3617 | 7,05 | 6,41 | 10,73 |
| 4" | 6100 | 8,05 | 7,27 | 10,91 |




| | |
|----------------|---------------------------------------|
| No. Part | Material Specification |
| 1 Body | Forged Brass ASTM B-455 (Zinc Plated) |
| 2 Body End Cap | Forged Brass ASTM B-455 (Zinc Plated) |
| 3 Ball Seat | PTFE |
| 4 Ball | Chrome Plated Brass ASTM B-124 |
| 5 Stem | Brass ASTM B-124 |
| 6 Stem Packing | PTFE |
| 7 Packing Nut | Brass ASTM B-124 |
| 8 Handle | Forged Steel ASTM A-283 (Zinc Plated) |
| 9 Nut | Forged Steel ASTM A-283 (Zinc Plated) |

Ilustración A.20 Válvula de bola

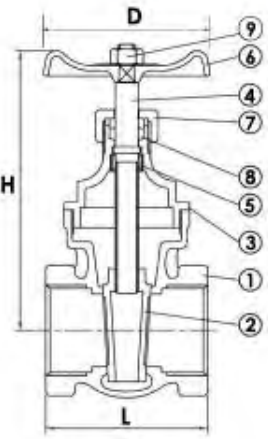
Anexo N.2.1 Válvula de compuerta

La válvula de compuerta se detalla posteriormente.

Specification: Working Pressur (psi): 200WOG, 120WSP
 Full Port
 Forged Brass Body
 Solid Wedge Disc
 Non Rising Stem
 NPT Threaded Ends



| Size | Weight (lb) | L (cm) | H (cm) | D (cm) |
|--------|-------------|--------|--------|--------|
| 1/2" | 230 | 1,86 | 3,59 | 2,00 |
| 3/4" | 300 | 2,27 | 3,73 | 2,14 |
| 1" | 420 | 2,45 | 4,64 | 2,45 |
| 1-1/4" | 660 | 2,45 | 5,09 | 2,64 |
| 1-1/2" | 880 | 2,82 | 5,55 | 3,09 |
| 2" | 1280 | 2,95 | 6,59 | 3,73 |
| 2-1/2" | 2600 | 4,05 | 8,05 | 4,41 |
| 3" | 3600 | 4,27 | 9,09 | 5,05 |
| 4" | 6600 | 4,82 | 10,77 | 5,68 |



| No. Part | Material Specification |
|-----------------|-------------------------|
| 1 Body | Forged Brass ASTM B-455 |
| 2 Disc | Forged Brass ASTM B-455 |
| 3 Bonnet | Forged Brass ASTM B-455 |
| 4 Stem | Brass ASTM B-124 |
| 5 Stem Lock Nut | Brass ASTM B-16 |
| 6 Handwheel | Cast Iron ASTM A-48 |
| 7 Packing Nut | Brass ASTM B-124 |
| 8 Packing | Graphite |
| 9 Nut | Forged Steel ASTM A-283 |

Ilustración A.21 Válvula de compuerta

Anexo O.2.2 Soportería

En esta sección se observan la soportería del sistema de supresión de incendios.

**MODEL LOOP
LOOP HANGER**
MATERIAL: Electro-galvanized Steel
APPLICATION: Adjustable band hanger.

| CAT # | SIZE | ROD SIZE | MAX LOAD (Lbs) |
|-----------------|--------|-------------|-------------------|
| HS-LOOP-0050-EG | 1/2" | 3/8" | 400 |
| HS-LOOP-0075-EG | 3/4" | 3/8" | 400 |
| HS-LOOP-0100-EG | 1" | 3/8" | 400 |
| HS-LOOP-0125-EG | 1 1/4" | 3/8" | 400 |
| HS-LOOP-0150-EG | 1 1/2" | 3/8" | 400 |
| HS-LOOP-0200-EG | 2" | 3/8" | 400 |
| HS-LOOP-0250-EG | 2 1/2" | 3/8" | 1000 |
| HS-LOOP-0300-EG | 3" | 3/8" | 1000 |
| HS-LOOP-0400-EG | 4" | 3/8" | 1100 |
| HS-LOOP-0500-EG | 5" | 1/2" | 1250 |
| HS-LOOP-0600-EG | 6" | 1/2" | 1250 |
| HS-LOOP-0800-EG | 8" | 1/2" | 1250 |

UL EX 15800
FM 3048552




Ilustración A.22 Soporte tipo pera

**MODEL UB
U-Bolt**
MATERIAL: Electro-galvanized Steel
APPLICATION: Standard U-bolt for IPS Pipe Size

| CAT # | PIPE O.D. | ROD SIZE | MAX LOAD (lbs) |
|---------------|--------------|-------------|-------------------|
| HS-UB-0050-EG | 1/2" | 1/4" | 485 |
| HS-UB-0075-EG | 3/4" | 1/4" | 485 |
| HS-UB-0100-EG | 1" | 1/4" | 485 |
| HS-UB-0125-EG | 1-1/4" | 3/8" | 1300 |
| HS-UB-0150-EG | 1-1/2" | 3/8" | 1300 |
| HS-UB-0200-EG | 2" | 3/8" | 1300 |
| HS-UB-0250-EG | 2-1/2" | 1/2" | 2260 |
| HS-UB-0300-EG | 3" | 1/2" | 2260 |
| HS-UB-0400-EG | 4" | 1/2" | 2260 |
| HS-UB-0600-EG | 6" | 5/8" | 3620 |
| HS-UB-0800-EG | 8" | 5/8" | 3620 |
| HS-UB-1000-EG | 10" | 3/4" | 5420 |
| HS-UB-1200-EG | 12" | 7/8" | 7540 |




Ilustración A.23 Soporte tipo U-Bolt

Riser Clamp

MODEL RSC-S SHORT RISER CLAMP

MATERIAL: Electro-galvanized Steel
APPLICATION: Industrial pipe hanger.

| CAT # | SIZE | MAX LOAD (lbs) |
|------------------|--------|----------------|
| HS-RSC-S-0050-EG | 1/2" | 500 |
| HS-RSC-S-0075-EG | 3/8" | 500 |
| HS-RSC-S-0100-EG | 1" | 500 |
| HS-RSC-S-0125-EG | 1 1/4" | 800 |
| HS-RSC-S-0150-EG | 1 1/2" | 1040 |
| HS-RSC-S-0200-EG | 2" | 1040 |
| HS-RSC-S-0250-EG | 2 1/2" | 1040 |
| HS-RSC-S-0300-EG | 3" | 1040 |
| HS-RSC-S-0400-EG | 4" | 1040 |
| HS-RSC-S-0500-EG | 5" | 1040 |
| HS-RSC-S-0600-EG | 6" | 1615 |
| HS-RSC-S-0800-EG | 8" | 1615 |
| HS-RSC-S-1000-EG | 10" | 2490 |

UL EX 15800
FM 3048552



MODEL RSC-L LONG RISER CLAMP

MATERIAL: Electro-galvanized Steel
APPLICATION: For suspending vertical steel pipe risers.

| CAT # | SIZE | MAX LOAD (lbs) |
|------------------|--------|----------------|
| HS-RSC-L-0050-EG | 1/2" | 255 |
| HS-RSC-L-0075-EG | 3/4" | 255 |
| HS-RSC-L-0100-EG | 1" | 255 |
| HS-RSC-L-0125-EG | 1 1/4" | 255 |
| HS-RSC-L-0150-EG | 1 1/2" | 255 |
| HS-RSC-L-0200-EG | 2" | 255 |
| HS-RSC-L-0250-EG | 2 1/2" | 390 |
| HS-RSC-L-0300-EG | 3" | 530 |
| HS-RSC-L-0400-EG | 4" | 810 |
| HS-RSC-L-0500-EG | 5" | 1160 |
| HS-RSC-L-0600-EG | 6" | 1570 |
| HS-RSC-L-0800-EG | 8" | 2500 |
| HS-RSC-L-1000-EG | 10" | 2500 |
| HS-RSC-L-1200-EG | 12" | 2700 |

UL EX 15800
FM 3048552



Ilustración A.24 Soporte para riser

Anchors, rods & hardware

MODEL DRO MINI DROP-IN ANCHOR STANDART DROP-IN ANCHOR

MATERIAL: Electro-galvanized steel
APPLICATION: Concrete drop-in anchor

| CAT # | ROD SIZE | MIN DEPTH | ANSI DRILL SIZE | LOAD CAP (Lbs) |
|--------------------|----------|-----------|-----------------|----------------|
| HS-DRO-MIN-0037-EG | 3/8" | 3/4" | 1/2" | 530 |
| HS-DRO-MIN-0050-EG | 1/2" | 1" | 5/8" | 840 |
| HS-DRO-STD-0037-EG | 3/8" | 1 9/16" | 1/2" | 715 |
| HS-DRO-STD-0050-EG | 1/2" | 2" | 5/8" | 1050 |
| HS-DRO-STD-0062-EG | 5/8" | 2 1/2" | 7/8" | 1860 |



MODEL TRA-CH / TRA-CV THREADED ROD ANCHOR

MATERIAL: Electro-galvanized steel
APPLICATION: Easy 2 steps process anchoring on concrete:
1/4" drill hole and drive anchor
No included Retaining Nut

| CAT # | ROD SIZE | SCREW TYPE | APPLICATION | MAX LOAD (Lbs) | DRIVE/ COLOUR |
|--------------------|----------|----------------|--------------|----------------|---------------|
| HS-TRA-CH-SWC20-EG | 3/8" | 5/16" x 1-3/4" | Horizontal | 2450 | HDRIVE |
| HS-TRA-CV-CST20-EG | 3/8" | 5/16" x 1-3/4" | Vertical | 2450 | VDRIVE |
| HS-TRA-VDRIVE | | | Drive Socket | | BLACK |
| HS-TRA-HDRIVE | | | Drive Socket | | RED |

UL EX5098



MODEL TRA-SH / TRA-SV THREADED ROD ANCHOR

MATERIAL: Electro-galvanized steel
APPLICATION: No pre-drilling anchoring for steel
Included Retaining Nut

| CAT # | ROD SIZE | SCREW TYPE | APPLICATION | MAX LOAD (Lbs) | DRIVE/ COLOUR |
|----------------------|----------|----------------|--------------|----------------|---------------|
| HS-TRA-SH-SWDRS16-EG | 3/8" | 12-24 x 1-1/2" | Horizontal | 2375 | HDRIVE |
| HS-TRA-SV-DSTRS16-EG | 3/8" | 12-24 x 1-1/2" | Vertical | 1510 | VDRIVE |
| HS-TRA-VDRIVE | | | Drive Socket | | BLACK |
| HS-TRA-HDRIVE | | | Drive Socket | | RED |

UL EX5098



Ilustración A.25 Anclas, varillas y hardware

| <p>MODEL ROD ALL THREAD RODS MATERIAL: Hot dip galvanized steel APPLICATION: For attaching hanger to structural attachments</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>CAT #</th> <th>SIZE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HS-ROD-0037-3M-EG</td> <td>3/8"</td> </tr> <tr> <td>HS-ROD-0050-3M-EG</td> <td>1/2"</td> </tr> <tr> <td>HS-ROD-0062-3M-EG</td> <td>5/8"</td> </tr> </tbody> </table> | CAT # | SIZE | HS-ROD-0037-3M-EG | 3/8" | HS-ROD-0050-3M-EG | 1/2" | HS-ROD-0062-3M-EG | 5/8" |  | | | | | | | |
|---|---|----------------|--------------|-------------------|---------------------|-------------------|------|---------------------|-----------|---|---------------------|---|--------|---|-----------|----|---|
| CAT # | SIZE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-ROD-0037-3M-EG | 3/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-ROD-0050-3M-EG | 1/2" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-ROD-0062-3M-EG | 5/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MODEL SLW SPLIT LOCK WASHER MATERIAL: Electro-galvanized steel APPLICATION: For locking nuts</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>CAT #</th> <th>SIZE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HS-SLW-0025-EG</td> <td>1/4"</td> </tr> <tr> <td>HS-SLW-0037-EG</td> <td>3/8"</td> </tr> <tr> <td>HS-SLW-0050-EG</td> <td>1/2"</td> </tr> <tr> <td>HS-SLW-0062-EG</td> <td>5/8"</td> </tr> </tbody> </table> | CAT # | SIZE | HS-SLW-0025-EG | 1/4" | HS-SLW-0037-EG | 3/8" | HS-SLW-0050-EG | 1/2" | HS-SLW-0062-EG | 5/8" |  | | | | | |
| CAT # | SIZE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-SLW-0025-EG | 1/4" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-SLW-0037-EG | 3/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-SLW-0050-EG | 1/2" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-SLW-0062-EG | 5/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MODEL FW FLAT WASHER MATERIAL: Electro-galvanized steel APPLICATION: Round steel flat washer</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>CAT #</th> <th>SIZE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HS-FW-0025-EG</td> <td>1/4"</td> </tr> <tr> <td>HS-FW-0037-EG</td> <td>3/8"</td> </tr> <tr> <td>HS-FW-0050-EG</td> <td>1/2"</td> </tr> <tr> <td>HS-FW-0062-EG</td> <td>5/8"</td> </tr> </tbody> </table> | CAT # | SIZE | HS-FW-0025-EG | 1/4" | HS-FW-0037-EG | 3/8" | HS-FW-0050-EG | 1/2" | HS-FW-0062-EG | 5/8" |  | | | | | |
| CAT # | SIZE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-FW-0025-EG | 1/4" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-FW-0037-EG | 3/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-FW-0050-EG | 1/2" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-FW-0062-EG | 5/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MODEL SQW WASHER PLATE MATERIAL: Electro-galvanized steel APPLICATION: Square nut for rod or U-Bolt</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>CAT #</th> <th>ROD SIZE</th> <th>OVERALL LENGHT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HS-SQW-0038-EG</td> <td>3/8"</td> <td>3"</td> </tr> <tr> <td>HS-SQW-0050-EG</td> <td>1/2"</td> <td>3"</td> </tr> <tr> <td>HS-SQW-0062-EG</td> <td>5/8"</td> <td>3"</td> </tr> </tbody> </table> | CAT # | ROD SIZE | OVERALL LENGHT | HS-SQW-0038-EG | 3/8" | 3" | HS-SQW-0050-EG | 1/2" | 3" | HS-SQW-0062-EG | 5/8" | 3" |  | | | |
| CAT # | ROD SIZE | OVERALL LENGHT | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-SQW-0038-EG | 3/8" | 3" | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-SQW-0050-EG | 1/2" | 3" | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-SQW-0062-EG | 5/8" | 3" | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MODEL BOLT-H STEEL HEX BOLT MATERIAL: Electro-zinc plated steel hex cap bolt APPLICATION: Steel hexagonal head bolt</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>CAT #</th> <th>STHREAD SIZE</th> <th>OVERALL LENGHT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HS-BOLT-H-0038-0100</td> <td>3/8" x 16</td> <td>1"</td> </tr> <tr> <td>HS-BOLT-H-0038-0125</td> <td>3/8" x 16</td> <td>1-1/4"</td> </tr> <tr> <td>HS-BOLT-H-0038-0150</td> <td>3/8" x 16</td> <td>1-1/2"</td> </tr> <tr> <td>HS-BOLT-H-0038-0200</td> <td>3/8" x 16</td> <td>2"</td> </tr> </tbody> </table> | CAT # | STHREAD SIZE | OVERALL LENGHT | HS-BOLT-H-0038-0100 | 3/8" x 16 | 1" | HS-BOLT-H-0038-0125 | 3/8" x 16 | 1-1/4" | HS-BOLT-H-0038-0150 | 3/8" x 16 | 1-1/2" | HS-BOLT-H-0038-0200 | 3/8" x 16 | 2" |  |
| CAT # | STHREAD SIZE | OVERALL LENGHT | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-BOLT-H-0038-0100 | 3/8" x 16 | 1" | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-BOLT-H-0038-0125 | 3/8" x 16 | 1-1/4" | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-BOLT-H-0038-0150 | 3/8" x 16 | 1-1/2" | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-BOLT-H-0038-0200 | 3/8" x 16 | 2" | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MODEL NUT HEX NUT MATERIAL: Electro-galvanized steel APPLICATION: Steel hexagonal nut</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>CAT #</th> <th>SIZE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HS-NUT-0025-EG</td> <td>1/4"</td> </tr> <tr> <td>HS-NUT-0037-EG</td> <td>3/8"</td> </tr> <tr> <td>HS-NUT-0050-EG</td> <td>1/2"</td> </tr> <tr> <td>HS-NUT-0062-EG</td> <td>5/8"</td> </tr> </tbody> </table> | CAT # | SIZE | HS-NUT-0025-EG | 1/4" | HS-NUT-0037-EG | 3/8" | HS-NUT-0050-EG | 1/2" | HS-NUT-0062-EG | 5/8" |  | | | | | |
| CAT # | SIZE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-NUT-0025-EG | 1/4" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-NUT-0037-EG | 3/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-NUT-0050-EG | 1/2" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HS-NUT-0062-EG | 5/8" | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración A.26 Accesorios para la soportería

Sway bracing

MODEL RSC-S SHORT RISER CLAMP

MATERIAL: Electro-galvanized Steel
APPLICATION: Industrial pipe hanger.

| CAT # | SIZE | MAX LOAD (LBS) |
|------------------|--------|----------------|
| HS-RSC-S-0050-EG | 1/2" | 500 |
| HS-RSC-S-0075-EG | 3/4" | 500 |
| HS-RSC-S-0100-EG | 1" | 500 |
| HS-RSC-S-0125-EG | 1 1/4" | 800 |
| HS-RSC-S-0150-EG | 1 1/2" | 1040 |
| HS-RSC-S-0200-EG | 2" | 1040 |
| HS-RSC-S-0250-EG | 2 1/2" | 1040 |
| HS-RSC-S-0300-EG | 3" | 1040 |
| HS-RSC-S-0400-EG | 4" | 1040 |
| HS-RSC-S-0500-EG | 5" | 1040 |
| HS-RSC-S-0600-EG | 6" | 1615 |
| HS-RSC-S-0800-EG | 8" | 1615 |
| HS-RSC-S-1000-EG | 10" | 2490 |

UL EX 15800
FM 3048552



MODEL SEI-UNIV UNIVERSAL STRUCTURAL ATTACHMENT

MATERIAL: Electro-galvanized steel
APPLICATION: Structural attachment
for seismic applications

| CAT # | SIZE | MAX LOAD (LBS) |
|---------------------|------|----------------|
| HS-SEI-UNIV-0050-EG | 1/2" | 2900 |



MODEL SEI-HINGE SWAY BRACING HINGE

MATERIAL: Electro-galvanized steel
APPLICATION: Seismic hinge

| CAT # | SIZE | MAX LOAD (LBS) |
|--------------|------|----------------|
| HS-SEI-HINGE | 1/2" | 2900 |



Ilustración A.27 Soportería antisísmica

**MODEL CSBEZU
EASY UNIVERSAL**

MATERIAL: Electro-galvanized Steel
APPLICATION: Use for both lateral and longitudinal sway brace applications

| CAT # | SIZE | MAX LOAD (Lbs) | |
|-------------------|--------|----------------|--------------|
| | | LATERAL | LONGITUDINAL |
| HS-CSBEZU-0100-EG | 1" | 3000 | 1265 |
| HS-CSBEZU-0125-EG | 1 1/4" | 3000 | 1265 |
| HS-CSBEZU-0150-EG | 1 1/2" | 3000 | 1265 |
| HS-CSBEZU-0200-EG | 2" | 3000 | 1265 |
| HS-CSBEZU-0250-EG | 2 1/2" | 3000 | 1265 |
| HS-CSBEZU-0300-EG | 3" | 3000 | 1265 |
| HS-CSBEZU-0400-EG | 4" | 3000 | 1265 |
| HS-CSBEZU-0500-EG | 5" | 3000 | 1600 |
| HS-CSBEZU-0600-EG | 6" | 3000 | 1600 |
| HS-CSBEZU-0600-EG | 8" | 3000 | 1600 |

UL EX3956
FM 1950



**MODEL CSBQIKCL
QUICK GRIP JR. LATERAL**

MATERIAL: Electro-galvanized Steel
APPLICATION: For lateral seismic sway braces; works with 1" and 1 1/4" (25 mm and 32 mm) brace pipes

| CAT # | SIZE | MAX LOAD (Lbs) | |
|---------------------|--------|----------------|------|
| | | 25mm | 32mm |
| HS-CSBQIKCL-0100-EG | 1" | 2910 | 2910 |
| HS-CSBQIKCL-0125-EG | 1 1/4" | 2910 | 2400 |
| HS-CSBQIKCL-0150-EG | 1 1/2" | 3330 | 2910 |
| HS-CSBQIKCL-0200-EG | 2" | 3330 | 2400 |

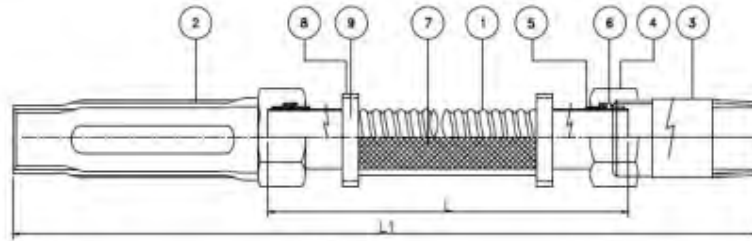
UL EX3956
FM 1950



Ilustración A.28 Soportería antisísmica

Anexo P.2.3 Manguera flexible

A continuación, se detalla la manguera flexible para los rociadores.



- | | | |
|------------------|------------------|--------------------|
| 1. FLEXIBLE TUBE | 4. SLIP NUT | 7. BRAIDED HOSE |
| 2. REDUCER | 5. ISOLATED-RING | 8. CLAMP (OUTSIDE) |
| 3. NIPPLE | 6. GASKET | 9. CLAMP (INSIDE) |

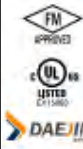
SPECIFICATIONS

| | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Lengths Available | 24", 36", 48", 60" and 72" |
| Outlet | 1/2" or 3/4" |
| Hose Type | Braided |
| Max. Ambient Temperature Rating | 225°F |
| Max. Working Pressure Rating | 175 psig |

| | |
|---------------------------------|--|
| Hose | Stainless Steel 304 |
| Nut & Nipple | Zinc-Plated Steel |
| Sealing Gasket / Isolation Ring | EPDM / NYLON |
| Minimum Bend Radius | 190mm(UL/ULC) and 10"(FM) from connection nuts |
| Connection | Inlet 1"NPT or BSP |
| | Outlet 1/2" or 3/4"NPT or BSP |

UL LISTED FRICTION LOSS DATA
D.258 Series Braided Hose with Fittings

| Model | Rated Pressure, psig | Max. Ambient Temp., °F | Nom. Inlet by Outlet Size, in. | Assembly Length, ft (mm) | Max. No. of 90° Bends | Min. Bend Radius, mm. | Equivalent Length of 1/2" Schedule 40 Steel Pipe (C = 120, ft) | Flexibility Type |
|-------|----------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--|------------------|
| D.258 | 175 | 225 | 1x1/2 | 2.0 (610) | 1 | 190 | 12 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x1/2 | 2.4 (790) | 1 | 190 | 19 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x1/2 | 3.0 (915) | 2 | 190 | 42 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x1/2 | 4.0 (1220) | 2 | 190 | 53 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x1/2 | 5.0 (1525) | 3 | 190 | 68 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x1/2 | 5.9 (1800) | 3 | 190 | 94 | Limited |
| D.258 | 175 | 225 | 1x3/4 | 2.0 (610) | 1 | 190 | 21 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x3/4 | 2.4 (790) | 1 | 190 | 27 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x3/4 | 3.0 (915) | 2 | 190 | 47 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x3/4 | 4.0 (1220) | 2 | 190 | 49 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x3/4 | 5.0 (1525) | 3 | 190 | 73 | Limited |
| | 175 | 225 | 1x3/4 | 5.9 (1800) | 3 | 190 | 99 | Limited |



* UL: 190mm minimum bend radius, where C=120

Ilustración A.29 Manguera flexible para rociadores

Anexo B. Especificaciones de los materiales

En inciso se agregaron datos de los materiales para el sistema de supresión de incendios diseñado.


Anexo B.1 Tubería de acero negro

Seguidamente está la tabla que muestra los diámetros de las tuberías de acero, ya sean de cédula 40 o cédula 10.

Tabla B.1 Tubería de acero negro cédula 40 y cédula 10

| | | | |
|---|--|--|--|
| Product standard: ASTM A7955 or ASTM A53 - Grade B - ERW | | | |
| Specification: O.D Ø21.30 - Ø219.10 mm | | | |
| Wall thickness: 2.11 - 4.78 mm | | | |
| Anticorrosive: Hot Galvanized, Powder Coating, Painting | | | |
| Ends: Plain, Grooved, Threaded | | | |

| N.D | | O.D | | ASTM A795 | | | | ASTM A53 | | | |
|-----|-------|--------|-------|----------------|-------|----------------|--------|----------------|-------|----------------|--------|
| | | | | SCH10 | | | | SCH40 | | | |
| | | | | WALL THICKNESS | | NOMINAL WEIGHT | | WALL THICKNESS | | NOMINAL WEIGHT | |
| mm | inch | mm | inch | mm | inch | Kg/mtrs | lbs/ft | mm | inch | Kg/mtrs | lbs/ft |
| 15 | 1/2 | 21.30 | 0.840 | — | — | — | — | 2.77 | 0.109 | 1.27 | 0.85 |
| 20 | 3/4 | 26.70 | 1.050 | 2.11 | 0.083 | 1.28 | 0.86 | 2.87 | 0.113 | 1.69 | 1.13 |
| 25 | 1 | 33.40 | 1.315 | 2.77 | 0.109 | 2.09 | 1.41 | 3.38 | 0.133 | 2.50 | 1.68 |
| 32 | 1-1/4 | 42.20 | 1.660 | 2.77 | 0.109 | 2.69 | 1.81 | 3.56 | 0.140 | 3.39 | 2.27 |
| 40 | 1-1/2 | 48.30 | 1.900 | 2.77 | 0.109 | 3.11 | 2.09 | 3.68 | 0.145 | 4.05 | 2.72 |
| 50 | 2 | 60.30 | 2.375 | 2.77 | 0.109 | 3.93 | 2.64 | 3.91 | 0.154 | 5.45 | 3.66 |
| 65 | 2-1/2 | 73.00 | 2.875 | 3.05 | 0.120 | 5.26 | 3.53 | 5.16 | 0.203 | 8.64 | 5.80 |
| 80 | 3 | 88.90 | 3.500 | 3.05 | 0.120 | 6.46 | 4.34 | 5.49 | 0.216 | 11.29 | 7.58 |
| 100 | 4 | 114.30 | 4.500 | 3.05 | 0.120 | 8.37 | 5.62 | 6.02 | 0.237 | 16.09 | 10.80 |
| 150 | 6 | 168.30 | 6.625 | 3.40 | 0.134 | 13.85 | 9.30 | 7.11 | 0.280 | 28.29 | 18.99 |
| 200 | 8 | 219.10 | 8.625 | 3.76 | 0.148 | 25.26 | 16.96 | 8.18 | 0.277 | 36.82 | 24.72 |
| 250 | 10 | 273.0 | 10.75 | 4.19 | 0.165 | 31.63 | 21.23 | 9.27 | 0.365 | 60.29 | 40.48 |

UL EX2550 / FM 305267 

Fuente: (ARMOUR, s.f.)

Anexo F. Muestra de cálculos

En este inciso se va a mostrar el cálculo hidráulico del sistema de supresión contra incendios, la elección del factor k nominal de los rociadores, un resumen sobre la bomba contra incendios, las asignaciones para los chorros de mangueras y la duración del suministro de agua y por último el cálculo para la soportería antisísmica.

Anexo F.1 Cálculos hidráulicos del sistema de enclavamiento único elaborado en [®]Excel

Proyecto: Museo Regional de San Ramón

Estudiante: Diana Vega Valerio

Fecha: 10/03/2023

Ingeniería mecánica con énfasis en sistemas de protección contra incendios



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Información general

1. Costado norte del Parque Alberto Manuel Brenes., Av 1, Alajuela, San Ramón
2. El área constructiva es de 2769 m²
3. Altura desde el nivel más bajo de la acera hasta el último piso habitables: 4m

Criterios técnicos

Los criterios de diseño utilizados son los siguientes:

1. Reglamento nacional de protección contra incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.
2. Norma para la instalación de sistemas de rociadores, NFPA 13. (2019), de la National Fire Protection Association.
3. Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios, NFPA 20. (2019), de la National Fire Protection Association.
4. Código para la Protección de Bienes de Recursos Culturales - Museos, Bibliotecas y Lugares de Culto, NFPA 909.(2021), de la National Fire Protection Association
5. Código para la Protección de Estructuras Históricas, NFPA 914.(2019), de la National Fire Protection Association

Rociadores

En la ilustración 1 de la NFPA 13, se observa la curva de densidad / área, considerando que el riesgo en el edificio es riesgo leve, se eligió una densidad de 0,10 gpm / pie².

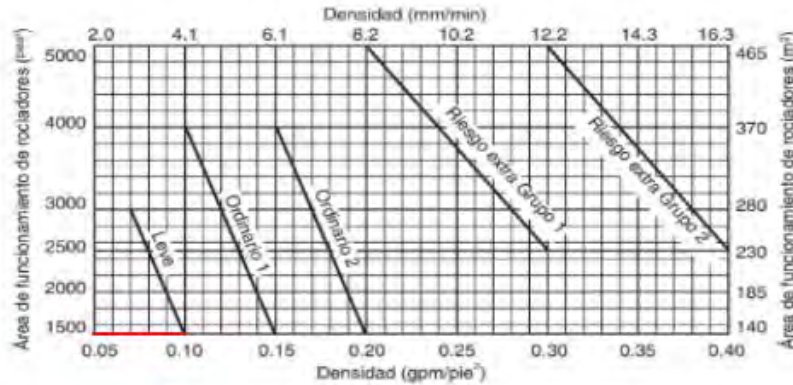


Ilustración 1. Curvas de densidad / área. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Para conocer el caudal en el área de funcionamiento de los rociadores, la cuál es de 140 m² (1 500 ft²), se cálculo de la siguiente manera:

$$Q = k\sqrt{P} \quad (Ec.1)$$

$$Q = 150 \text{ gpm} \quad (Ec.2)$$

Continuando, se seleccionó el distanciamiento máximo de los rociadores pulverizadores estándar colgantes de la NFPA 13, como se observa en la ilustración 2.

| Tipo de construcción | Tipo de sistema | Área de protección máxima | | Espaciamiento máximo | |
|--|---------------------------|---------------------------|----------------|---|---|
| | | pie ² | m ² | pie | m |
| No combustible obstruida | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| No combustible obstruida | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| No combustible obstruida | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| No combustible obstruida | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, sin miembros expuestos | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, sin miembros expuestos | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, con miembros a menos de 3 pies (910 mm) entre centros | Todos | 130 | 12 | 10 | 4.6 |
| Combustible obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros | Todos | 168 | 16 | 15 | 4.6 |
| Combustible obstruida, con miembros a menos de 3 pies (910 mm) entre centros | Todos | 130 | 12 | 10 | 4.6 |
| Espacios ocultos combustibles de acuerdo con 10.2.6.1.4 | Todos | 120 | 11 | 15 en paralelo a la pendiente 10 perpendicular a la pendiente ^a | 4.6 en paralelo a la pendiente 3.0 perpendicular a la pendiente ^a |

^aVer 10.2.6.1.4.4.

Ilustración 2. Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo leve. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Tomando en cuenta lo anterior se diseñó con un área de protección de 20 m² y un espaciamiento máximo ramales/rociadores de 4,6 m. Además, las distancia mínima de los rociadores a los muros es de 4 pulg (0,10 m) y la distancia mínima entre rociadores es de 6 ft (1,8 m) entre centros.

A continuación se muestra el cálculo para conocer la cantidad de rociadores que se necesitan analizar en el cálculo hidráulico, como se ve en la ec.11.

| | | | |
|---|------------|-----------------------|----------------|
| <i>Área de cobertura</i> | <i>SxL</i> | | <i>(Ec.3)</i> |
| <i>Ac</i> | 225 | <i>ft²</i> | <i>(Ec.4)</i> |
| <i>Ap</i> | 1500 | <i>ft²</i> | <i>(Ec.5)</i> |
| <i>Número de rociadores</i> | 6,67 | <i>Rociadores</i> | <i>(Ec.6)</i> |
| <i>Redondeo</i> | 7 | <i>Rociadores</i> | <i>(Ec.7)</i> |
| <i>Espaciamiento máximo</i> | 4,6 | <i>m</i> | <i>(Ec.8)</i> |
| <i>Número de rociadores por ramal</i> | 3,08 | <i>Rociadores</i> | <i>(Ec.9)</i> |
| <i>Redondeo</i> | 4 | <i>Rociadores</i> | <i>(Ec.10)</i> |
| <i>Buscando el múltiplo de 4, se obtienen</i> | 8 | <i>Rociadores</i> | <i>(Ec.11)</i> |

El rociador que seleccioné requiere un $k=5,6$ gpm (gpm / psi^{1/2}), por lo tanto se obtuvo un caudal por rociador de 18,75 gpm y una presión mínima de 11,21 psi.

| | | | |
|------------------------------------|--------|------------------------------|----------------|
| <i>k</i> | 5,6 | <i>gpm/psi^{1/2}</i> | <i>(Ec.12)</i> |
| <i>Q del rociador escogido</i> | 14,82 | <i>gpm</i> | <i>(Ec.13)</i> |
| <i>Q para los 8 rociadores</i> | 118,53 | <i>gpm</i> | <i>(Ec.14)</i> |
| <i>Q unitario</i> | 18,75 | <i>gpm</i> | <i>(Ec.15)</i> |
| <i>P mínima para cada rociador</i> | 11,21 | <i>psi</i> | <i>(Ec.16)</i> |

Capacidad de almacenamiento de agua del tanque

| | | | |
|-----------|-------|----------------------|----------------|
| <i>t</i> | 30 | <i>minutos</i> | <i>(Ec.17)</i> |
| <i>V</i> | 5220 | <i>galones</i> | <i>(Ec.18)</i> |
| <i>V'</i> | 19,76 | <i>m³</i> | <i>(Ec.19)</i> |

Los rociadores en el cielorraso deben de ser de respuesta rápida y upright, los rociadores para el nivel 1 y nivel 2 son de respuesta estándar y pendent.

Para indicar el diámetro de cada tubería se uso la siguiente tabla

Tabla 1. Cédulas de tuberías para riesgo leve. Fuente:(National Fire Protection Association, 2019)

| Acero | | Cobre | | |
|------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|
| | | pulg. | mm | |
| 1 pulg. (25 mm) | 2 rociadores | 1 pulg. | 25 mm | 2 rociadores |
| 1½ pulg. (32 mm) | 3 rociadores | 1½ pulg. | 32 mm | 3 rociadores |
| 1¾ pulg. (40 mm) | 5 rociadores | 1¾ pulg. | 40 mm | 5 rociadores |
| 2 pulg. (50 mm) | 10 rociadores | 2 pulg. | 50 mm | 12 rociadores |
| 2½ pulg. (65 mm) | 30 rociadores | 2½ pulg. | 65 mm | 40 rociadores |
| 3 pulg. (80 mm) | 60 rociadores | 3 pulg. | 80 mm | 65 rociadores |
| 3½ pulg. (90 mm) | 100 rociadores | 3½ pulg. | 90 mm | 115 rociadores |
| 4 pulg. (100 mm) | Ver Sección 4.5 | 4 pulg. | 100 mm | Ver Sección 4.5 |

En la siguiente ilustración de la NFPA 13, se muestra el tipo de rosca que requieren los rociadores seleccionados, además del factor nominal, el rango de factor k y el porcentaje de descarga del rociador.

| Factor K nominal [gpm/(psi) ^{1/2}] | Factor K nominal [L/min/(bar) ^{1/2}] | Rango del factor K [gpm/(psi) ^{1/2}] | Rango del factor K [L/min/(bar) ^{1/2}] | Porcentaje de descarga del factor K-5,6 nominal | Tipo de rosca |
|---|---|---|---|--|--|
| 1.4 | 20 | 1.3-1.5 | 19-22 | 25 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 1.9 | 27 | 1.8-2.0 | 26-29 | 33.3 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 2.8 | 40 | 2.6-2.9 | 38-42 | 50 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 4.2 | 60 | 4.0-4.4 | 57-63 | 75 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 5.6 | 80 | 5.3-5.8 | 76-84 | 100 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 8.0 | 115 | 7.4-8.2 | 107-118 | 140 | ¾ pulg. (20 mm) NPT o ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 11.2 | 160 | 10.7-11.7 | 159-166 | 200 | ½ pulg. (15 mm) NPT o ¾ pulg. (20 mm) NPT |
| 14.0 | 200 | 13.5-14.5 | 195-209 | 250 | ¾ pulg. (20 mm) NPT |
| 16.8 | 240 | 16.0-17.6 | 231-254 | 300 | ¾ pulg. (20 mm) NPT |
| 19.6 | 280 | 18.6-20.6 | 272-301 | 350 | 1 pulg. (25 mm) NPT |
| 22.4 | 320 | 21.3-23.5 | 311-343 | 400 | 1 pulg. (25 mm) NPT |
| 25.2 | 360 | 23.9-26.5 | 349-387 | 450 | 1 pulg. (25 mm) NPT |
| 28.0 | 400 | 26.6-29.4 | 389-430 | 500 | 1 pulg. (25 mm) NPT |

Nota: Se aplica el factor K nominal para rociadores del tipo seco para la selección de los rociadores. Ver 27.2.4.10.3 sobre el uso de factores K ajustados para rociadores del tipo seco a los fines de los cálculos hidráulicos.

Ilustración 3. Identificación de las características de descarga de los rociadores. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Seguidamente, se indica la distancia máxima entre los soportes con respecto al tamaño nominal de la tubería. Ver la ilustración 4.

| | Tamaño nominal de tubería (mm) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 90 | 100 | 125 | 150 | 200 |
| Tubería de acero, excepto de pared delgada rosca | NA | 5.7 | 3.7 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 |
| Tubería de acero de pared delgada rosca | NA | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | NA | NA | NA | NA | NA |
| Tubo de cobre: | 2.4 | 2.4 | 3.0 | 3.0 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 |
| CPVC | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 2.1 | 2.4 | 2.7 | 3.0 | NA | NA | NA | NA | NA |
| Tubería de hierro dúctil | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 4.6 | NA | 4.6 | NA | 4.6 | 4.6 |

Ilustración 4. Distancia máxima entre soportes colgantes (m). Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

A continuación, se puede ver en la ilustración 5 de la NFPA 20, la selección de la bomba de 250 gpm, por lo tanto se requiere un diámetro de succión de 3^{1/2}" , un diámetro de descarga de 3", una válvula de 2^{1/2}" para las válvulas de manguera y un suministro de cabezal de manguera de 3".

| Certificación de la bomba (gpm) | Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (pulg.) | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----|-----------------------------------|
| | | | | | | | Cantidad y tamaño de | | Suministro de cabezal de manguera |
| | Succión ^{a,b,c} | Descarga ^a | Válvula de alivio | Descarga de válvula de alivio | Dispositivo de medición | Válvulas de manguera | Conexiones sin rosca | | |
| 25 | 1 | 1 | ½ | 1 | 1½ | 1—1½ | 1—2½ | 1 | |
| 50 | 1½ | 1½ | 1½ | 1½ | 2 | 1—1½ | 1—2½ | 1½ | |
| 100 | 2 | 2 | 1½ | 2 | 2½ | 1—2½ | 1—2½ | 2½ | |
| 150 | 2½ | 2½ | 2 | 2½ | 3 | 1—2½ | 1—2½ | 2½ | |
| 200 | 3 | 3 | 2 | 2½ | 3 | 1—2½ | 1—2½ | 2½ | |
| 250 | 3½ | 3 | 2 | 2½ | 3½ | 1—2½ | 1—2½ | 3 | |
| 300 | 4 | 4 | 2½ | 3½ | 3½ | 1—2½ | 1—2½ | 3 | |
| 400 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2—2½ | 1—5 | 4 | |
| 450 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 2—2½ | 1—5 | 4 | |
| 500 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 2—2½ | 1—5 | 4 | |
| 750 | 6 | 6 | 4 | 6 | 5 | 3—2½ | 1—5 | 6 | |
| 1000 | 8 | 6 | 4 | 8 | 6 | 4—2½ | 1—5 | 6 | |
| 1250 | 8 | 8 | 6 | 8 | 6 | 6—2½ | 1—5 | 8 | |
| 1500 | 8 | 8 | 6 | 8 | 8 | 6—2½ | 1—5 | 8 | |
| 2000 | 10 | 10 | 6 | 10 | 8 | 6—2½ | 2—5 ^d | 8 | |
| 2500 | 10 | 10 | 6 | 10 | 8 | 8—2½ | 2—5 ^d | 10 | |
| 3000 | 12 | 12 | 8 | 12 | 8 | 12—2½ | 2—5 ^d | 10 | |
| 3500 | 12 | 12 | 8 | 12 | 10 | 12—2½ | 3—5 ^d | 12 | |
| 4000 | 14 | 12 | 8 | 14 | 10 | 16—2½ | 3—5 ^d | 12 | |
| 4500 | 16 | 14 | 8 | 14 | 10 | 16—2½ | 3—5 ^d | 12 | |
| 5000 | 16 | 14 | 8 | 14 | 10 | 20—2½ | 3—5 ^d | 12 | |

Ilustración 5. Resumen de información sobre bombas contra incendio centrifugas. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

En la ilustración 6, se puede apreciar el caudal para la manguera interior y exterior, según la ocupación, ya que la bomba seleccionada es de 250 gpm y el cálculo solicita mínimo 174 gpm no es necesario agregar estos valores al cálculo, además no se requieren tomas de mangueras interiores o exteriores.

| Ocupación | Manguera interior | | Manguera interior y exterior total combinada | | Duración (minutos) |
|------------------|-------------------|---------------|--|-------|--------------------|
| | gpm | L/min | gpm | L/min | |
| Riesgo leve | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 100 | 380 | 30 |
| Riesgo ordinario | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 250 | 950 | 60–90 |
| Riesgo extra | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 500 | 1900 | 90–120 |

Ilustración 6. Requisitos de asignación para chorros de mangueras y duración del suministro de agua para sistemas calculados hidráulicamente. Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

CÁLCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO: **Museo regional de San Ramón**
 SISTEMA DE ROCIADORES

FECHA: 10/03/2023

| LONGITUD ENTRE RAMALES (L) (ft) | | DENSIDAD APLICACIÓN | | ÁREA DE DISEÑO | | TIPO ROCIADOR / CANT | | GLOBAL FLOW UPRIGHT, 159' 12" | | N° ROCIADORES DE DISEÑO | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------|------------------|----------------------|----------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|---------|-----------|------------------------|---------------|---|---------|
| 2,53 | | 0,1 gpm/ft ² | | 1500 ft ² | | R2 | | R2 | | 8 | | | | | | |
| DISTANCIA ENTRE ROCIADORES (S) (ft) | | ÁREA COBERTURA ROCIADOR | | Área de cobertura | | | | | | | | | | | | |
| 2,53 | | 225,0 ft ² | | | | | | | | | | | | | | |
| Inno | IDENTIFICACION Y UBICACION DE LAS BOQUILLAS EN PLANO | CAUDAL (L/ft/min) | DIAM. INT. (in.) | ACCESORIOS | | | LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA | PERDIDA DE CARGA BOMBEO | DESNGLORE DE PRESION | PRESION NORMAL | Coef K | VELOCIDAD | NOTAS | TRAMO | | |
| | | | | UDI | TIPO | L eq. Accesorios (ft) | | | | | | | | | | |
| 1 | 01 TRAMO DE 1 A 2 | Qm | 1,05 | 1 | T | 5 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 111,213 | Pt | 1,52885 | 21,65 ffs 6,60 m/s | | 1 | |
| | | | | 0 | C | 2 | TRAMO | 8,3 | | Pt | 0,12481 | | | | | |
| | | | | 0 | | | ACCES | 5 | 0,1150 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 18,75 | 1 | T | 6 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 112,779 | | | | Pt | 1,52889 | Pv | 1,20404 |
| 2 | 02 TRAMO DE 2 A 3 | Qm | 1,38 | 1 | T | 6 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 112,779 | Pt | 1,52889 | 25,30 ffs 7,89 m/s | | 2 | |
| | | | | 3 | C | 1 | TRAMO | 9,34 | | Pt | 0,46465 | | | | | |
| | | | | Va | | | ACCES | 9 | 0,1163 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 39 | 1 | T | 6 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 112,779 | | | | Pt | 1,52889 | Pv | 1,20404 |
| 3 | 03 TRAMO DE 3 A 4 | Qm | 1,61 | 1 | T | 8 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 114,97 | Pt | 1,52891 | 29,66 ffs 9,04 m/s | PSP (ft³/psi) | 3 | |
| | | | | 0 | C | 3 | TRAMO | 8,3 | | Pt | 5,0271 | Pv | | | | 0,60926 |
| | | | | Va | | | ACCES | 8 | 0,1247 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 69 | 1 | T | 8 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 114,97 | | | | Pt | 1,52891 | Pv | 1,20404 |
| 4 | 04 TRAMO DE 4 A 5 | Qm | 1,61 | 1 | T | 8 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 114,97 | Pt | 1,52891 | 42,56 ffs 12,97 m/s | | 4 | |
| | | | | 0 | C | 4 | TRAMO | 9 | | Pt | 1,25452 | | | | | |
| | | | | Va | | | ACCES | 8 | 0,2433 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 87 | 1 | T | 8 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 114,97 | | | | Pt | 1,52891 | Pv | 1,20404 |
| 5 | 5 K equivalente | Qm | 2,47 | 0 | T | 5 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 25,64 | Pt | 25,64 | 18,08 ffs 5,51 m/s | K eq. | 5 | |
| | | | | 0 | C | 2 | TRAMO | 0 | | Pt | 0,22640 | | | | | |
| | | | | Va | | | ACCES | 0 | 0,0303 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 87 | 0 | | | | ΔP | 0 | Pt | | | | 25,4130 |
| 6 | 06 TRAMO DE 5 A 6 | Qm | 2,47 | 1 | T | 12 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 25,64 | Pt | 26,3537 | 18,08 ffs 5,51 m/s | | 6 | |
| | | | | 0 | C | 6 | TRAMO | 11,58 | | Pt | 0,22646 | | | | | |
| | | | | Va | | | ACCES | 12 | 0,0303 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 87 | 1 | T | 12 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 25,64 | | | | Pt | 26,3537 | Pv | 0,22646 |
| 7 | 07 TRAMO DE 6 A 11 | Qm | 2,47 | 23 | T | 12 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 26,354 | Pt | 90,4341 | 36,41 ffs 11,10 m/s | | 7 | |
| | | | | 2 | C | 6 | TRAMO | 266 | | Pt | 0,2685 | Pv | | | | 0,91841 |
| | | | | 1 | V. mand | 7 | ACCES | 309 | 0,1105 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 174 | 1 | V. check | 14 | | | | | | | | |
| 8 | 08 TRAMO DE 11 A 12 | Qm | 3,07 | 4 | T | 15 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 90,146 | Pt | 106,55 | 23,57 ffs 7,18 m/s | | 8 | |
| | | | | 1 | C | 7 | TRAMO | 7,94 | | Pt | 5,7979 | Pv | | | | 0,38483 |
| | | | | 3 | V. check | 16 | ACCES | 117 | 0,0383 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 174 | 2 | V. com | 1 | | | ΔP | 10,586 | | | | Pt | 106,165 |
| 9 | 09 Presión | Qm | 2,47 | 0 | T | 5 | LONG (FT) | C= 120 | Pt | 100,75 | Pt | 100,752 | 36,41 ffs 11,10 m/s | | 9 | |
| | | | | 0 | C | 2 | TRAMO | 0 | | Pt | 0,91841 | | | | | |
| | | | | Va | | | ACCES | 0 | 0,1105 | psi/ft | | | | | | |
| | | | | Qm | 174 | 0 | | | | ΔP | 0 | Pt | | | | 99,8334 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| | GPM |
| CAUDAL DE DEMANDA CALCULADO | 174 |
| | PSI |
| PRESIÓN DE DEMANDA | 101 |

La capacidad del sistema de bombeo debe ser de 174 gpm y 101 psi

Cuadro F.1 Tubería de cédula 40 y cédula 10

| N.D | | | | ASTM A795 | | | | ASTM A53 | | | |
|-----|-------|--------|-------|----------------|-------|----------------|--------|----------------|-------|----------------|--------|
| | | | | SCH10 | | | | SCH40 | | | |
| | | | | WALL THICKNESS | | NOMINAL WEIGHT | | WALL THICKNESS | | NOMINAL WEIGHT | |
| mm | inch | mm | inch | mm | inch | Kg/mtrs | lbs/ft | mm | inch | Kg/mtrs | lbs/ft |
| 15 | 1/2 | 21,30 | 0,840 | — | — | — | — | 2,77 | 0,109 | 1,27 | 0,85 |
| 20 | 3/4 | 26,70 | 1,050 | 2,11 | 0,083 | 1,28 | 0,86 | 2,87 | 0,113 | 1,69 | 1,13 |
| 25 | 1 | 33,40 | 1,315 | 2,77 | 0,109 | 2,09 | 1,41 | 3,38 | 0,133 | 2,50 | 1,68 |
| 32 | 1-1/4 | 42,20 | 1,660 | 2,77 | 0,109 | 2,69 | 1,81 | 3,56 | 0,140 | 3,39 | 2,27 |
| 40 | 1-1/2 | 48,30 | 1,900 | 2,77 | 0,109 | 3,11 | 2,09 | 3,68 | 0,145 | 4,05 | 2,72 |
| 50 | 2 | 60,30 | 2,375 | 2,77 | 0,109 | 3,93 | 2,64 | 3,91 | 0,154 | 5,45 | 3,66 |
| 65 | 2-1/2 | 73,00 | 2,875 | 3,05 | 0,120 | 5,26 | 3,53 | 5,16 | 0,203 | 8,64 | 5,80 |
| 80 | 3 | 88,90 | 3,500 | 3,05 | 0,120 | 6,46 | 4,34 | 5,49 | 0,216 | 11,29 | 7,58 |
| 100 | 4 | 114,30 | 4,500 | 3,05 | 0,120 | 8,37 | 5,62 | 6,02 | 0,237 | 16,09 | 10,80 |
| 150 | 6 | 168,30 | 6,625 | 3,40 | 0,134 | 13,85 | 9,30 | 7,11 | 0,280 | 28,29 | 18,99 |
| 200 | 8 | 219,10 | 8,625 | 3,76 | 0,148 | 25,26 | 16,96 | 8,18 | 0,277 | 36,82 | 24,72 |
| 250 | 10 | 273,0 | 10,75 | 4,19 | 0,165 | 31,63 | 21,23 | 9,27 | 0,365 | 60,29 | 40,48 |

LIL EX2550 / FM 305267 

Fuente: (ARMOUR, s.f.)

Cuadro F.2 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías


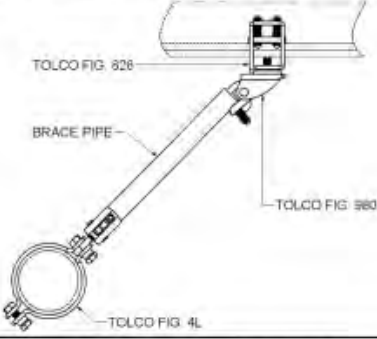
| Accesorios y válvulas | Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-----------|---------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1/2 pulg. | 3/4 pulg. | 1 pulg. | 1 1/4 pulg. | 1 1/2 pulg. | 2 pulg. | 2 1/2 pulg. | 3 pulg. | 3 1/2 pulg. | 4 pulg. | 5 pulg. | 6 pulg. | 8 pulg. | 10 pulg. | 12 pulg. |
| | (15 mm) | (20 mm) | (25 mm) | (32 mm) | (40 mm) | (50 mm) | (65 mm) | (80 mm) | (90 mm) | (100 mm) | (125 mm) | (150 mm) | (200 mm) | (250 mm) | (300 mm) |
| Codo 45° | — | 1 (0,3) | 1 (0,3) | 1 (0,3) | 2 (0,6) | 2 (0,6) | 3 (0,9) | 3 (0,9) | 3 (0,9) | 4 (1,2) | 5 (1,5) | 7 (2,1) | 9 (2,7) | 11 (3,3) | 13 (4) |
| Codo estándar 90° | 1 (0,3) | 2 (0,6) | 2 (0,6) | 3 (0,9) | 4 (1,2) | 5 (1,5) | 6 (1,8) | 7 (2,1) | 8 (2,4) | 10 (3) | 12 (3,7) | 14 (4,3) | 18 (5,5) | 22 (6,7) | 27 (8,2) |
| Codo de giro largo 90° | 0,5 (0,2) | 1 (0,3) | 2 (0,6) | 2 (0,6) | 2 (0,6) | 3 (0,9) | 4 (1,2) | 5 (1,5) | 5 (1,5) | 6 (1,8) | 8 (2,4) | 9 (2,7) | 13 (4) | 16 (4,9) | 18 (5,5) |
| En T o cruz (flujo con giro 90°) | 3 (0,9) | 4 (1,2) | 5 (1,5) | 6 (1,8) | 8 (2,4) | 10 (3) | 12 (3,7) | 15 (4,6) | 17 (5,2) | 20 (6,1) | 25 (7,6) | 30 (9,1) | 35 (10,7) | 50 (15,2) | 60 (18,3) |
| Válvula mariposa | — | — | — | — | — | 6 (1,8) | 7 (2,1) | 10 (3) | — | 12 (3,7) | 9 (2,7) | 10 (3) | 12 (3,7) | 19 (5,8) | 21 (6,4) |
| Válvula de compuerta | — | — | — | — | — | 1 (0,3) | 1 (0,3) | 1 (0,3) | 1 (0,3) | 2 (0,6) | 2 (0,6) | 3 (0,9) | 4 (1,2) | 5 (1,5) | 6 (1,8) |
| Interruptor de flujo de tipo paleta | — | — | 6 (1,8) | 9 (2,7) | 10 (3) | 14 (4,3) | 17 (5,2) | 22 (6,7) | — | 30 (9,1) | — | 16 (4,9) | 22 (6,7) | 29 (8,8) | 36 (11) |
| Válvula de retención a clapeta* | — | — | 5 (1,5) | 7 (2,1) | 9 (2,7) | 11 (3,3) | 14 (4,3) | 16 (4,9) | 19 (5,8) | 22 (6,7) | 27 (8,2) | 32 (10) | 45 (14) | 55 (17) | 65 (20) |

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019a)

Anexo F.1.1 Soportería antisísmica


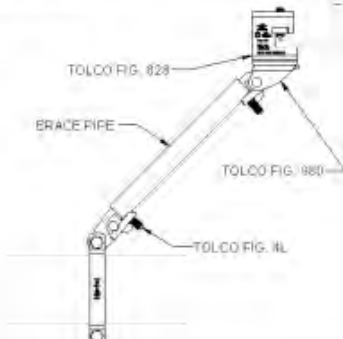
En esta parte se va a enseñar una muestra del cálculo de la soportería longitudinal y transversal, ya que en total se hicieron 30 cálculos.

| TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations | | V8.8.118 | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|------------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|--------------|
| Project Address: Museo Regional de San Ramón San Ramón San Ramón Job # _____ | | Contractor: DIANA VEGA Address: Costa Rica, San Ramón 20210 Phone: 86633829 Licence: _____ | | | | | | | | | | | | |
| | |  | | | | | | | | | | | | |
| <small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small> | | | | | | | | | | | | | | |
| Brace Information | TOLCO™ Brace Components | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum Brace Length 10' 6" (3.2 m) Diameter of Brace 1" Type of Brace Sch.40 Angle of Brace 45° Min. Least Rad. of Gyration 0.42" (11 mm) L/R Value 300 Max Horizontal Load 582 lbs (264 kg) | <table border="1"> <thead> <tr> <th>TOLCO™ Component</th> <th>Listed Load</th> <th>Adjusted Load</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fig. 4L Clamp</td> <td>1990 lbs (903 kg)</td> <td>1990 lbs (903 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 - 3/8" Universal Swive</td> <td>2790 lbs (1266 kg)</td> <td>2790 lbs (1266 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.828 Along 3/8" Thick Flang</td> <td>1270 lbs (576 kg)</td> <td>0 lbs (0 kg)</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>*Calculation Based on CONCENTRIC Loading *Please Note: These calculations are for TOLCO™ components only. Use of any other components voids these calculations and the listing of the assembly.</small></p> | | TOLCO™ Component | Listed Load | Adjusted Load | Fig. 4L Clamp | 1990 lbs (903 kg) | 1990 lbs (903 kg) | Fig.980 - 3/8" Universal Swive | 2790 lbs (1266 kg) | 2790 lbs (1266 kg) | Fig.828 Along 3/8" Thick Flang | 1270 lbs (576 kg) | 0 lbs (0 kg) |
| TOLCO™ Component | Listed Load | Adjusted Load | | | | | | | | | | | | |
| Fig. 4L Clamp | 1990 lbs (903 kg) | 1990 lbs (903 kg) | | | | | | | | | | | | |
| Fig.980 - 3/8" Universal Swive | 2790 lbs (1266 kg) | 2790 lbs (1266 kg) | | | | | | | | | | | | |
| Fig.828 Along 3/8" Thick Flang | 1270 lbs (576 kg) | 0 lbs (0 kg) | | | | | | | | | | | | |
| Other Requirements - FM Approved Loads Fastener Information | Seismic Brace Assembly Detail | | | | | | | | | | | | | |
| Orientation to Connecting Surface NFPA Type E Fastener Type Fig.828 Along 3/8" Thick Flange Diameter N/A Length N/A Maximum Load 1270 lbs (576 kg) Prying Factor N/A |  | | | | | | | | | | | | | |
| | Brace Identification on Plans Linea 1transversal Brace Type Lateral [X] Longitudinal [] 4-Way [] | | | | | | | | | | | | | |

| Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp) | | | | | |
|--|---------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| Cp = 0.5 | | | | | |
| Diameter | Type | Length | Total Length | Weight Per Unit Length | Total Weight |
| 2.5" (65 mm) | Sch. 40 | 40 ft (12.2 m) | 40 ft (12.2 m) | 7.89 lb/ft (11.74 kg/m) | 316 lbs (143 kg) |
| 1.5" (40 mm) | Sch. 40 | 43.701 ft (13.3 m) | 43.701 ft (13.3 m) | 3.61 lb/ft (5.37 kg/m) | 158 lbs (72 kg) |
| 1.25" (32 mm) | Sch. 40 | 17.717 ft (5.4 m) | 17.717 ft (5.4 m) | 2.93 lb/ft (4.36 kg/m) | 52 lbs (24 kg) |
| 1" (25 mm) | Sch. 40 | 9.711 ft (3 m) | 9.711 ft (3 m) | 2.05 lb/ft (3.05 kg/m) | 20 lbs (9 kg) |
| Subtotal Weight | | | | | 546 lbs (248 kg) |
| Wp (incl. 15%) | | | | | 628 lbs (285 kg) |
| Total (Fpw) | | | | | 314 lbs (142 kg) |
| Maximum Fpw per 18.5.5.2 (if applicable) | | | | | 463 lb (210 kg) |

(TOLBrace™ Version 8) Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

Ilustración F.1 Cálculo para soporte antisísmico transversal

| TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations | | V8.8.118 | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|------------------|-------------|---------------|---------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|--------------|
| Project Address: Museo Regional de San Ramón San Ramón San Ramón Job # | | Contractor: DIANA VEGA Address: Costa Rica, San Ramón 20210 Phone: 86633829 Licence: | | | | | | | | | | | | |
| | |  | | | | | | | | | | | | |
| Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13 | | | | | | | | | | | | | | |
| Brace Information | TOLCO™ Brace Components | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum Brace Length: 10' 6" (3.2 m) Diameter of Brace: 1" Type of Brace: Sch.40 Angle of Brace: 60° Min. Least Rad. of Gyration: 0.42" (11 mm) L/R Value: 300 Max Horizontal Load: 713 lbs (323 kg) | <table border="1"> <thead> <tr> <th>TOLCO™ Component</th> <th>Listed Load</th> <th>Adjusted Load</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fig. 4L Clamp</td> <td>790 lbs (358 kg)</td> <td>684 lbs (310 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 - 3/8" Universal Swive</td> <td>3360 lbs (1524 kg)</td> <td>2909 lbs (1320 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.828 Across 1/2" - 7/8" Thi</td> <td>3340 lbs (1515 kg)</td> <td>0 lbs (0 kg)</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Calculation Based on CONCENTRIC Loading *Please Note: These calculations are for TOLCO™ components only. Use of any other components voids these calculations and the listing of the assembly.</p> | | TOLCO™ Component | Listed Load | Adjusted Load | Fig. 4L Clamp | 790 lbs (358 kg) | 684 lbs (310 kg) | Fig.980 - 3/8" Universal Swive | 3360 lbs (1524 kg) | 2909 lbs (1320 kg) | Fig.828 Across 1/2" - 7/8" Thi | 3340 lbs (1515 kg) | 0 lbs (0 kg) |
| TOLCO™ Component | Listed Load | Adjusted Load | | | | | | | | | | | | |
| Fig. 4L Clamp | 790 lbs (358 kg) | 684 lbs (310 kg) | | | | | | | | | | | | |
| Fig.980 - 3/8" Universal Swive | 3360 lbs (1524 kg) | 2909 lbs (1320 kg) | | | | | | | | | | | | |
| Fig.828 Across 1/2" - 7/8" Thi | 3340 lbs (1515 kg) | 0 lbs (0 kg) | | | | | | | | | | | | |
| Other Requirements - FM Approved Loads | Seismic Brace Assembly Detail | | | | | | | | | | | | | |
| Fastener Information Orientation to Connecting Surface: NFPA Type F Fastener Type: Fig.828 Across 1/2" - 7/8" Thick FI Diameter: N/A Length: N/A Maximum Load: 3340 lbs (1515 kg) |  | | | | | | | | | | | | | |
| Prying Factor: N/A | Brace Identification on Plans Lines 1longitudinal Brace Type Lateral [] Longitudinal [X] 4-Way [] | | | | | | | | | | | | | |

| Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp) | | | | | |
|--|-----------|--------------------|--|-------------------------|------------------|
| Cp = 0.5 | | | | | |
| Diameter | Type | Length | Total Length | Weight Per Unit Length | Total Weight |
| 2.5" (65 mm) | Sch. 40 | 59.45 ft (18.1 m) | 59.45 ft (18.1 m) | 7.89 lb/ft (11.74 kg/m) | 469 lbs (213 kg) |
| 1.5" (40 mm) | Sch. 40 | 56.201 ft (17.1 m) | 56.201 ft (17.1 m) | 3.61 lb/ft (5.37 kg/m) | 203 lbs (92 kg) |
| 1.25" (32 mm) | Sch. 40 | 26.476 ft (8.1 m) | 26.476 ft (8.1 m) | 2.93 lb/ft (4.36 kg/m) | 78 lbs (35 kg) |
| 1" (25 mm) | Sch. 40 | 18.045 ft (5.5 m) | 18.045 ft (5.5 m) | 2.05 lb/ft (3.05 kg/m) | 37 lbs (17 kg) |
| Subtotal Weight | | | | | 787 lbs (357 kg) |
| Wp (incl. 15%) | | | | | 905 lbs (411 kg) |
| Total (Fpw) | | | | | 453 lbs (205 kg) |
| Main Size | Type/Sch. | Spacing (ft) | Maximum Fpw per 18.5.5.2 (if applicable) | | N/A |
| 2.5" | Sch. 40 | 59.45 | | | |

(TOLBrace™ Version 8) Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

Ilustración F.2 Cálculo para soporte antisísmico longitudinal

Anexo G. Cotización del sistema de supresión de incendios

En este apartado se van a mostrar las cotizaciones llevadas a cabo, además del presupuesto elaborado para el sistema de supresión de incendios.

Anexo G.1 Cotizaciones

Cotización para una bomba de turbina de eje vertical de 946,35 lpm (250 gpm) a 696,370 kPa (101 psi), incluye el panel de control para la bomba principal, la bomba jockey y su panel de control, el tanque de combustible y los accesorios que corresponden.



24-febrero-2023

Universidad de Costa Rica
San Ramón

San Ramón, Alajuela 20201

Attn: Diana Vega
dianavegav97@hotmail.com

Referencia cliente:
Nombre proyecto: UDCR /SO / Bomba Museo
Regional / CR
Cotización No.: 1894744

COTIZACIÓN

Ruhrpumpen se complace en presentar esta cotización para su consideración.

OBSERVACIONES:

- Se consideran 3,468 Ft a una temperatura máxima de 84.2 F
- Se considera una longitud total de las bombas de acuerdo a lo requerido de 6.56 ft (2m)
- Se considera una carga dinámica total de 103 PSI.
- Se debe considerar un mínimo nivel de agua de 3.99 ft en el cárcamo aproximadamente
- El tiempo de entrega está sujeto al inventario disponible en el momento de la compra.
- Esta oferta incluye únicamente lo mencionado en nuestro alcance de suministro, cualquier otro equipo que no esté listado en esta oferta no será considerado.
- Se está considerando material y equipos estándar de Ruhrpumpen en esta cotización
- No se consideran pintura ni recubrimientos epóxicos para estos equipos.

ALCANCE DE SUMINISTRO:

Nuestra propuesta incluye lo detallado en nuestro alcance de suministro para cada partida cotizada. El precio está basado estrictamente en lo indicado en este Alcance de Suministro, ningún otro artículo debe asumirse o considerarse como provisto, diseños adicionales no especificados en el alcance de suministro pueden ser cotizados como opcionales. Usted puede contactar a Ruhrpumpen para disponibilidad, tiempo de entrega y precio. Ruhrpumpen S.A. es una compañía a nivel mundial que tiene plantas de manufactura en varios países alrededor del mundo y como compañía de clase mundial utilizamos los mismos procesos de manufactura en cualquiera de nuestras plantas.

ESPECIFICACIONES:

No hay especificaciones para revisión.

VIGENCIA:

Esta oferta es válida por 30 días desde la fecha en que se encuentra firmada o en su defecto desde la fecha en que fue enviada. Para órdenes en "estado de aprobación" de documentación, las cotizaciones se mantendrán firmes hasta la entrega, siempre y cuando el cliente la libere dentro de los 30 días ,después de la fecha original de entrega. De lo contrario, será aplicado un incremento en el precio y una extensión en el período de entrega.

Debido a los recientes (y continuos) aumentos sin precedentes en los precios de las materias primas a nivel mundial, cualquier pedido de compra recibido con una validez de cotización vencida puede estar sujeto a un aumento de precio antes de la aceptación. Detalles sobre el motivo del aumento de precio (si corresponde) proporcionados por Ruhrpumpen en ese momento.

PRECIO:

Los precios cotizados son para todas las partidas compradas por una sola vez. En caso de una orden parcial, nosotros revisaremos y ajustaremos como corresponde. Los precios mostrados son USD.

FLETE:

If any freight pricing is included in this quotation, then it is an estimated price and will be invoiced to customer at actual cost. Freight Incoterm below is per Incoterms 2020.

All equipment is quoted FCA Monterrey, Mexico.

RUHRPUMPEN SYSTEMS S.A. DE C.V.
Niquel 9204 Cd. Industrial Mitras
García, N.L. México C.P. 66000
Phone: +52 (81) 8158-5500

www.ruhrpumpen.com





Freight is collect or third party billing. If prepaid and add is required, a 15% handling fee will be added to the freight bill.

EMPAQUE:

Empaque de exportación.

ENTREGA:

18 semanas después:

De cubrir el pago del primer anticipo.

CERTIFICADOS DE EXPORTACION - CONDICIONES PREVIAS: La obligación del proveedor de llevar a cabo esta oferta está condicionada al otorgamiento de permisos, licencias y aprobaciones necesarias requeridas por la ley correspondiente. La leyes de exportación serán aplicables a la Orden Compra y el tiempo de entrega será extendido el tiempo que sea necesario en relación al tiempo que tome el obtener dichos permisos, licencias y aprobaciones para los equipos en el país de la exportación.

ASISTENCIA EN EL ARRANQUE:

No incluida. Si es requerida ver nuestra hoja de tarifas de servicio y condiciones.

TERMINOS Y CONDICIONES:

Los Términos y Condiciones Generales de Ruhrpumpen son aplicables a esta cotización, por lo que forman parte integrante de la misma. En caso de controversia entre la presente carta y los Términos y Condiciones Generales de Ruhrpumpen prevalecerá la presente carta.

TERMINOS DE PAGO:

50 % de anticipo, 50 % contra aviso de material listo para embarcar. (Impuestos no incluidos.)

DOCUMENTACION:

Offered documentation (both content and delivery time) is per attached:

Ruhrpumpen documentation delivery schedule - Package 1 – items submitted all at once in Final Data Book.

GARANTIA:

Garantía ofrecida es:

De acuerdo a los Términos y Condiciones de compra globales de Ruhrpumpen (incluyendo cotizaciones de referencia).

Gracias por considerar a Ruhrpumpen para su proyecto. Por favor no dude en contactarnos en caso de tener alguna pregunta. Lo contactaremos en breve para asegurarnos que todas sus preguntas sean respondidas.

Esperamos seguir trabajando con usted próximamente.

Representantes autorizados de fábrica deben estar presentes para la prueba de aceptación de campo (NFPA 20 Edición 2022, Capítulo 14, Sección 14.2)

Saludos cordiales,

Carlos A. Labrador M.
 Industry Sales Engineer
 Central America
 Mobile: +507 68292223

CC: David Amezcua
 Inside Sales Engineer – Fire Pumps
 email: camezcua@ruhrpumpen.com
 skype: camezcua_rp

RUHRPUMPEN SYSTEMS S.A. DE C.V.
 Niquel 9204 Cd. Industrial Mitras
 García, N.L. México C.P. 66000
 Phone: +52 (81) 8158-5500

www.ruhrpumpen.com



Specialist for Pumping Technology

El siguiente es un resumen de precios para este proyecto. Para detalles, ver cotización por artículos.

| Item Tag Number | Service/Application | Pump Size | Stages | Item Unit Price | Quantity | Item Extended Price |
|------------------------|---------------------|-----------|--------|-----------------|--------------|---------------------|
| 001 - Diesel Kirloskar | 500GPM @ 101PSI | 10C-67 | 5 | US\$ 58,435 | 1 | US\$ 58,435 |
| 002 - Jockey | 11.2GPM @ 111PSI | 4SP 16-14 | 0 | US\$ 1,777 | 1 | US\$ 1,777 |
| | | | | | Total | US\$ 60,212 |

Global Proposal System 22.4.2

| Alcance de suministro | | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|
| Cliente | Universidad de Costa Rica | Tamaño / Etapas | 10C-67 / 5 / 5 |
| Número de artículo | 001 - Diesel Kirloskar | Velocidad de la bomba | 1760 rpm |
| Referencia cliente | | Número de cotización | 1894744 |

| Alcance de suministro | |
|-----------------------|--|
| Cant. | Descripción |
| 1 | <p>10C-67 -5 stage</p> <p>Bomba Vertical</p> <p>Description: VS1, vertically suspended/single casing/discharge through column/diffuser, HI design pump</p> <p>Especificación vertical</p> <p>Construcción: Hydraulic Institute</p> <p>According with NSF: No</p> <p>Diseño de flecha lineal: Abierto</p> <p>Firepump Certification</p> <p>UL listed & FM approved pump (certified)</p> <p>Tazón</p> <p>10" bowl, stages: 5</p> <p>Flanged bowl</p> <p>Suction bell</p> <p>1 Threaded bowl connection adapter to column</p> <p>1 Construcción de materiales: CI-SSF</p> <p>1 Materiales de cuerpo de tazones: A48 Cl. 30B material bowl</p> <p>1 Material de impulsor: A351 Gr. CF8M material impeller</p> <p>416 SS Impeller collets</p> <p>1 Material de bujes: A276 Type 316 (W/Petcoke) bowl bearing</p> |

| | |
|---|--|
| 1 | A582 Type 410 bowl shaft |
| 1 | Bowl wear ring material: A351 Gr. CF8M (Chrome) bowl wear ring |
| 1 | Impeller wear ring material: A351 Gr. CF8M (Chrome) impeller wear ring |
| | Bolting material: 316SS |
| | Cabezal |
| | Cabezal |
| 1 | Carrete a la descarga para manometro y valvula liberadora. |
| | Cabezal de descarga provisto por RP |
| | Descarga de 6" |
| 1 | Nozzle head Material: Cast Iron nozzle head |
| | Nozzle Head Type: Tipo L |
| | Bridas de descarga: 125# FF ANSI Flanges |
| | Ventoeo de descarga: Roscado |
| 1 | Bearing: 316SS |
| | Thrust Pot: No Thrust Pot |
| | Diversas |
| 1 | Carbon steel soleplate |
| | Columna |
| | Columna |
| 1 | Se considera una longitud total de la bomba de 6.56 ft (2 m) segun lo requerido desde la base del cabezal hasta la parte baja del colador. |
| 1 | Construcción de columna: Columna roscada |
| | Column material: Columna de acero al carbón (ASTM A53) |
| | Tamaño de columna: Columna 6" |
| | Flecha de línea 1 1/4" |
| 1 | A582 Type 410 lineshaft |
| | Lineshaft lubrication: Product lubrication |
| | Material se baleros en columna: Rubber column bearings |
| | Sello de flecha |
| | Encerramiento de flecha: Empaquetadura estándar |

Alcance de suministro

| Cant. | Descripción |
|-------|---|
| | Motor |
| | Tipo de motor: Engine drive |
| 1 | -Base VT (sólo motor diésel) |
| 1 | Motor Diésel Kirloskar o similar: |
| | -Modelo: KFP4R-UF07 |
| | -62HP @ 1760 RPM |
| | -Listado UL/FM |
| | -Emisiones Tier T1 |
| | -230 VAC chaqueta calentadora de agua |
| | -Escape flexible 4" |
| | -Sistema de 12 Volts |
| | -Kit de baterías con rack y cables 12V (suministradas secas) |
| | -Barra Cardán Listada UL con guardas y bridas de acoplamiento |
| | - Cople Torsional |
| | -Cuadro de enfriamiento VT 3/4"x1-1/4" , Max. 250PSI |
| | -Guarda |
| | -Manuales de operacion |
| | -Silenciador Industrial 4" |
| | -Pintura roja |
| 1 | Panel de Control Tornatech o Similar |
| | -Modelo: GPD-12-220 |
| | -Listado UL/FM |
| | -Enclaustrado Nema 2 |
| | -230 VAC / 1 Fase / 60 Hz |
| | -12 VDC |
| | -Montaje (patas en acero) |

| | |
|---|---|
| 1 | <p>-Pintura roja</p> <p>-Señales y alarmas de acuerdo a NFPA 20</p> <p>-Switch para bajo nivel de combustible</p> <p>-Suministrado suelto</p> <p>Tanque Diesel Ruhrpumpen o similar</p> <p>-Listado UL-142</p> <p>-Pared sencilla</p> <p>-Capacidad 150 Gal</p> <p>-Material: Acero al carbón</p> <p>-NPT Lockable Fuel Cap, Screenshot Tank Vent, Fuel Gauge NPT, NPT Lockable Drain Valve, Fuel Fill Pipe and NPT Lockable Fuel Valve</p> <p>-Montaje (Patatas)</p> <p>-Primer Roja</p> <p>-Suministrado Suelto</p> |
| 1 | Lineas de enfriamiento para motor Diesel. |
| | Diversas |
| 1 | Lineas de enfriamiento para cabezal engranado. |
| 1 | <p>Engrane en Angulo Recto Amarillo o Similar:</p> <p>- Modelo: 60A</p> <p>- Aprobado FM</p> <p>- Angulo Recto</p> <p>- Radio 1:1 @ 1760/1760 RPM</p> <p>- Trinquete de no Retroceso</p> <p>- Entregado por separado</p> |
| | Cople |
| 1 | Acoplamiento: Drive shaft and threaded coupling |
| | Cople con espaciador: No |
| 1 | Coupling guard: Coupling guard - OSHA compliant |
| | Testing |
| | Performance Testing |
| 1 | Certified Performance Test (non-witnessed) - Hydraulic Institute acceptance grade "1U" |
| | Hydrostatic Testing |
| 1 | Hydrostatic Pressure Test - bowl assembly (non-witnessed) |
| 1 | Hydrostatic Pressure Test - discharge head (non-witnessed) |
| 1 | Hydrostatic Pressure Test - column (non-witnessed) |
| | Paint |
| | Stainless steel parts (if any) not coated. |

Alcance de suministro

| Cant. | Descripción |
|-------|---|
| | Surface preparation is 'SSPC-SP10 (near White Metal) Sa 2½ , ISO 8501-1' which meets the intent of ISO 12944 latest edition surface preparation requirements. |
| 1 | <p>Bowl assembly coating</p> <p>Ruhrpumpen Sistema de revestimiento para equipos de protección contra incendios: categoría de corrosividad C2 / preparación de la superficie SSPC-SP10 / capa superior EP / código de color RAL 3001 ("rojo") / sólo superficies exteriores [partes de acero inoxidable (si las hay) sin revestimiento].</p> |
| 1 | <p>Discharge head coating</p> <p>Ruhrpumpen Sistema de revestimiento para equipos de protección contra incendios: categoría de corrosividad C2 / preparación de la superficie SSPC-SP10 / capa superior EP / código de color RAL 3001 ("rojo") / sólo superficies exteriores [partes de acero inoxidable (si las hay) sin revestimiento].</p> |
| 1 | <p>Column coating</p> <p>Ruhrpumpen Sistema de revestimiento para equipos de protección contra incendios: categoría de corrosividad C2 / preparación de la</p> |

| | |
|---|--|
| | superficie SSPC-SP10 / capa superior EP / código de color RAL 3001 ("rojo") / sólo superficies exteriores [partes de acero inoxidable (si las hay) sin revestimiento]. |
| | Documentación |
| | Documentación |
| 1 | RP Standard documentation package 1 |
| | Preparación de flete |
| 1 | Preparación de flete: Empaque de Exportacion. |
| | Accesorios |
| | Accesorios |
| 1 | Manómetro en brida de descarga - Seco - UL/FM - Conexión inferior 1/4" NPT - Diámetro de carátula 4 " - Se incluye accesorios de conexión - Suministrado Suelto |
| 1 | Válvula liberadora de aire y vacío Claval o similar -Modelo 33ATD -UL - Presion de Op. 300PSI -Tamaño 2" - Suministrada Suelta |
| 1 | Valvula de Alivio de Presion Claval o Similar: -Modelo: 2050B-4KG-1 -Listado UL/FM -Tamaño: 3" -Tipo Angulo -Bridada 150#FF x 150#FF -Suministrada suelta |
| 1 | Waste Cone Claval o Similar: - Modelo WC-1 - Tamaño 3" x 6" - 150#FF x 150#FF - Suministrado suelto |
| 1 | Flujometro Tornatech o Similar, - Modelo GT-FluxFP-0KK0 - Aprobado FM - Ranurado - Tamaño 6" - Suministrado suelto |
| 1 | Colador: 316 AUS basket strainer |
| | Arreglo General |
| | Descarga arriba de la superficie |
| | Product Line Marketing Information |
| | Please see our product brochure for general information about this product line (some available features shown in brochure may not have been offered in above scope of supply) |
| | https://www.ruhrpumpen.com/en/products/vertical-pumps/vtp-vertical-turbine-pump |

Alcance de suministro

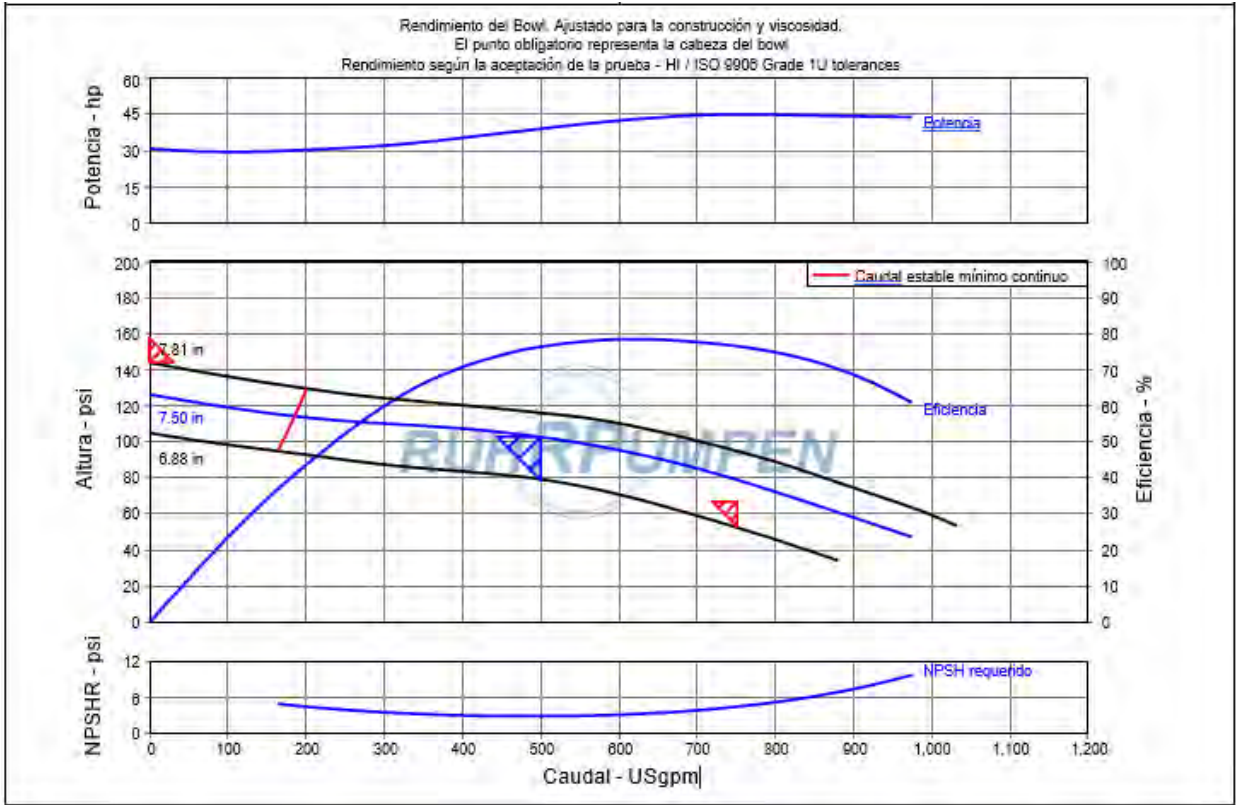
| | | | |
|--------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| Cliente | Universidad de Costa Rica | Tamaño / Etapas | 4SP 16-14 / - |
| Número de artículo | 002 - Jockey | Velocidad de la bomba | 0 rpm |
| Referencia cliente | | Número de cotización | 1894744 |

Alcance de suministro

| Cant. | Descripción |
|-------|--|
| 1 | 4SP 16-14 Datos preliminares Diseño Diseño |
| 1 | Bomba Sumergible de Pozo Profundo WDM o Similar: - Modelo: 4SP-16-14 - 11.2 GPM @ 111 PSI - 1.5 HP - 14 Etapas - Succion y Descarga de: 1-1/4" - Impulsores y volutas fabricados en acero inoxidable 304 - Entregado por Separado |
| 1 | Motor Sumergible Franklin o Similar: - Para pozo de agua - 1.5 HP - 220 V / 3 Fases / 60 Hz |
| 1 | Panel de Control, Tornatech o similar: - Modelo: JP3 -Listado UL - 1.5 HP - 220 V / 60 Hz / 3 Ph - Enclaustramiento Nema 2 - Pintura Roja - Señales y alarmas de acuerdo a NFPA-20 - Suministrado suelto |
| 1 | Columna de acero galvanizado de 1-1/4" roscada con codo de descarga *Se considera una longitud total de la bomba de 6.56ft (2m) de acuerdo con lo requerido. * |

Hoja de datos características de la bomba

| Cliente : Universidad de Costa Rica | Número de cotización : 1894744 | |
|---|---|--|
| Referencia cliente : | Tamaño : 10C-67 | |
| Número de artículo : 001 - | Etapas : 5 | |
| Diesel KirloskarServicio : 500GPM | Según el número de la curva : VTP-10C-67-1760 | |
| @ 101PSI | Fecha de último salvado : 24-febrero-2023 5:08 PM | |
| Cantidad : 1 | | |
| Condiciones de operación | | |
| Caudal, nominal : 500.0 USgpm | Tipo de líquido : Water | |
| Presión / altura diferencial, rated (requerido) : | También conocido como : | |
| 101.0 psi Presión / altura diferencial, rated (efectiva) : | Diámetro máximo de sólidos : 0.00 in | |
| 103.8 psi Presión de succión, diseño/máx. : 0.00 | Concentración de sólidos, en volumen: 0.00 % | |
| / 0.00 psi.g | Temperatura, máxima : 68.00 F | |
| NPSH disponible, Diseño : Amplio | Densidad del líquido : 1.000 / 1.000 Peso esp. | |
| Frecuencia de suministro del centro : 60 Hz | Viscosidad, diseño : 1.00 cP | |
| Rendimiento | | |
| Velocidad, valorada : 1760 rpm | Presión de vapor, diseño : 0.34 psi.a | |
| Diámetro de impulsor, nominal : 7.50 in | Datos presión | |
| Diámetro de impulsor, máximo : 7.81 in | Presión máxima de descarga : Consulte la página de datos | |
| Diámetro de impulsor, mínimo : 6.88 in | Máxima presión de operación permisible: Consulte la página de datos | |
| Eficiencia : 76.5 % | Límite de presión de succión : N/D | |
| NPSH requerido / margen requerido : 2.93 / 0.87 psi | Presión de prueba hidrostática : Consulte la página de datos | |
| Ns (flujo rodete) / Nss (flujo rodete) : 2,474 / 9,291 | | |
| Unidades : US | Datos unidad motriz & Potencia (@Densidad máx.) | |
| Caudal estable continuo mínimo : 185.4 USgpm | Margen sobre el criterio de potencia : Potencia máxima | |
| Altura máxima, diámetro nominal : 126.4 psi | Margen de prestación : 0.00 % | |
| Aumento de la altura de elevación con flujo de : 23.03 / 23.45 %impulsión cerrado (vaina / bomba) | Factor de servicio : 1.00 | |
| Caudal, punto de mejor rendimiento (vaina / bomba) : 621.1 / 615.1 USgpm | Potencia, hidráulica : 29.96 hp | |
| Relación de caudal, nominal / PMR (vaina / bomba) : 80.51 / 81.29 % | Potencia (tazón / bomba) : 39.19 / 39.21 hp | |
| Relación de diámetro (nominal / máximo) : 96.01 % | Potencia máxima, diámetro nominal : 45.20 hp | |
| Relación de altura (diám. nominal / diám. máximo) : 88.50 % | Potencia mínima recomendada de motor: 50.00 hp / 37.29 kW | |
| Cq/Ch/Ce/Cn [ANSI/HI 9.6.7-2010] : 1.00 / 1.00 / 1.00 / 1.00 | | |
| Estado de la selección : Aceptable | | |



Cotización para una bomba de turbina de eje vertical de 946,35 lpm (250 gpm) a 696,370 kPa (101 psi).

INPPROD CR, S.A.

OFIBODEGAS MILANO, #6, CALLE POTRERILLOS,
SAN RAFAEL, ALAJUELA 20108 - COSTA RICA TELF :
506-4000.2818

Nº COTIZACIÓN: **CTC1103121** Pág: 1 / 1

San Jose de Costa Rica, 23-02-2023

Cliente: DIANA VEGA VAEIRIO
 Cedula:
 Jurídica: -
 Dirección: Almacenes INPPROD
 Teléfonos:
 Contacto:

Proyecto: N/A
 Moneda: US\$

Notas: PRESUPUESTO PROYECTO FINAL UCR

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | T/ Entrega |
|--------|-----------------|---|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 1 | NMF-VTP-750-160 | VERTICAL FP PUMP, 250GPM @ 160PSI, 1750RPM | 1.00 | PZA | 54,000.00 | 54,000.00 | |

| | |
|--|---|
| Comentarios: 1. Los precios indicados son válidos para el total de la oferta; cambios significativos del requerimiento, implicarán una nueva cotización o el retiro de la misma. 2. Los tiempos de entrega son válidos al momento de la cotización, pero sujetos a venta previa. 3. Las entregas podrán tomar hasta 48 horas después de confirmada la orden de compra, dado los compromisos previos de bodega y transportes. | TOTAL: 54,000.00 US\$ CASHBACK: 0.00 US\$ SUBTOTAL: 54,000.00 US\$ IMP DE VENTA: 7,020.00 US\$ TOTAL: 61,020.00 US\$ |
| | Condición de Entrega: DDP EN PROYECTO EN GAM Oferta válida hasta: 10-03-2023 Condiciones de Pago: PRE-PAGADO | ELABORADO POR Presupuestos |

Agradecemos sus comentarios para mejorar nuestro servicio al cliente. Escribanos a: opinion@inpprod.com

Cotización para elementos del sistema de supresión contra incendios.

INPPROD CR, S.A.

OFIBODEGAS MILANO, #6, CALLE POTRERILLOS,
SAN RAFAEL, ALAJUELA 20108 - COSTA RICA TELF :
506-4000.2818

Nº COTIZACIÓN: **CTC1103122** Pág: 1 / 4

San Jose de Costa Rica, 23-02-2023

| |
|---|
| Cliente: DIANA VEGA VALERIO Cedula Jurídica: : Dirección: Almacenes INPPROD Teléfonos: Contacto: |
|---|

| |
|---|
| Proyecto: N/A Moneda: US\$ |
|---|

Notas: PROYECTO: TRABAJO FINAL UCR

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | T/ Entrega |
|--------|------------------------|--|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 1 | AR-IV-MH-XQH-350G-0250 | 2-1/2" RISER CHECK VALVE, GXG, 350PSI, UL/FM | 2.00 | PZA | 96.52 | 193.04 | |
| 2 | AR-IV-MH-XQH-350G-0300 | 3" RISER CHECK VALVE, GXG, 350PSI, UL/FM | 3.00 | PZA | 120.39 | 361.17 | |
| 3 | AR-IV-MH-XQH-350G-0600 | 6" RISER CHECK VALVE, GXG, 350PSI, UL/FM | 1.00 | PZA | 264.35 | 264.35 | |
| 4 | AR-BV-SC20-0050 | 1/2" SWING CHECK VALVE,NPT,200PSI,BRASS | 4.00 | PZA | 5.48 | 21.92 | |
| 5 | AR-IV-MH-XQH-350G-0200 | 2" RISER CHECK VALVE, GXG, 350PSI, UL/FM | 1.00 | PZA | 64.72 | 64.72 | |
| 6 | AR-IV-Z81-0200 | 2" OS&Y GATE VALVE,GXG,200PSI FM NSF61 | 1.00 | PZA | 143.30 | 143.30 | |
| 7 | AR-IV-Z81-300-0300 | 3" OS&Y GATE VALVE,GXG,300PSI UL/FM, NSF61 | 2.00 | PZA | 273.22 | 546.44 | |
| 8 | AR-BV-BA40-0050 | 1/2" BALL VALVE,FULL PORT,NPT,400PSI,BRASS | 3.00 | PZA | 5.67 | 17.01 | |
| 9 | BC-700-100-00060 | 1/2" GLOBE VALVE, BRASS, 200PSI | 6.00 | PZA | 16.05 | 96.30 | |
| 10 | AR-IV-GD381Y-0200 | 2" BUTTERFLY VALVE, GXG W/TAMPER SWITCH, 300PSI, UL/FM, NSF/ANSI61 | 1.00 | PZA | 134.15 | 134.15 | |
| 11 | AR-IV-GD381X-0300 | 3" BUTTERFLY VALVE, GXG W/TAMPER SWITCH, 300PSI, UL/FM, NSF/ANSI61 | 1.00 | PZA | 144.71 | 144.71 | |
| 12 | VM-15A-175-0100 | 1" 15A.3 AIR RELEASE VALVE 175 PSI,UL/FM | 1.00 | PZA | 191.27 | 191.27 | |
| 13 | GF-CFLX-0200-E | FLEXIBLE COUPLING,GRV UL/FM,EPDM 2" | 4.00 | PZA | 3.71 | 14.84 | |
| 14 | GF-CFLX-0300-E | FLEXIBLE COUPLING,GRV UL/FM,EPDM 3" | 2.00 | PZA | 5.39 | 10.78 | |
| 15 | GF-CFLX-0600-E | FLEXIBLE COUPLING,GRV UL/FM,EPDM 6" | 1.00 | PZA | 10.31 | 10.31 | |
| 16 | WT-GA-PFE-3935R1 | AIR/WATER GAUGE PLASTIC 3.5" 0-300PSI, 1/4" BR NPT BOTTOM UL/FM | 6.00 | PZA | 18.85 | 113.10 | |
| 17 | HS-LOOP-0100-EG | 1" LOOP HANGER UL/FM,EG | 1.00 | PZA | 0.32 | 0.32 | |
| 18 | HS-LOOP-0150-EG | 1-1/2" LOOP HANGER UL/FM,EG | 1.00 | PZA | 0.37 | 0.37 | |
| 19 | HS-LOOP-0200-EG | 2" LOOP HANGER UL/FM,EG | 1.00 | PZA | 0.40 | 0.40 | |
| 20 | HS-LOOP-0250-EG | 2-1/2" LOOP HANGER UL/FM,EG | 1.00 | PZA | 0.72 | 0.72 | |

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | T/ Entrega |
|--------|--------------------------|---|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 21 | HS-LOOP-0300-EG | 3" LOOP HANGER UL/FM,EG | 1.00 | PZA | 0.86 | 0.86 | |
| 22 | HS-LOOP-0600-EG | 6" LOOP HANGER UL/FM,EG | 1.00 | PZA | 2.05 | 2.05 | |
| 23 | HS-CSB-0250-EG | 2-1/2" EASY UNIVERSAL SWAY BRACE,UL/FM | 19.00 | PZA | 30.51 | 579.69 | |
| 24 | HS-CSBQG-0250-EG | 2-1/2" LATERAL SWAY BRACE,UL/FM | 28.00 | PZA | 22.88 | 640.64 | |
| 25 | HS-DRO-MIN-0037-E | 3/8" X 3/4" MINI DROP IN ANCHOR,EG G | 2.00 | PZA | 0.14 | 0.28 | |
| 26 | HS-DRO-STD-0037-E | 3/8" X 1-9/16" DROP IN ANCHOR,EG G | 1.00 | PZA | 0.36 | 0.36 | |
| 27 | HS-ROD-0037-3M-EG | 3/8" X 3M ALL THREAD ROD,EG | 1.00 | PZA | 2.23 | 2.23 | |
| 28 | HS-CHN-14-158-158-L | 1-5/8" X 1-5/8" X 3M STRUT S-EG CHANNEL,14G,L-SLOTS,EG | 1.00 | PZA | 12.19 | 12.19 | |
| 29 | VK-SCQR-3001-K56-UVK3001 | SPK, QR UPRIGHT 1/2" K5.6, 68°C, 68B BR UL/FM, 23869AB | 132.00 | PZA | 8.32 | 1,098.24 | |
| 30 | VK-SCQR-3021-K56-PVK3021 | SPK, QR PENDENT 1/2" K5.6, 68W 68°C, WH UL/FM, 23870MB/W | 53.00 | PZA | 8.91 | 472.23 | |
| 31 | TF-E90-0100 | 1" THREADED ELBOW 90°, UL/FM | 70.00 | PZA | 1.93 | 135.10 | |
| 32 | TF-E90-0150 | 1-1/2" THREADED ELBOW 90°, UL/FM | 81.00 | PZA | 3.85 | 311.85 | |
| 33 | TF-E90-0200 | 2" THREADED ELBOW 90°, UL/FM | 7.00 | PZA | 5.78 | 40.46 | |
| 34 | GF-E90-0250 | SHORT RADIUS 90° ELBOW,GRV UL/FM 2-1/2" | 11.00 | PZA | 4.56 | 50.16 | |
| 35 | GF-E90-0300 | SHORT RADIUS 90° ELBOW,GRV UL/FM 3" | 3.00 | PZA | 6.25 | 18.75 | |
| 36 | GF-E90-0600 | SHORT RADIUS 90° ELBOW,GRV UL/FM 6" | 7.00 | PZA | 22.89 | 160.23 | |
| 37 | TF-TEE-0050 | 1/2" THREADED TEE, UL/FM | 1.00 | PZA | 1.10 | 1.10 | |
| 38 | TF-TEE-0100 | 1" THREADED TEE, UL/FM | 55.00 | PZA | 2.50 | 137.50 | |
| 39 | TF-TEE-0150 | 1-1/2" THREADED TEE, UL/FM | 97.00 | PZA | 4.82 | 467.54 | |
| 40 | TF-TEE-0200 | 2" THREADED TEE, UL/FM | 1.00 | PZA | 7.22 | 7.22 | |
| 41 | GF-TEE-0250 | SHORT RADIUS TEE,GRV UL/FM 2-1/2" | 82.00 | PZA | 7.52 | 616.64 | |
| 42 | GF-TEE-0300 | SHORT RADIUS TEE,GRV UL/FM 3" | 3.00 | PZA | 8.99 | 26.97 | |
| 43 | GF-TEE-0600 | SHORT RADIUS TEE,GRV UL/FM 6" | 1.00 | PZA | 32.95 | 32.95 | |
| 44 | TF-COU-0100 | 1" THREADED STRAIGHT COUPLING, UL/FM | 679.00 | PZA | 1.44 | 977.76 | |
| 45 | TF-COU-0150 | 1-1/2" THREADED STRAIGHT COUPLING, | 564.00 | PZA | 2.50 | 1,410.00 | |

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | T/ Entrega |
|--------|-----------------------------|--|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 46 | TF-COU-0200 | UL/FM 2" THREADED STRAIGHT COUPLING, | 32.00 | PZA | 3.89 | 124.48 | |
| 47 | GF-CRGD-0250-E | UL/FM ANGLE PAD RIDGID COUPLING,GRV | 229.00 | PZA | 4.64 | 1,062.56 | |
| 48 | GF-CRGD-0300-E | UL/FM EPDM 2-1/2" | 39.00 | PZA | 5.39 | 210.21 | |
| 49 | GF-CRGD-0400-E | UL/FM EPDM 3" | 4.00 | PZA | 6.64 | 26.56 | |
| 50 | GF-CRGD-0600-E | UL/FM EPDM 4" | 19.00 | PZA | 12.41 | 235.79 | |
| 51 | TF-CAP-0100 | UL/FM 1" THREADED CAP, UL/FM | 31.00 | PZA | 1.15 | 35.65 | |
| 52 | TF-CAP-0150 | UL/FM 1-1/2" THREADED CAP, UL/FM | 16.00 | PZA | 2.21 | 35.36 | |
| 53 | TACR-A53-SC40PE-0 | UL/FM 1-1/2" A53,RED PIPE,SC40,GR.B PLAIN | 45.00 | PZA | 55.39 | 2,492.55 | |
| 54 | TACR-A53-SC40PE-0 | UL/FM 1" A53,RED PIPE,SC40,GR.B PLAIN | 47.00 | PZA | 34.84 | 1,637.48 | |
| 55 | TACR-A795-SC10GE-0250-UF | UL/FM 2-1/2" A795 ERW, RED PIPE,SC10,GR.B GROOVED END,UL/FM | 46.00 | PZA | 81.02 | 3,726.92 | |
| 56 | TACR-A53-SC40PE-0 | UL/FM 2" A53,RED PIPE,SC40,GR.B PLAIN | 3.00 | PZA | 73.70 | 221.10 | |
| 57 | TACR-A795-SC10GE-0300-UF | UL/FM 3" A795 ERW, RED PIPE,SC10,GR.B GROOVED END,UL/FM | 2.00 | PZA | 98.84 | 197.68 | |
| 58 | TACR-A795-SC10GE-0600-UF | UL/FM 6" A795 ERW, RED PIPE,SC10,GR.B GROOVED END,UL/FM | 2.00 | PZA | 208.39 | 416.78 | |
| 59 | C900-SDR14-0400-20-4" UL | UL/FM C900 SDR14 PIPE 20", UL/FM | 1.00 | PZA | 194.94 | 194.94 | |
| 60 | C900-E90-DI-0400-MM4" X 90° | UL/FM DI ELBOW MJ X MJ UL/FM | 1.00 | PZA | 101.48 | 101.48 | |
| 61 | C900-TEE-DI-0400-M | UL/FM 4" DI TEE MJ X MJ, UL/FM | 1.00 | PZA | 143.27 | 143.27 | |
| 62 | AR-FDC-175-04500 | UL 6" X 3" 3W BACK MANIFOLD,UL | 1.00 | PZA | 720.69 | 720.69 | |
| 62-1 | AR-FDC-125-02210 | UL/FM 3" X 2-1/2" GATE HOSE VALVE, FNPT X MNST,UL/FM | 3.00 | PZA | 322.19 | 966.57 | |
| 62-2 | AR-FDC-125-01580 | UL 2-1/2" CAP AND CHAIN, BRASS | 3.00 | PZA | 24.76 | 74.28 | |
| 63 | AR-FDC-175-02785 | UL/FM 6" X 2-1/2" 2W BACK DBL CLAP INLET, UL/FM | 1.00 | PZA | 343.16 | 343.16 | |

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | T/ Entrega |
|--------|--------------------|--|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 63-1 | AR-FDC-125-01280 | UL/FM 2-1/2" PLUG AND CHAIN ,BR,UL/FM | 2.00 | PZA | 46.19 | 92.38 | |
| 64 | AR-FDC-37R-6N45 | UL 6" FNPT X 4-1/2" MNST W/CAP AND CHAIN | 1.00 | PZA | 752.45 | 752.45 | |
| 65 | VK-PS-G3000P-E | UL G3000P 3" PREACTION W/ ELECT REL | 1.00 | PZA | 6,947.86 | 6,947.86 | |
| 69 | TF-RED-0200-0050 | UL/FM 2" X 1/2" THREADED REDUCING COUPLING, UL/FM | 2.00 | PZA | 4.09 | 8.18 | |
| 70 | GF-REDCT-0250-0150 | UL/FM CONCENTRIC RED G X T,UL/FM 2-1/2" X 1-1/2" | 109.00 | PZA | 3.19 | 347.71 | |
| 71 | GF-REDCT-0300-0100 | UL/FM CONCENTRIC RED G X T,UL/FM 3" X 1" | 1.00 | PZA | 3.58 | 3.58 | |
| 72 | GF-REDCT-0300-0200 | UL/FM CONCENTRIC RED G X T,UL/FM 3" X 2" | 1.00 | PZA | 4.07 | 4.07 | |
| 73 | GF-REDCG-0600-030 | UL/FM CONCENTRIC RED,G X G UL/FM 6" X 3" | 2.00 | PZA | 11.87 | 23.74 | |

| | |
|--|---|
| Comentarios: 1. Los precios indicados son válidos para el total de la oferta; cambios significativos del requerimiento, implicarán una nueva cotización o el retiro de la misma. 2. Los tiempos de entrega son válidos al momento de la cotización, pero sujetos a venta previa. 3. Las entregas podrán tomar hasta 48 horas después de confirmada la orden de compra, dado los compromisos previos de bodega y transportes. | TOTAL: 30,679.70 US\$ CASHBACK: 0.00 US\$ SUBTOTAL: 30,679.70 US\$ IMP DE VENTA: 3,988.36 US\$ TOTAL: 34,668.06 US\$ |
| | Condición de Entrega: DDP EN PROYECTO DENTRO GAM Oferta válida hasta: 10-03-2023 Condiciones de Pago: PRE-PAGADO | ELABORADO POR Presupuestos |

Agradecemos sus comentarios para mejorar nuestro servicio al cliente. Escribanos a: opinion@inpprod.com

Cotización para equipos del sistema de supresión contra incendios.

INPPROD CR, S.A.

OFIBODEGAS MILANO, #6, CALLE POTRERILLOS,
SAN RAFAEL, ALAJUELA 20108 - COSTA RICA TELF :
506-4000.2818

Nº COTIZACIÓN: **CTC1103150**

Pág: 1 / 1

San Jose de Costa Rica, 02-03-2023

Cliente: Diana Vega Valerio
Cedula
Juridica: .
Dirección: Almacenes INPPROD
Teléfonos:
Contacto: DIANA VEGA VALERIO

Proyecto: N/A
Moneda: US\$

Notas: Proyecto: Trabajo final UCR.

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | T/ Entrega |
|--------|-----------------------------|---|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 1 | AR-FDC-175-03520 | 4" X 2-1/2" 2W BACK MANIFOLD,UL/FM | 1.00 | PZA | 165.28 | 165.28 | |
| 1.1 | AR-FDC-125-01970 | 2-1/2" GATE HOSE VALVE,FNPT X MNST UL/FM | 2.00 | PZA | 287.62 | 575.24 | |
| 1.2 | AR-FDC-125-01580 | 2-1/2" CAP AND CHAIN,BRASS | 2.00 | PZA | 24.76 | 49.52 | |
| 1.3 | AR-FDC-150-02260 | 4" IPS ROUND PLATE WALL PLATE WET STD PIPE | 1.00 | PZA | 65.20 | 65.20 | |
| 2 | AR-FDC-175-02540 | 4" X 2-1/2" 2W BACK SGL CLAP INLET UL/FM | 1.00 | PZA | 178.30 | 178.30 | |
| 2.1 | AR-FDC-125-01280 | 2-1/2" PLUG AND CHAIN ,BR,UL/FM | 2.00 | PZA | 46.19 | 92.38 | |
| 2.2 | AR-FDC-150-02260 | 4" IPS ROUND PLATE WALL PLATE WET STD PIPE | 1.00 | PZA | 65.20 | 65.20 | |
| 3 | TF-E45-0125 | 1-1/4" THREADED ELBOW 45°, UL/FM | 87.00 | PZA | 3.13 | 272.31 | |
| 4 | TACR-A53-SC40PE-0 125-UF | 1-1/4" A53,RED PIPE,SC40,GR.B PLAIN END,UL/FM | 10.00 | PZA | 46.61 | 466.10 | |
| 5 | VK-QL13525AC | AIR COMPRESSOR FOR DRY SYSTEMS 1/4HP, 135GAL, UL | 1.00 | PZA | 1,232.29 | 1,232.29 | |
| 6 | AR-FSD-28B-48-50 | 1" X 1/2" X 48" FLEXIBLE SPRINKLER DROPS W/BACKET, BRAIDED UL/FM | 53.00 | PZA | 21.47 | 1,137.91 | |

Comentarios:

- Los precios indicados son válidos para el total de la oferta; cambios significativos del requerimiento, implicarán una nueva cotización o el retiro de la misma.
- Los tiempos de entrega son válidos al momento de la cotización, pero sujetos a venta previa.
- Las entregas podrán tomar hasta 48 horas después de confirmada la orden de compra, dado los compromisos previos de bodega y transportes.

TOTAL: 4,299.73 US\$
CASHBACK: 0.00 US\$
SUBTOTAL: 5,058.16 US\$
IMP DE VENTA: 657.56 US\$
TOTAL: 5,715.72 US\$

Condición de Entrega: DDP En Proyecto dentro de GAM

Oferta válida hasta: 17-03-2023

Condiciones de Pago: PRE-PAGADO

ELABORADO POR

Presupuestos

Agradecemos sus comentarios para mejorar nuestro servicio al cliente. Escribanos a: opinion@inpprod.com

Cotización de los soportes de tubería tipo U-BOLT.

INPPROD CR, S.A.

OFIBODEGAS MILANO, #6, CALLE POTRERILLOS,
SAN RAFAEL, ALAJUELA 20108 - COSTA RICA TELF :
506-4000.2818

Nº COTIZACIÓN: **CTC1103207** Pág: 1 / 1

San Jose de Costa Rica, 10-03-2023

Cliente: Diana Vega Valerio
Cedula
Juridica:
Dirección: Almacenes INPPROD
Teléfonos: 8663 3829
Contacto: DIANA VEGA

Proyecto: N/A
Moneda: US\$

Notas: Presupuesto estudiante UCR.

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | T/ Entrega |
|--------|---------------|----------------------------|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 1 | HS-UB-0100-EG | 1" ROUND U-BOLT HANGER | 102.00 | PZA | 2.00 | 204.00 | |
| 2 | HS-UB-0250-EG | 2-1/2" ROUND U-BOLT HANGER | 30.00 | PZA | 4.35 | 130.50 | |

| | |
|--|---|
| Comentarios: 1. Los precios indicados son válidos para el total de la oferta; cambios significativos del requerimiento, implicarán una nueva cotización o el retiro de la misma. 2. Los tiempos de entrega son válidos al momento de la cotización, pero sujetos a venta previa. 3. Las entregas podrán tomar hasta 48 horas después de confirmada la orden de compra, dado los compromisos previos de bodega y transportes. | TOTAL: 334.50 US\$ CASHBACK: 0.00 US\$ SUBTOTAL: 334.50 US\$ IMP DE VENTA: 43.49 US\$ TOTAL: 377.99 US\$ |
|--|---|

Condición de Entrega: EXW Bodegas Inpprod
Oferta válida hasta: 25-03-2023
Condiciones de Pago: PRE-PAGADO

ELABORADO POR

Presupuestos

Agradecemos sus comentarios para mejorar nuestro servicio al cliente. Escribanos a: opinion@Inpprod.com

Cotización del tanque de agua para uso de la bomba de turbina de eje vertical.

|  GRUPO MT PREFABRICADOS EN CONCRETO | | Presupuesto Ref. : IDCA PRE-010655 Fecha : 08/03/2023 Fecha fin de validez : 07/04/2023 Código cliente : CLI-003248 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--|-------|-------|----------------|----------------|--------------------------------|-----|-------------|---|-----|-------------|-------------------------|-----|-----------|---|--|-----------|--|--|--|
| Emisor: MUCHO TANQUE S.A. Cédula Jurídica 3-101-147286 San Isidro del Guarco, Cartago, 2,5 km al sur del Parque Industrial Teléfono: 2573-8181 Correo: info@grupomt.cr Web: www.grupomt.cr | | Enviar a: DIANA CAROLINA VEGA VALERIO Nombre: Diana Vega Telefono: / 86633829 Correo: Direccion: . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Museo Regional de San Ramón. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>IVA</th> <th>P.U.</th> <th>Cant.</th> <th>Dto.</th> <th>Base imponible</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tanque para Agua Modelo 18000A</td> <td>13%</td> <td>\$ 5,300.00</td> <td>1</td> <td>10%</td> <td>\$ 4,770.00</td> </tr> <tr> <td>Transporte y Colocación</td> <td>13%</td> <td>\$ 310.00</td> <td>1</td> <td></td> <td>\$ 310.00</td> </tr> </tbody> </table> | Descripción | IVA | P.U. | Cant. | Dto. | Base imponible | Tanque para Agua Modelo 18000A | 13% | \$ 5,300.00 | 1 | 10% | \$ 4,770.00 | Transporte y Colocación | 13% | \$ 310.00 | 1 | | \$ 310.00 | | | |
| Descripción | IVA | P.U. | Cant. | Dto. | Base imponible | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tanque para Agua Modelo 18000A | 13% | \$ 5,300.00 | 1 | 10% | \$ 4,770.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte y Colocación | 13% | \$ 310.00 | 1 | | \$ 310.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones de pago: Contado | | Subtotal \$ 5,610.00 Descuento \$ 530.00 Total IVA 13% \$ 660.40 Total \$ 5,740.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ing. Denis Charlebois Alpizar Gerente General 2573-8181 Ext 106 / 7105-7921 dcharlebois@grupomt.cr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cotización de la tubería de cobre y sus accesorios, con el objetivo que se utilizados en los paneles de control.

| AC Depot Costa Rica S.A. | | | | |
|--|---------------------------------------|--|------------------------|------------------------|
| 100 metros norte de las Antiguas Bodegas Colgate Palmolive | | | | |
| CJ: 3-101-356578 | Tel(s): 506-257-1142 Fax 506-248-1137 | | | Página: 1 |
| <u>C O T I Z A C I O N</u> | | | | 16-02-2023 11:10:25 AM |
| COTIZADO A: | | NUMERO: 0000057821 | | |
| [] | DIANA VEGA | FECHA: 16-02-2023 | | |
| TEL(S): | | SEGMENTO: Contratista PROVINCIA: .san Jose VEND: 13 Rodrigo Castro | | |
| CANTIDAD | REFERENCIA | DESCRIPCION | PRECIO | IMPORTE |
| 1.00 UNI | 1220H | TUBO DE COBRE RIGIDO DE 1/2 G-AIR | 15,900.00 | 15,900.00 |
| 6.00 UNI | 107C 12 | CODO DE COBRE A 90 DE 1/2 G-AIR | 165.00 | 990.00 |
| 3.00 UNI | 111 12 | TEE DE COBRE DE 1/2 G-AIR | 240.00 | 720.00 |
|ULTIMA LINEA..... | | | | |
| | | | TOTAL BRUTO: | 17,610.00 |
| | | | DESCUENTO: | 0.00 |
| | | | I.V.: | 2,289.30 |
| | | | TOTAL COTIZADO: | 19,899.30 |
| AUTORIZADO POR _____ | | | | |

Anexo G.1.1 Presupuesto del sistema de supresión de incendios

En esta sección se muestra el presupuesto requerido para el sistema de supresión de incendios, luego de haber hecho las cotizaciones respectivas.

Cuadro G. 1 Presupuesto del sistema de supresión de incendios

| <i>Item</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Unidad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Precio Unitario</i> | <i>Precio Total</i> |
|-------------|-----------------|---------------|--|------------------------|---------------------|
| 1 | 1 | unidad | Tubería de cobre 1/2 pulg_9,98 m | \$28,47 | \$28,47 |
| 2 | 6 | unidad | Codo de cobre 1/2 pulg | \$0,30 | \$1,80 |
| 3 | 3 | unidad | Tee de cobre 1/2 pulg | \$0,43 | \$1,29 |
| 4 | 35 | unidad | Tubería acero sch40_200 m_1 1/2 pulg | \$55,39 | \$1.938,64 |
| 5 | 10 | unidad | Tubería acero sch40_59,54 m_1 1/4 pulg | \$46,61 | \$466,10 |
| 6 | 48 | unidad | Tubería acero sch40_272,67 m_1 pulg | \$34,84 | \$1.672,31 |
| 7 | 46 | unidad | Tubería acero sch10_269,6 m_2 1/2 pulg | \$81,02 | \$3.726,91 |
| 8 | 4 | unidad | Tubería acero sch40_12,72 m_2 pulg | \$73,70 | \$294,80 |
| 9 | 2 | unidad | Tubería acero sch10_6,26 m_3 pulg | \$98,84 | \$197,68 |
| 10 | 2 | unidad | Tubería acero sch10_6,13 m_6 pulg | \$208,39 | \$416,78 |
| 11 | 182 | unidad | Anclajes mini drop-in 3/8" X 3/4" | \$0,14 | \$25,48 |
| 12 | 31 | unidad | Tapa roscada 1 pulg | \$1,15 | \$35,65 |
| 13 | 16 | unidad | Tapa roscada 1 1/2 pulg | \$2,21 | \$35,36 |
| 14 | 2 | unidad | Acoplamiento_reductor concéntrico 2 x 1/2 pulg | \$3,19 | \$6,38 |
| 15 | 2 | unidad | Acoplamiento_reductor concéntrico 2 x 1 1/2 pulg | \$3,19 | \$6,38 |
| 16 | 109 | unidad | Acoplamiento_reductor concéntrico 2 1/2 x 1 1/2 pulg | \$3,19 | \$347,71 |
| 17 | 1 | unidad | Acoplamiento_reductor concéntrico 3 x 1 pulg | \$3,58 | \$3,58 |
| 18 | 1 | unidad | Acoplamiento_reductor concéntrico 3 x 2 pulg | \$4,07 | \$4,07 |

| <i>Item</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Unidad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Precio Unitario</i> | <i>Precio Total</i> |
|-------------|-----------------|---------------|--|------------------------|---------------------|
| 19 | 2 | unidad | Acoplamiento_reductor concéntrico 6 x 3 pulg | \$11,87 | \$23,74 |
| 20 | 76 | unidad | Codo roscado 1 pulg | \$1,93 | \$146,68 |
| 21 | 87 | unidad | Codo roscado a 45° 1 1/4 pulg | \$3,13 | \$272,31 |
| 22 | 8 | unidad | Codo roscado 2 pulg | \$5,78 | \$46,24 |
| 23 | 11 | unidad | Codo roscado 2 1/2 pulg | \$4,56 | \$50,16 |
| 24 | 3 | unidad | Codo roscado 3 pulg | \$6,25 | \$18,75 |
| 25 | 7 | unidad | Codo roscado 6 pulg | \$22,89 | \$160,23 |
| 26 | 1 | unidad | Tee roscada 1/2 pulg | \$1,10 | \$1,10 |
| 27 | 58 | unidad | Tee roscada 1 pulg | \$2,50 | \$145,00 |
| 28 | 84 | unidad | Tee roscada 1 1/2 pulg | \$4,82 | \$404,88 |
| 29 | 2 | unidad | Tee roscada 2 pulg | \$7,22 | \$14,44 |
| 30 | 92 | unidad | Tee roscada 2 1/2 pulg | \$7,52 | \$691,84 |
| 31 | 3 | unidad | Tee roscada 3 pulg | \$8,99 | \$26,97 |
| 32 | 1 | unidad | Tee roscada 6 pulg | \$32,95 | \$32,95 |
| 33 | 340 | unidad | Acoplamiento rígido 1 pulg | \$1,44 | \$489,60 |
| 34 | 282 | unidad | Acoplamiento rígido 1 1/2 pulg | \$2,50 | \$705,00 |
| 35 | 36 | unidad | Acoplamiento rígido 2 pulg | \$3,89 | \$140,04 |
| 36 | 115 | unidad | Acoplamiento rígido 2 1/2 pulg | \$4,64 | \$533,60 |
| 37 | 39 | unidad | Acoplamiento rígido 3 pulg | \$5,39 | \$210,21 |
| 38 | 4 | unidad | Acoplamiento rígido 4 pulg | \$6,64 | \$26,56 |
| 39 | 19 | unidad | Acoplamiento rígido 6 pulg | \$12,41 | \$235,79 |
| 40 | 2 | unidad | Válvula check roscada 2 1/2 pulg | \$96,52 | \$193,04 |
| 41 | 3 | unidad | Válvula check ranurada 3 pulg | \$120,39 | \$361,17 |
| 42 | 1 | unidad | Válvula check ranurada 6 pulg | \$264,35 | \$264,35 |
| 43 | 4 | unidad | Válvula check con extremos roscados 1/2 pulg | \$5,48 | \$21,92 |
| 44 | 1 | unidad | Válvula check con extremos roscados 2 pulg | \$64,72 | \$64,72 |
| 45 | 1 | unidad | Válvula de compuerta OS&Y 2 pulg | \$143,30 | \$143,30 |
| 46 | 2 | unidad | Válvula de compuerta OS&Y 3 pulg | \$273,22 | \$546,44 |

| <i>Item</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Unidad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Precio Unitario</i> | <i>Precio Total</i> |
|-------------|-----------------|---------------|---|------------------------|---------------------|
| 47 | 3 | unidad | Válvula de bola con extremos roscados 1/2 pulg | \$5,67 | \$17,01 |
| 48 | 1 | unidad | Cabezal de pruebas (Toma de 2 1/2 pulg) | \$178,30 | \$178,30 |
| 49 | 4 | unidad | Acoplamiento flexible para tubería vertical 1 pulg | \$3,71 | \$14,84 |
| 50 | 4 | unidad | Acoplamiento flexible para tubería vertical 2 pulg | \$3,71 | \$14,84 |
| 51 | 2 | unidad | Acoplamiento flexible para tubería vertical 3 pulg | \$5,39 | \$10,78 |
| 52 | 1 | unidad | Acoplamiento flexible para tubería vertical 6 pulg | \$10,31 | \$10,31 |
| 53 | 6 | unidad | Válvula de globo con extremos roscados 1/2 pulg | \$16,05 | \$96,30 |
| 54 | 6 | unidad | Manómetro de 300 psi | \$18,85 | \$113,10 |
| 55 | 9 | unidad | Soporte de tuberías de silla ajustable | \$218,57 | \$1.967,12 |
| 56 | 2 | unidad | Control de piso "Riser" 2 1/2 pulg | \$287,62 | \$575,24 |
| 57 | 1 | unidad | Válvula mariposa supervisada 2 pulg | \$134,15 | \$134,15 |
| 58 | 1 | unidad | Válvula mariposa supervisada 3 pulg | \$144,71 | \$144,71 |
| 59 | 1 | unidad | Válvula de alivio de aire 1 pulg | \$191,27 | \$191,27 |
| 60 | 1 | unidad | Válvula de alivio de sobrepresión 1 pulg | \$191,27 | \$191,27 |
| 61 | 1 | unidad | Siamesa de 2 tomas_ 2 1/2 pulg | \$165,28 | \$165,28 |
| 62 | 2 | unidad | Tapa de cadena 2 1/2 pulg | \$46,19 | \$92,38 |
| 63 | 2 | unidad | Tapa NST 2 1/2 pulg | \$24,76 | \$49,52 |
| 64 | 1 | unidad | Válvula de acción previa "simple" 3 pulg | \$6.947,84 | \$6.947,84 |
| 65 | 2 | unidad | 4 pulg Placa redonda de pared_ tubería estándar_ húmeda | \$65,20 | \$130,40 |
| 66 | 1 | unidad | Compresor de aire | \$1.232,29 | \$1.232,29 |
| 67 | 19 | unidad | Soporte antisísmico longitudinal 2 1/2 pug | \$30,51 | \$579,69 |
| 68 | 28 | unidad | Soporte antisísmico transversal 2 1/2 pug | \$22,88 | \$640,64 |
| 69 | 47 | unidad | Barra de canal perfil alto-antisísmico | \$12,19 | \$572,93 |

| <i>Item</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Unidad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Precio Unitario</i> | <i>Precio Total</i> |
|---------------------|-----------------|---------------|---|--|---------------------|
| 70 | 182 | unidad | Barra roscada en 3/8"-tipo pera | \$2,23 | \$405,86 |
| 71 | 182 | unidad | Soporte tipo pera ajustable | \$0,72 | \$131,04 |
| 72 | 109 | unidad | Soporte U-BOLT 1 pulg | \$2,00 | \$218,00 |
| 73 | 30 | unidad | Soporte U-BOLT 2 1/2 pulg | \$4,35 | \$130,50 |
| 74 | 1 | unidad | Tanque diesel 80 gal | Incluido en el precio de la bomba | - |
| 75 | 1 | unidad | Bomba de turbina vertical de 250 gpm y 101 psi | \$58.435,00 | \$58.435,00 |
| 76 | 1 | unidad | Bomba jockey | \$1.777,00 | \$1.777,00 |
| 77 | 1 | unidad | Panel de la bomba principal | Incluido en el precio de la bomba | - |
| 78 | 1 | unidad | Panel de la bomba jockey | Incluido en el precio de la bomba jockey | - |
| 79 | 1 | unidad | Toma directa de 4 1/2 pulg | \$752,45 | \$752,45 |
| 80 | 132 | unidad | Rociador upright de 5,6 gpm/psi ^{1/2} y 11,21 psi | \$8,32 | \$1.098,24 |
| 81 | 56 | unidad | Rociador pendent de 5,6 gpm/psi ^{1/2} y 11,21 psi | \$8,91 | \$498,96 |
| 82 | 53 | unidad | Manguera flexible para los rociadores 1 pulgx1/2 pulgx48 pulg | \$21,47 | \$1.137,91 |
| 83 | 1 | unidad | Dique de contención de concreto | \$358,13 | \$358,13 |
| 84 | 1 | unidad | Tanque de agua enterrado de concreto | \$5.610,00 | \$5.610,00 |
| 85 | 8 | personas | Mano de obra (180 días) | - | \$39.921,47 |
| 86 | | | Imprevistos | - | \$9.977,52 |
| Sub Total | | | | | \$149.702,68 |
| Impuesto 13% | | | | | \$19.461,35 |
| Monto Total | | | | | \$169.164,02 |

Diana Vega Valerio

Fuente: (Autora, 2023)

Anexo H. Guía con recomendaciones para diseño de un sistema de protección contra incendios en inmuebles declarados patrimonio arquitectónico y cultural

En esta parte se agregó el diagrama de flujo con las recomendaciones para el diseño de sistema de protección contra incendios para inmuebles declarados patrimonio arquitectónico y cultural.

Anexo H.1 Guía con recomendaciones

La primera parte del diagrama consiste en conocer si el inmueble es declarado patrimonio arquitectónico y cultural, luego procura la lectura de la NFPA 914 y la NFPA 909 para saber a mayor detalle sobre la protección de estructuras históricas, posterior ir a la NFPA 101, clasificar la ocupación y los riesgos presentes en el sitio, seguidamente saber si el edificio requiere un sistema de supresión de incendios y uno de detección y alarma de incendios, por lo tanto se precisa ir a la NFPA 13 y NFPA 72 y llevar a cabo la selección de los detectores de humo / calor y la elección de los rociadores, además se debe diseñar el sistema de protección contra incendios y por último realizar los planos.

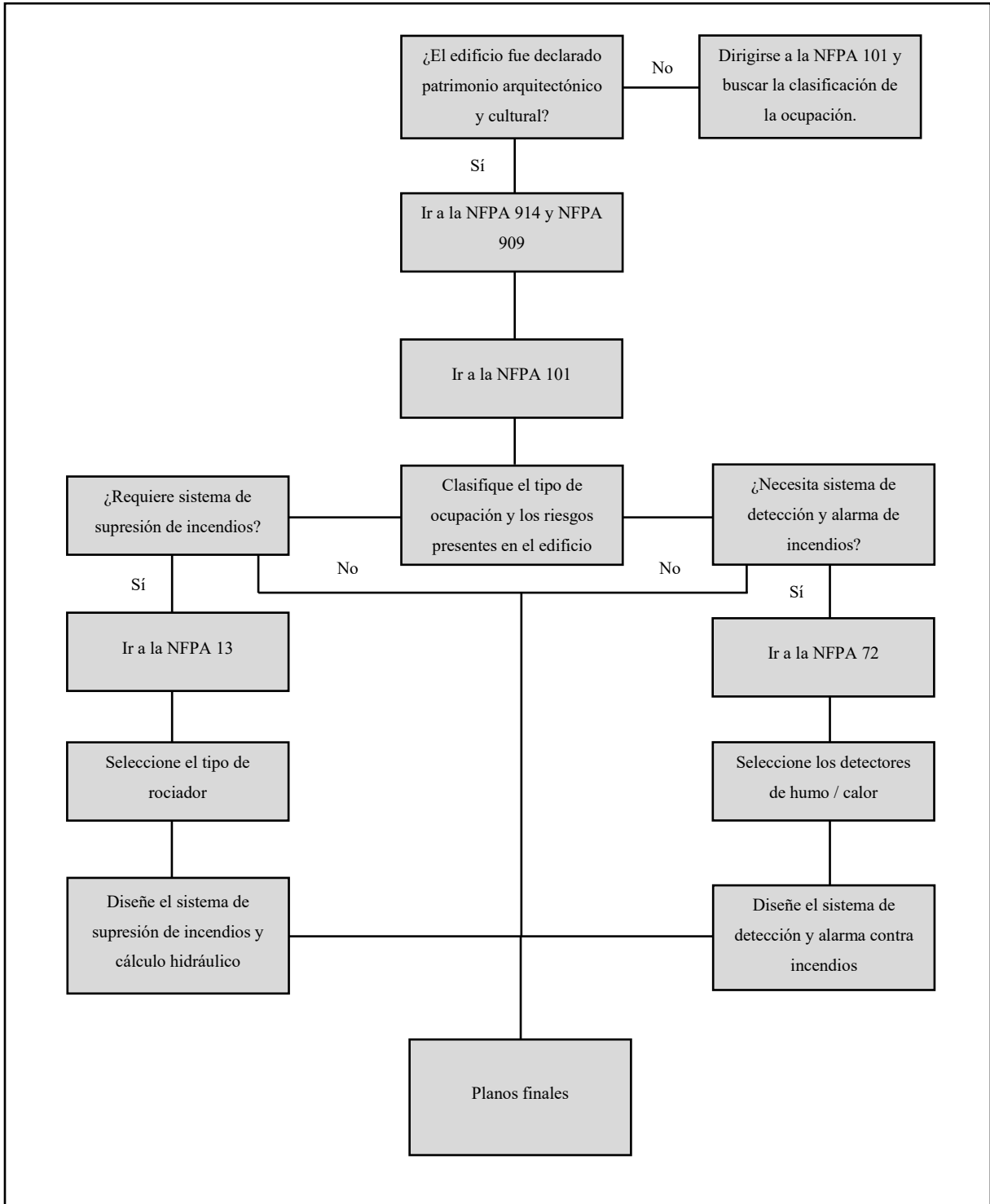


Ilustración H.1 Diagrama de flujo de la guía con recomendaciones

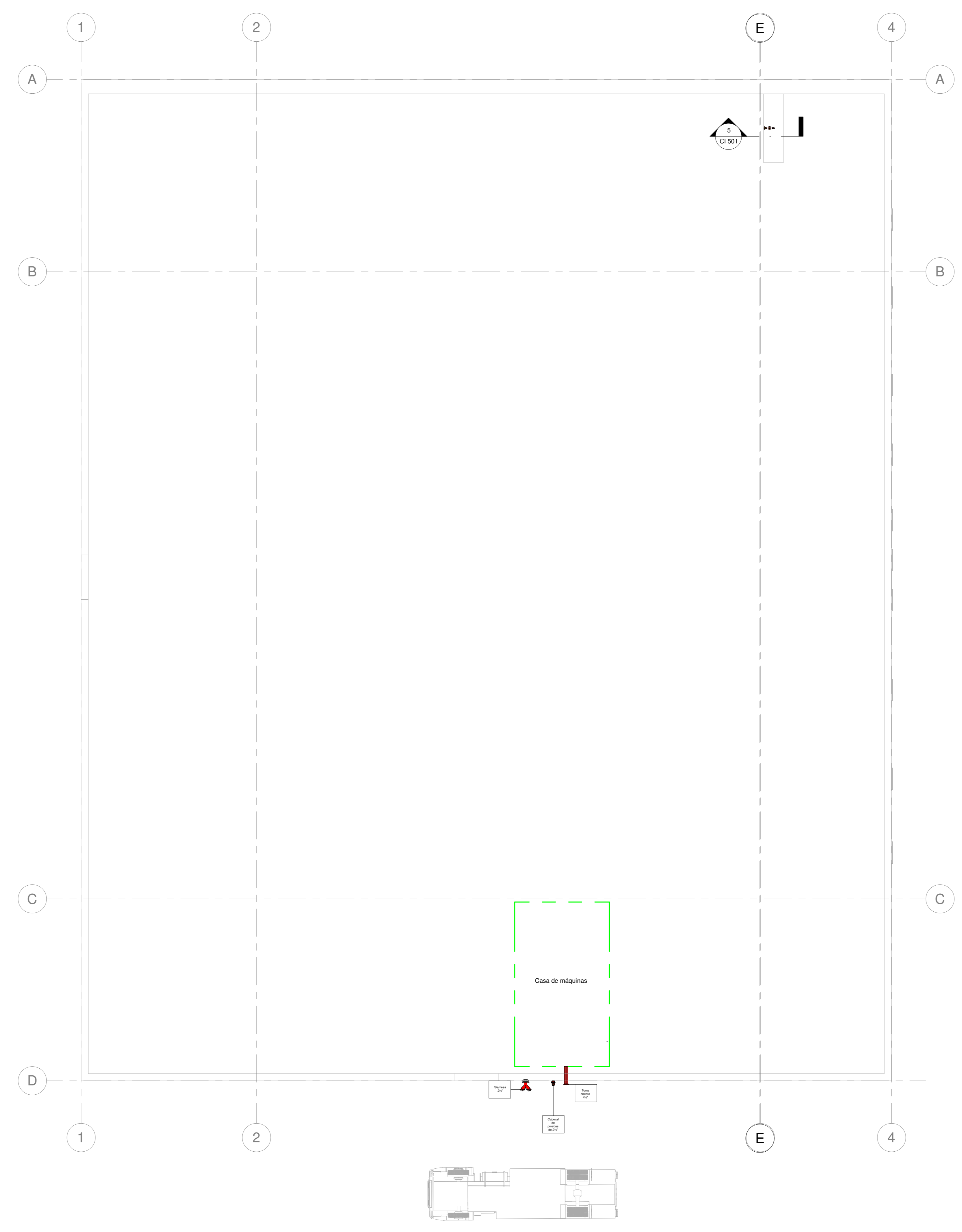
Anexo I. Planos del sistema de supresión contra incendios

En este apartado se agregaron los planos realizados del sistema de supresión contra incendios.

Anexo I.1 Planos del sistema de supresión de incendios para el Museo Regional de San Ramón

- Panel de la bomba jockey
- Panel de la bomba de turbina vertical
- Manómetro de 300 psi
- Válvula de globo
- Válvula de bola
- Reductor concéntrico
- Siamesa
- Cabezal de pruebas
- Toma directa
- Válvula mariposa
- Válvula check
- Válvula check
- Válvula check
- Válvula OS&Y de vástago ascendente
- Bomba jockey
- Bomba de turbina vertical
- Tanque diesel
- Tanque de contención
- Acople rígido
- Soporte para tubería
- Soporte para tubería
- Codo a 90°
- Tee
- Reductor de tubería
- Tubería amarilla de cobre
- Tubería roja de acero al carbono
- Codo a 45°
- Rociador upright
- Rociador pendet
- Tapa
- Colgador de tubería tipo pera
- Riser manifold o control de piso
- Válvula de acción previa o válvula seca
- Acople flexible
- Soporte de tuberías antisísmico transversal
- Soporte de tuberías antisísmico longitudinal
- Mufla
- Tanque de agua
- Hidrante

Simbología
1 : 100



1 Conexiones del cuerpo de bomberos
1 : 100

- Notas:**
1. Los soportes de tubería de silleta ajustable son para las tuberías que están a nivel de piso/baldosa como en casa de máquinas.
 2. Los soportes de tubería tipo U-BOLT son para las tuberías que están sobre cielorraso liviano.
 3. Para tubería con diámetros mayores o iguales a 2^{1/2}" usar cédula 10, acero al carbono.
 4. Para tubería con diámetros menores a 2^{1/2}" usar cédula 40, acero al carbono.
 5. Los rociadores upright deben ubicarse en el ático y la descarga de agua se dirige hacia arriba contra el deflector.
 6. Los rociadores pendent tienen que instalarse en el nivel 1 y 2 de la edificación, la descarga del chorro de agua se dirige hacia abajo contra el deflector.
 7. En esta lámina se observan las conexiones del cuerpo de bomberos en el museo.

Ubicación del museo: Calle Central, Avenida Juan Santamaría. Costado Norte del parque Central., San Ramón, Costa Rica
Provincia: Alajuela
Cantón: San Ramón
Distrito: San Ramón

Museo Regional de San Ramón

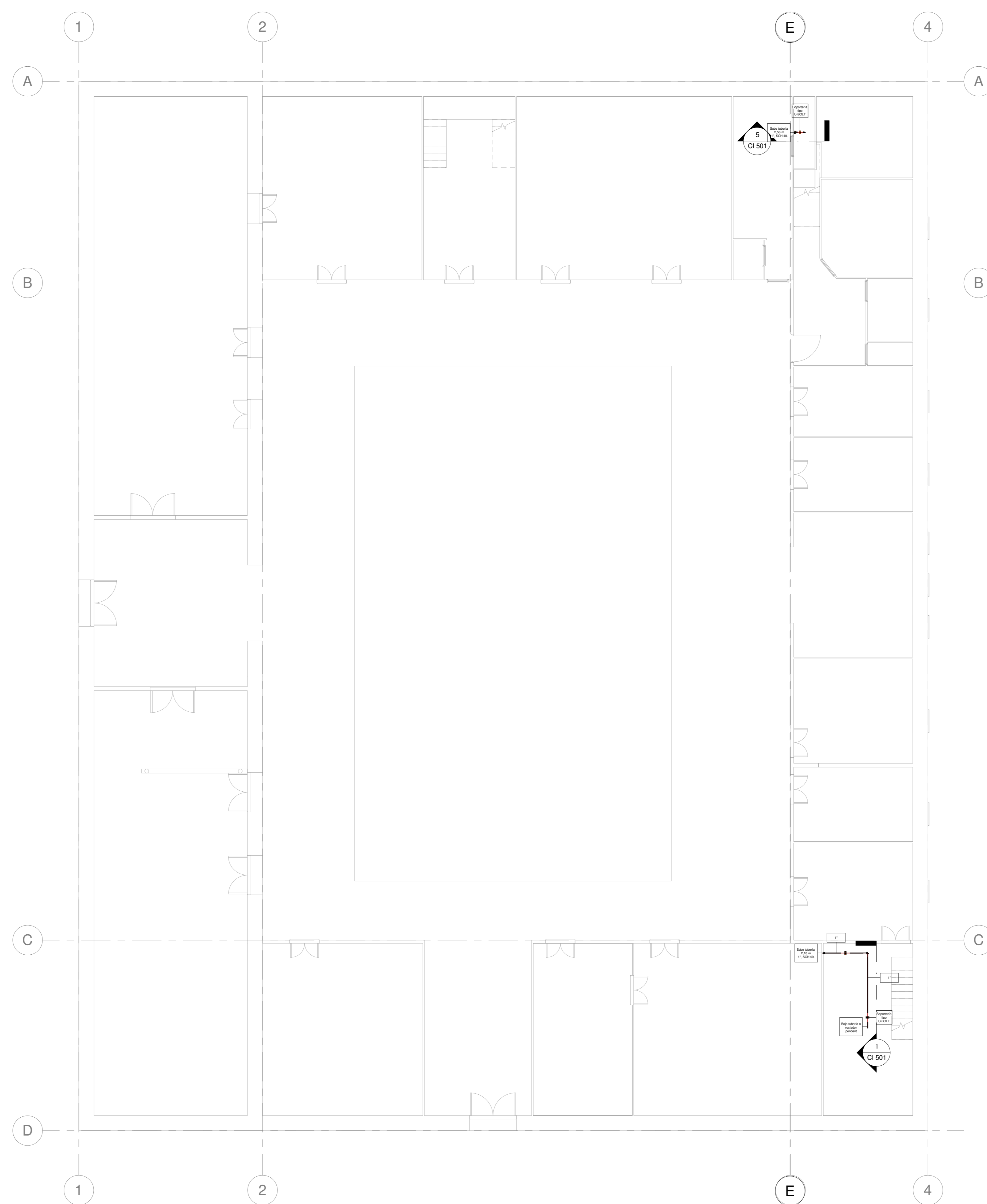
Portada

| Protección de aberturas verticales | |
|---|-----------------------|
| La certificación de resistencia al fuego mínima para la protección de aberturas verticales debe estar conforme a: | |
| Característica | Protección requerida |
| Cerramiento que conecta 4 pisos o más | Barrera cortafuego 2h |
| Otros cerramientos | Barrera cortafuego 1h |

| | |
|----------------|--------------------|
| Project number | 01 |
| Date | 2023/03/02 |
| Drawn by | Diana Vega Valerio |
| Units | m |

CI 000

Scale 1 : 100



1 Nivel 1 museo
1 : 100

- Notas:**
1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
 2. En esta hoja se muestra la tubería contra incendios ubicada en nivel 1.

Museo Regional de San Ramón

Nivel 1

Project number 01

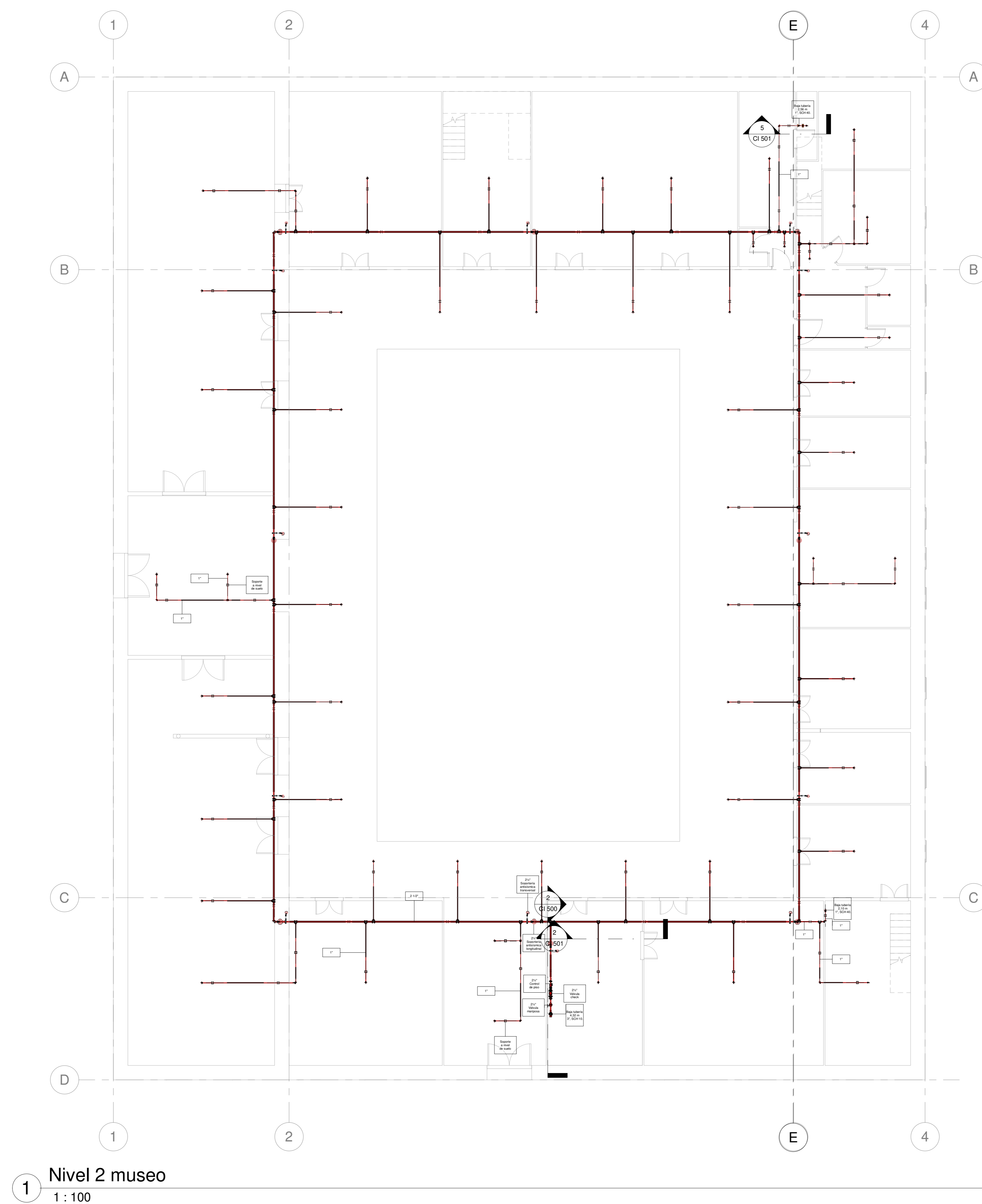
Date 2023/03/02

Drawn by Diana Vega Valerio

Units m

CI 100

Scale 1 : 100



- Notas:**
1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
 2. En esta hoja se muestra la tubería contra incendios ubicada en nivel 2.

Museo Regional de San Ramón

Nivel 2

Project number 01

Date 2023/03/02

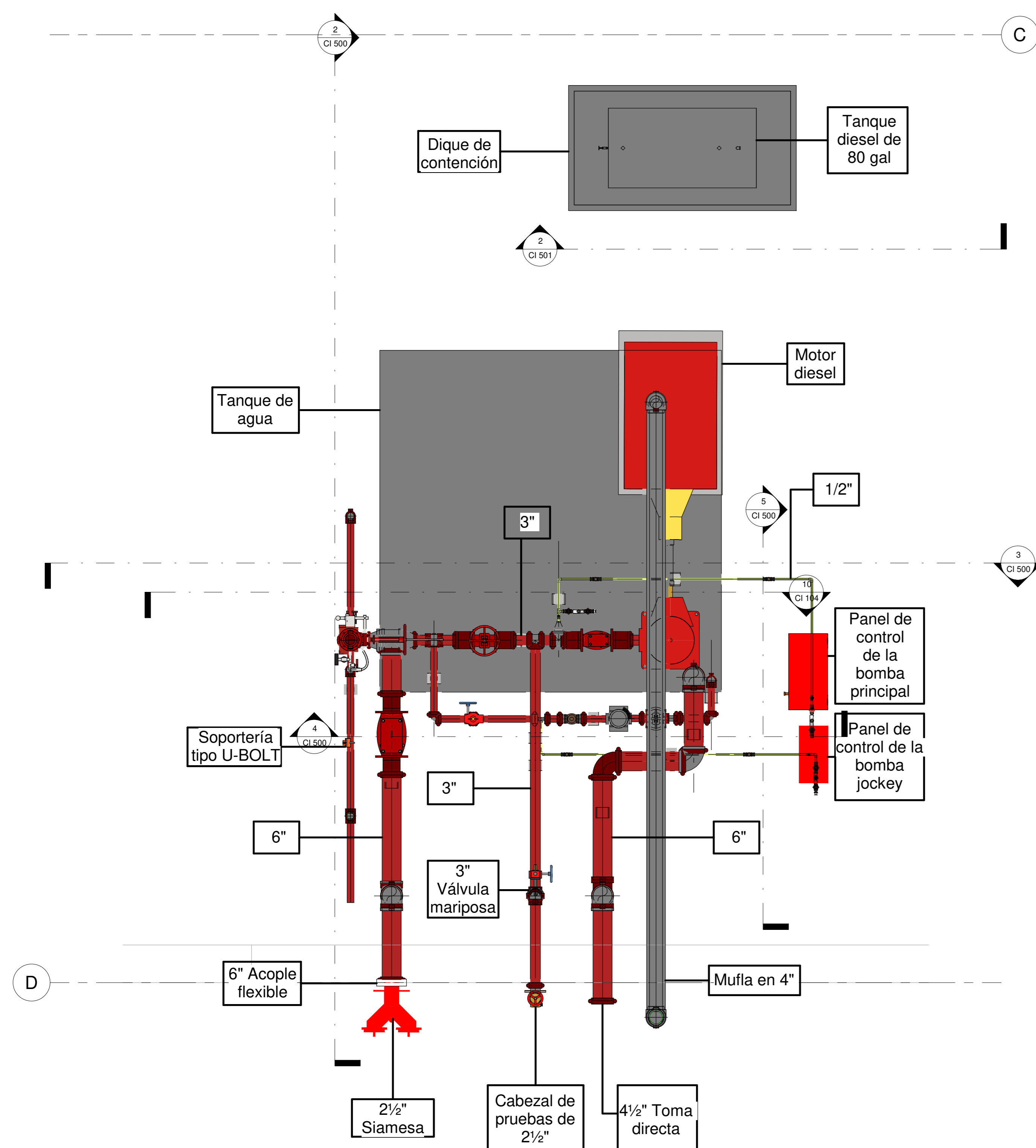
Drawn by Diana Vega Valerio

Units m

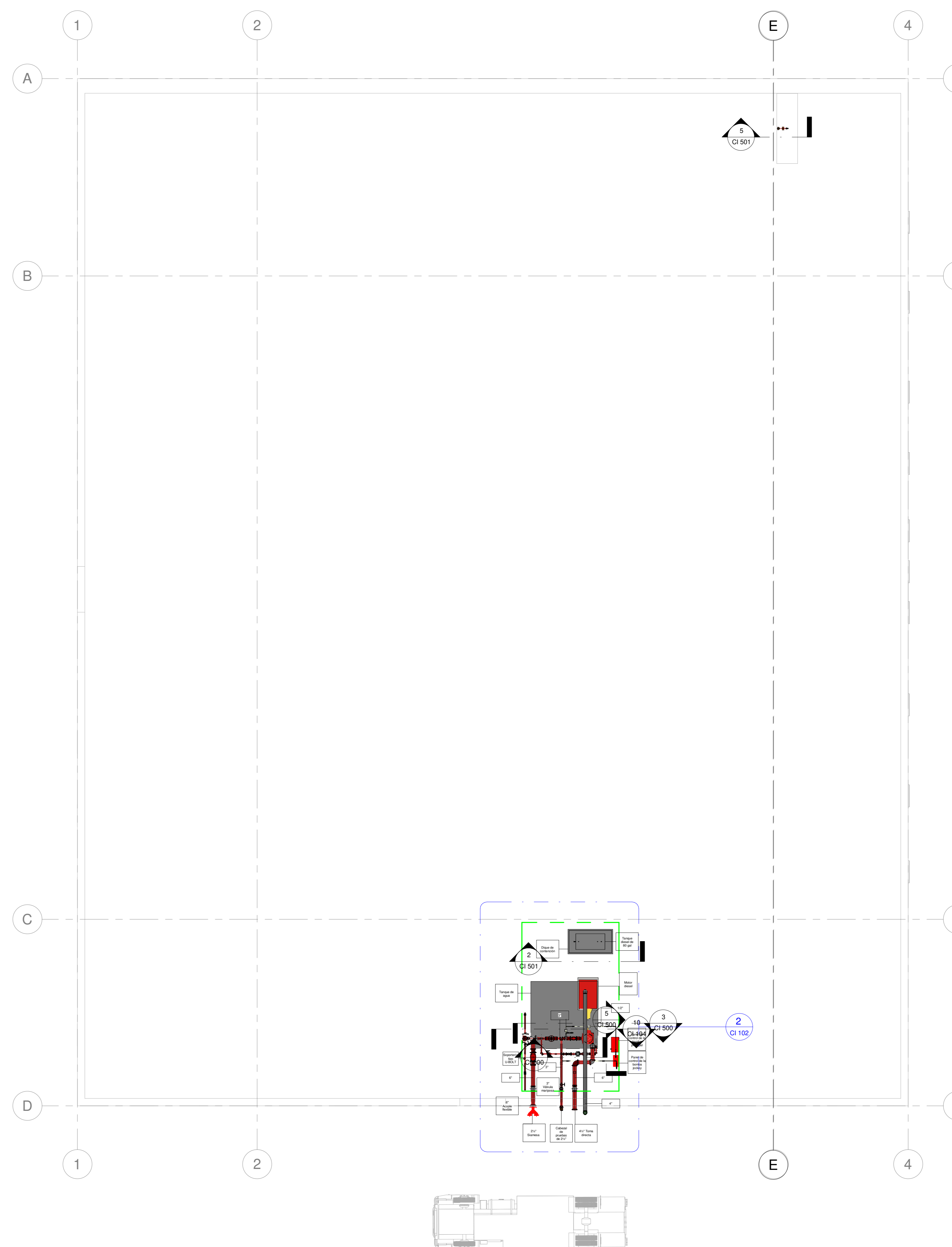
CI 101

Scale 1 : 100

- Notas:**
1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
 2. En esta hoja se muestra el sistema de protección contra incendios en casa de máquinas.



2 Casa de máquinas -Llamada 1
1: 25



1 Casa de máquinas
1: 100

Museo Regional de San Ramón

Casa de máquinas

Project number 01

Date 2023/03/02

Drawn by Diana Vega Valerio

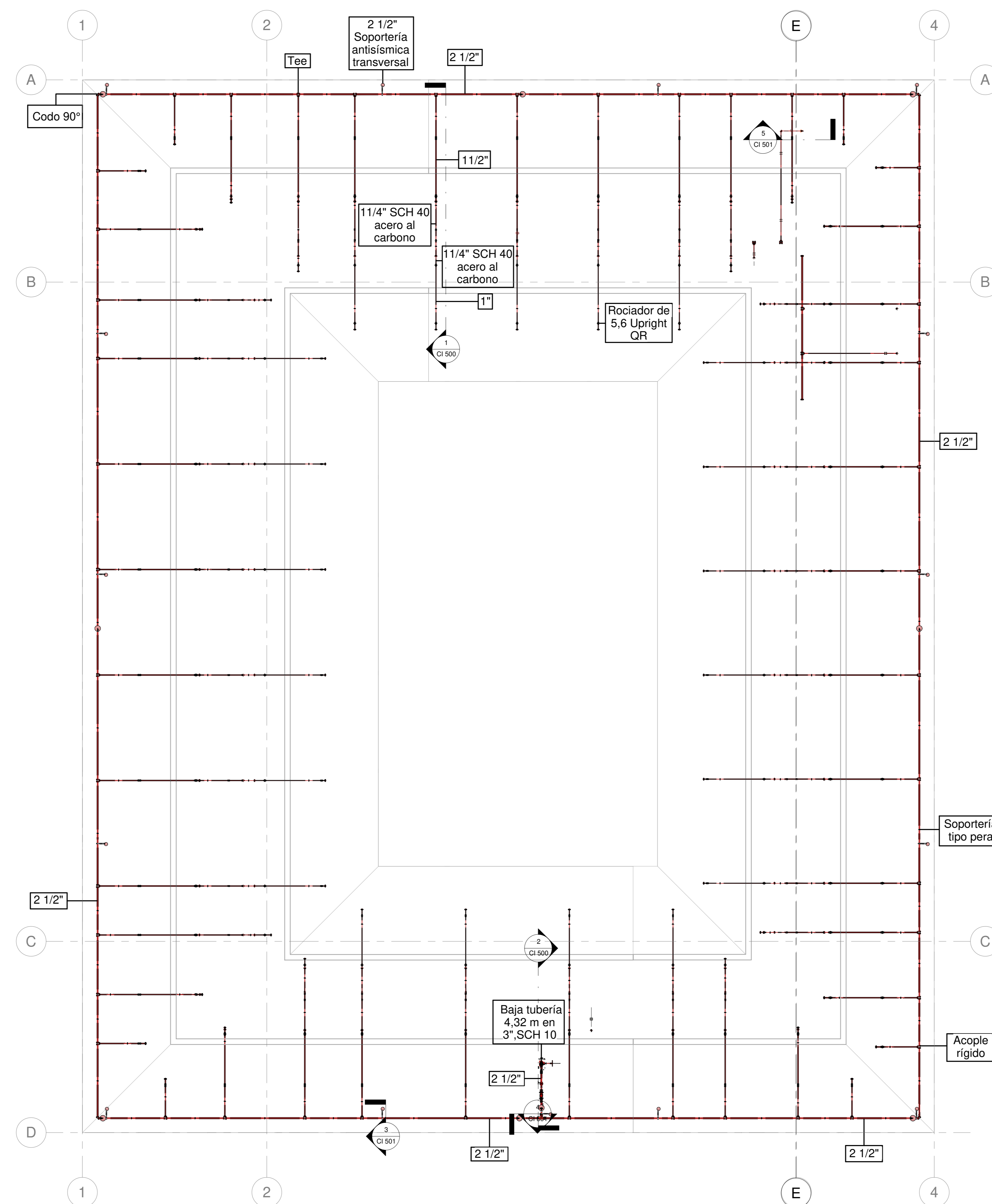
Units m

CI 102

Scale Como se indica

Notas:

1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
2. En esta hoja se muestra la tubería contra incendios localizada en el ático del museo.



1 Ático
1 : 100

Museo Regional de San Ramón

Ático

Project number 01

Date 2023/03/02

Drawn by Diana Vega Valerio

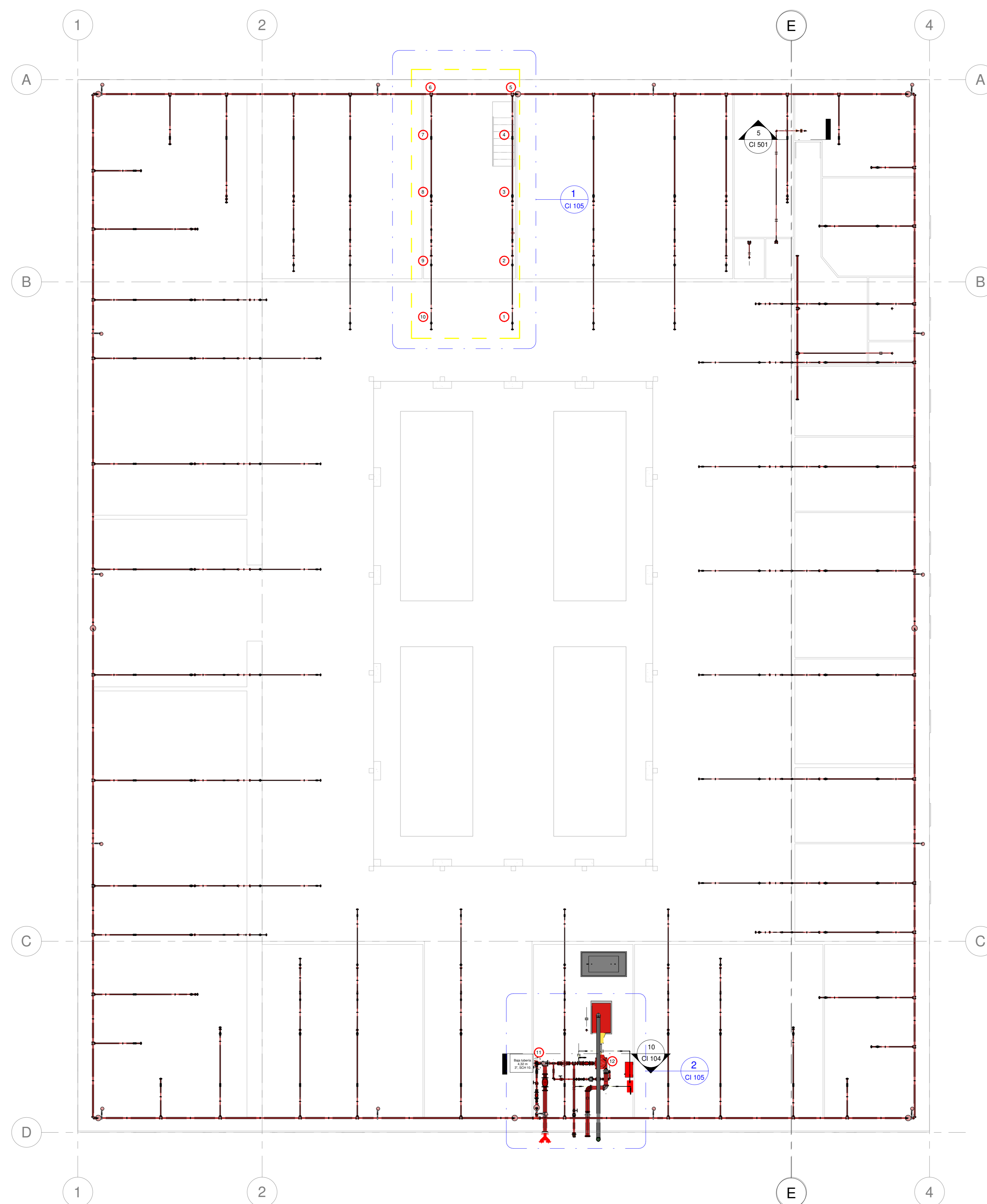
Units m

CI 103

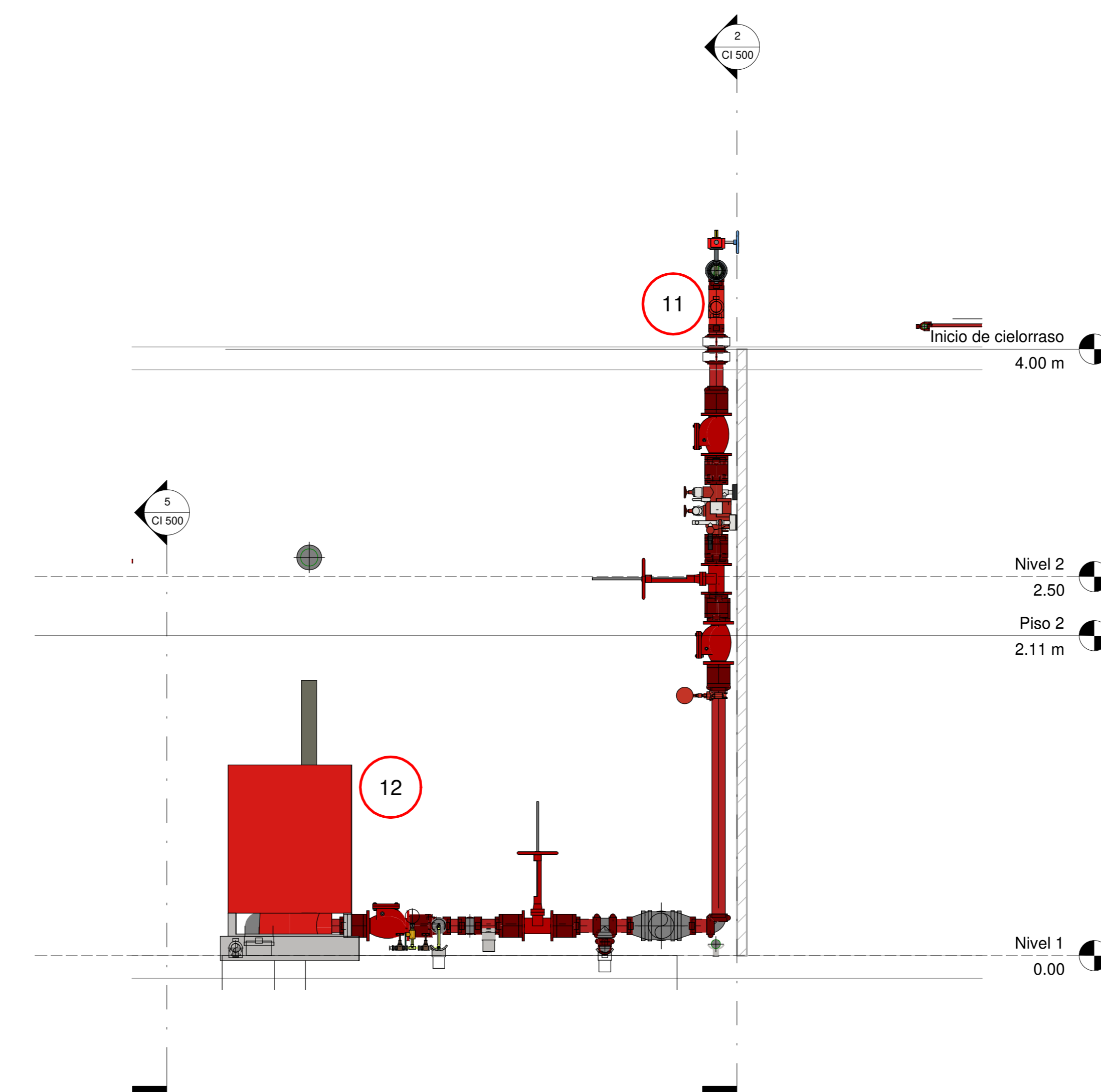
Scale 1 : 100

Notas:

1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
2. En esta hoja se contempla el área de diseño hidráulico considerado para el sistema de protección contra incendios en el museo. Va del ático a la bomba de turbina vertical localizada en cuarto de máquinas.
3. Hojas de diseño la CI 104 y la CI 105.



1 Área hidráulica de diseño
1:100



10 Section 10
1:25

Museo Regional de San Ramón

Área de diseño

Project number 01

Date 2023/03/02

Drawn by Diana Vega Valerio

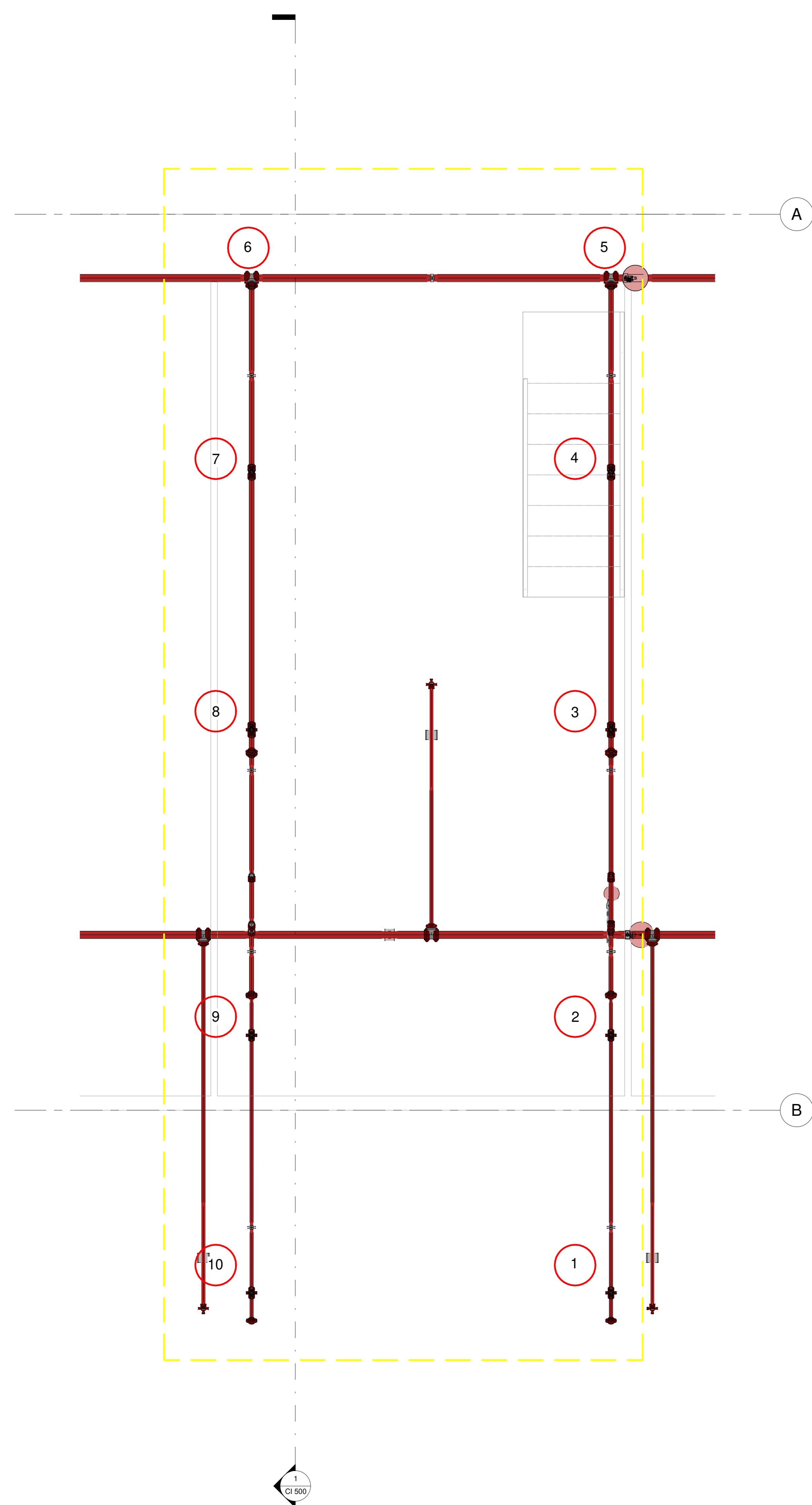
Units m

CI 104

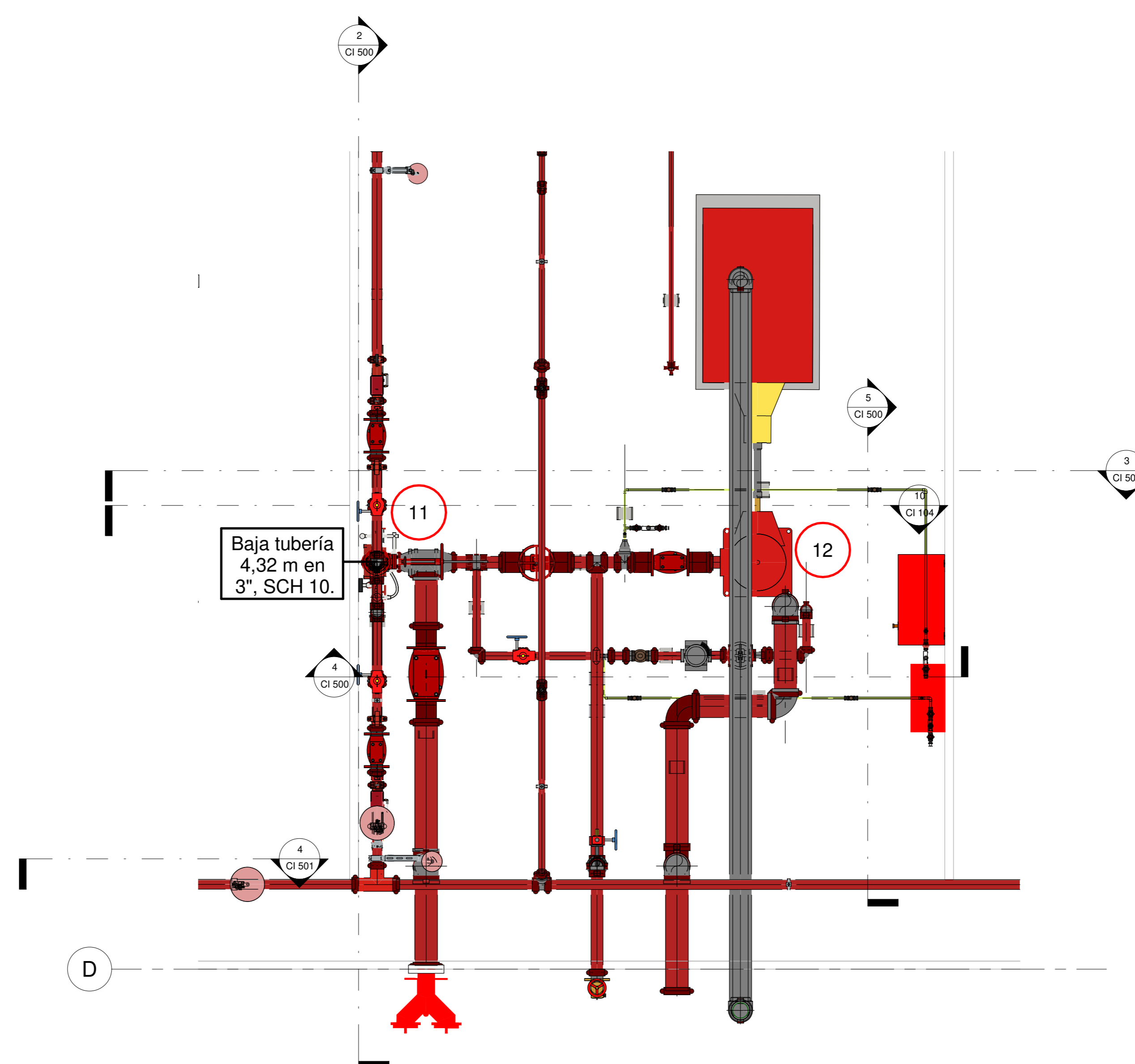
Scale Como se indica

Notas:

1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
2. En esta hoja se contempla el área de diseño hidráulico considerado para el sistema de protección contra incendios en el museo. Va del ático a la bomba de turbina vertical localizada en cuarto de máquinas.
3. Hojas de diseño la CI 104 y la CI 105.



1 Área hidráulica de diseño - Llamada 1
1 : 25



2 Área hidráulica de diseño - Llamada 2
1 : 25

Museo Regional de San Ramón

Área de diseño

Project number 01

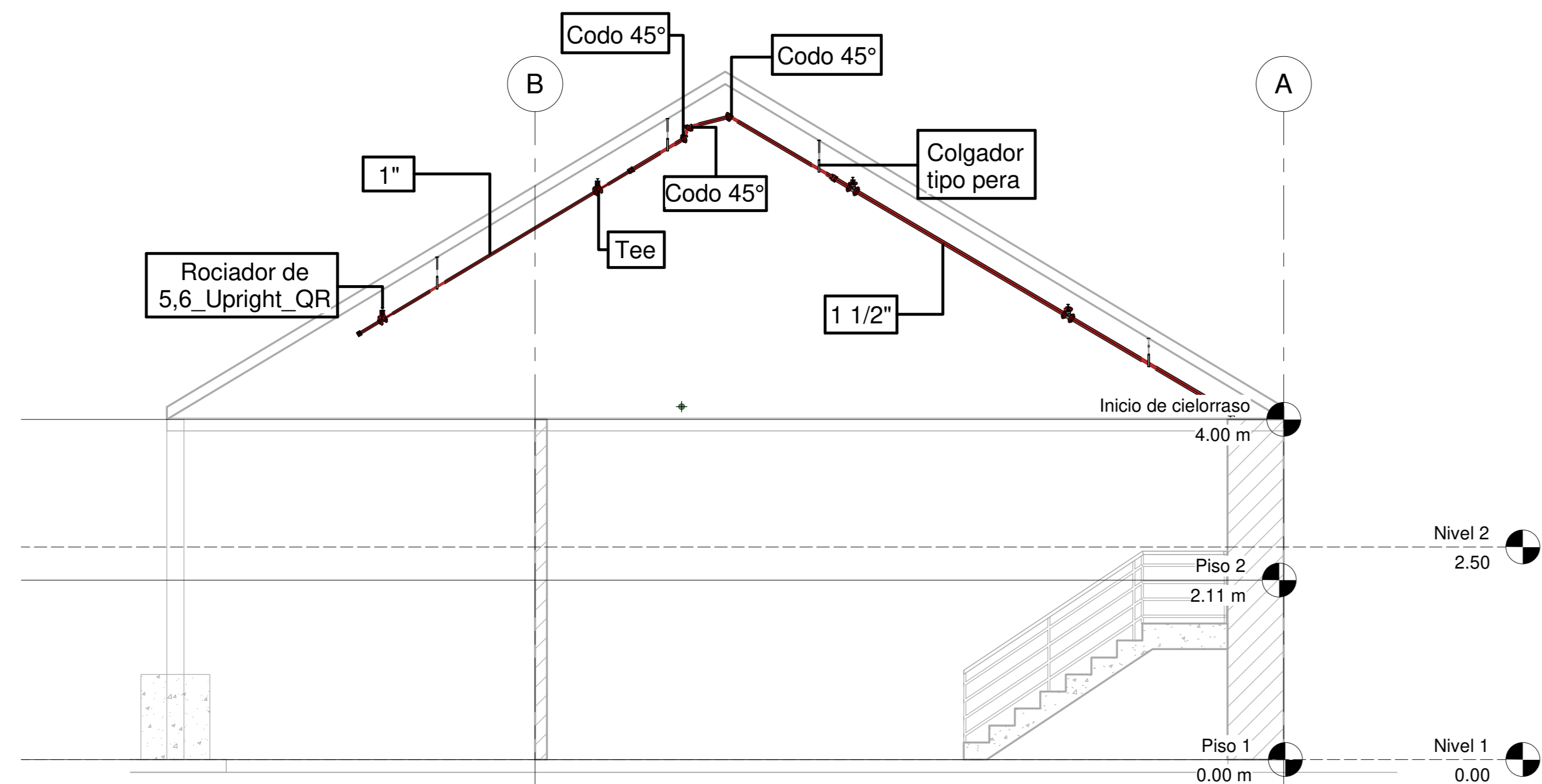
Date 2023/03/02

Drawn by Diana Vega Valerio

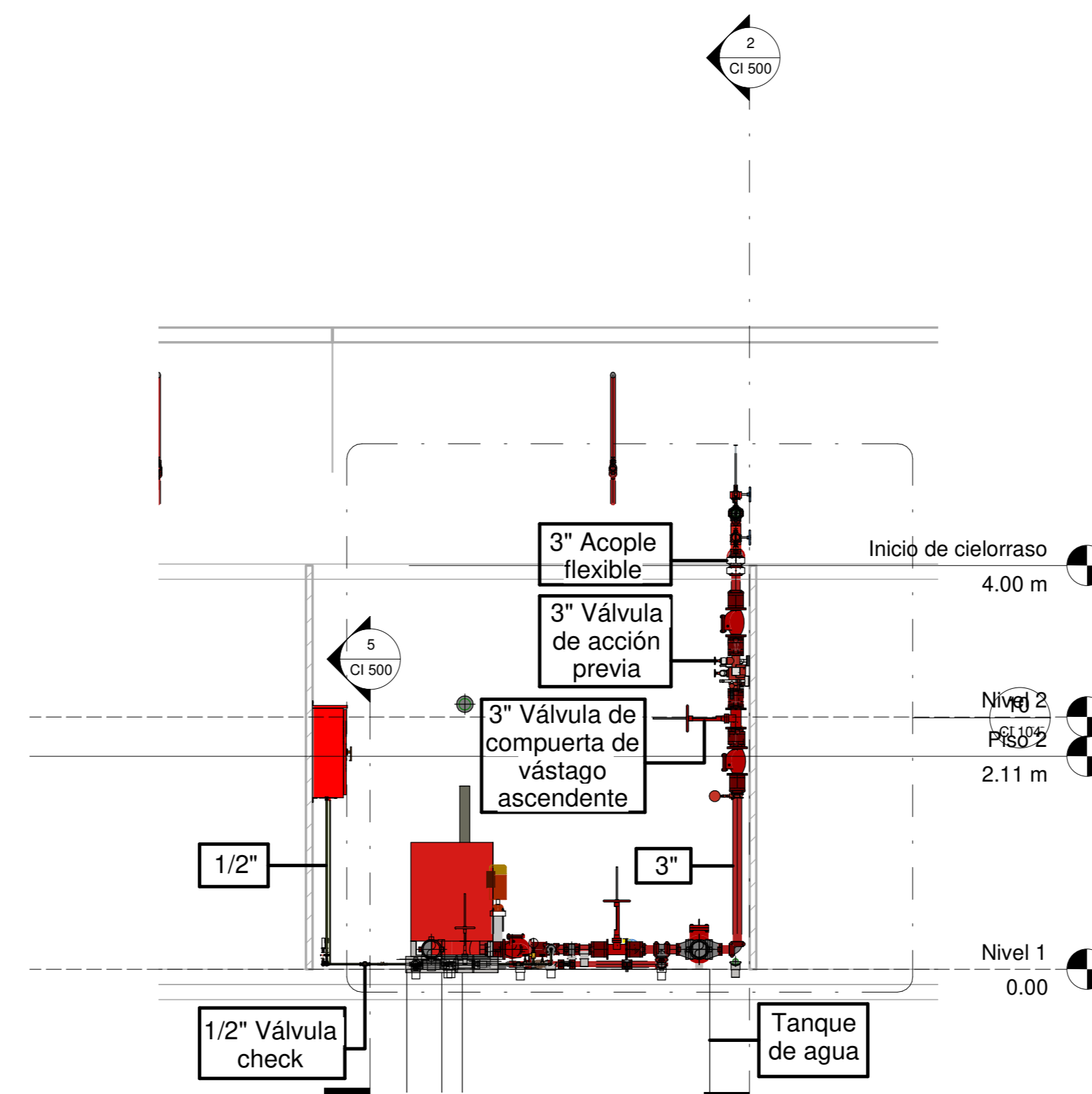
Units m

CI 105

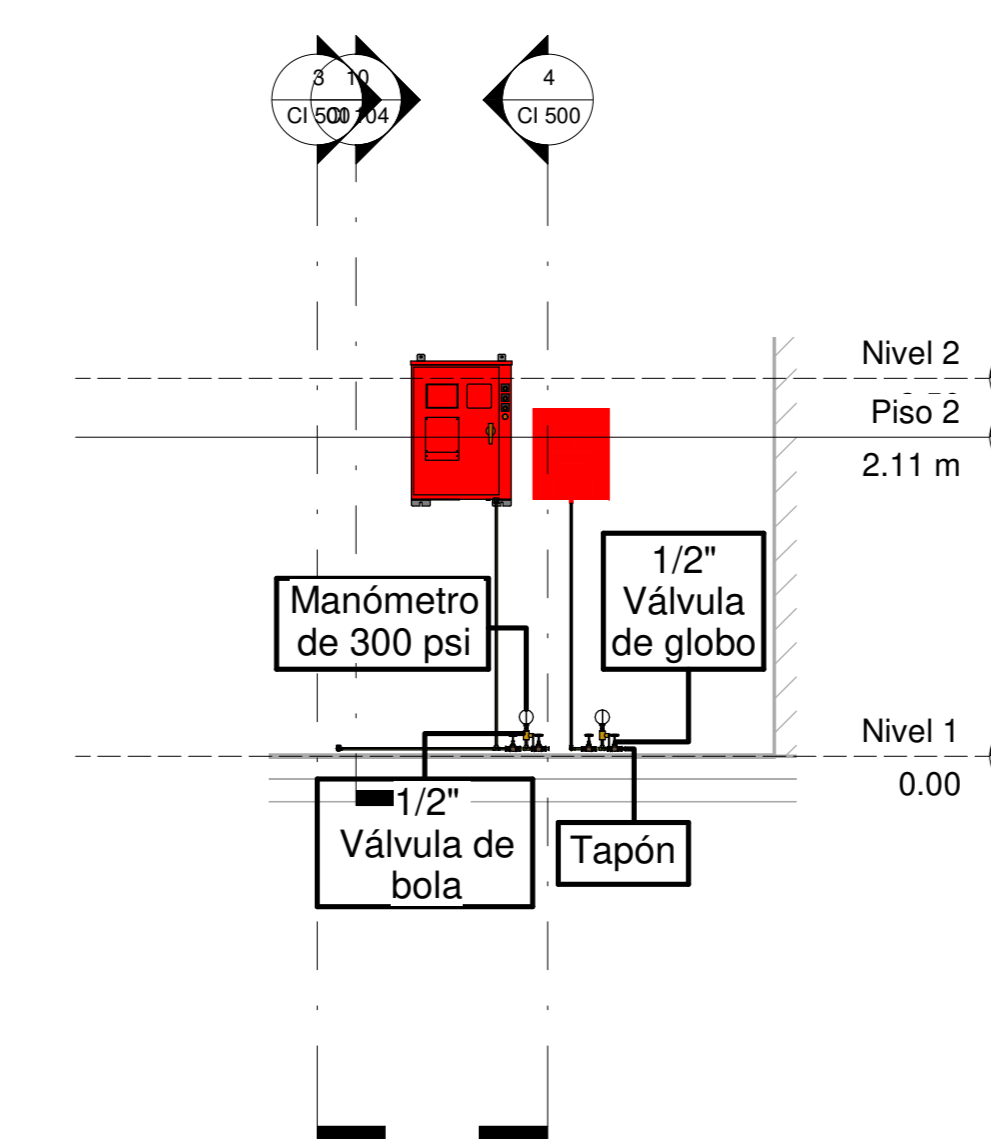
Scale 1 : 25



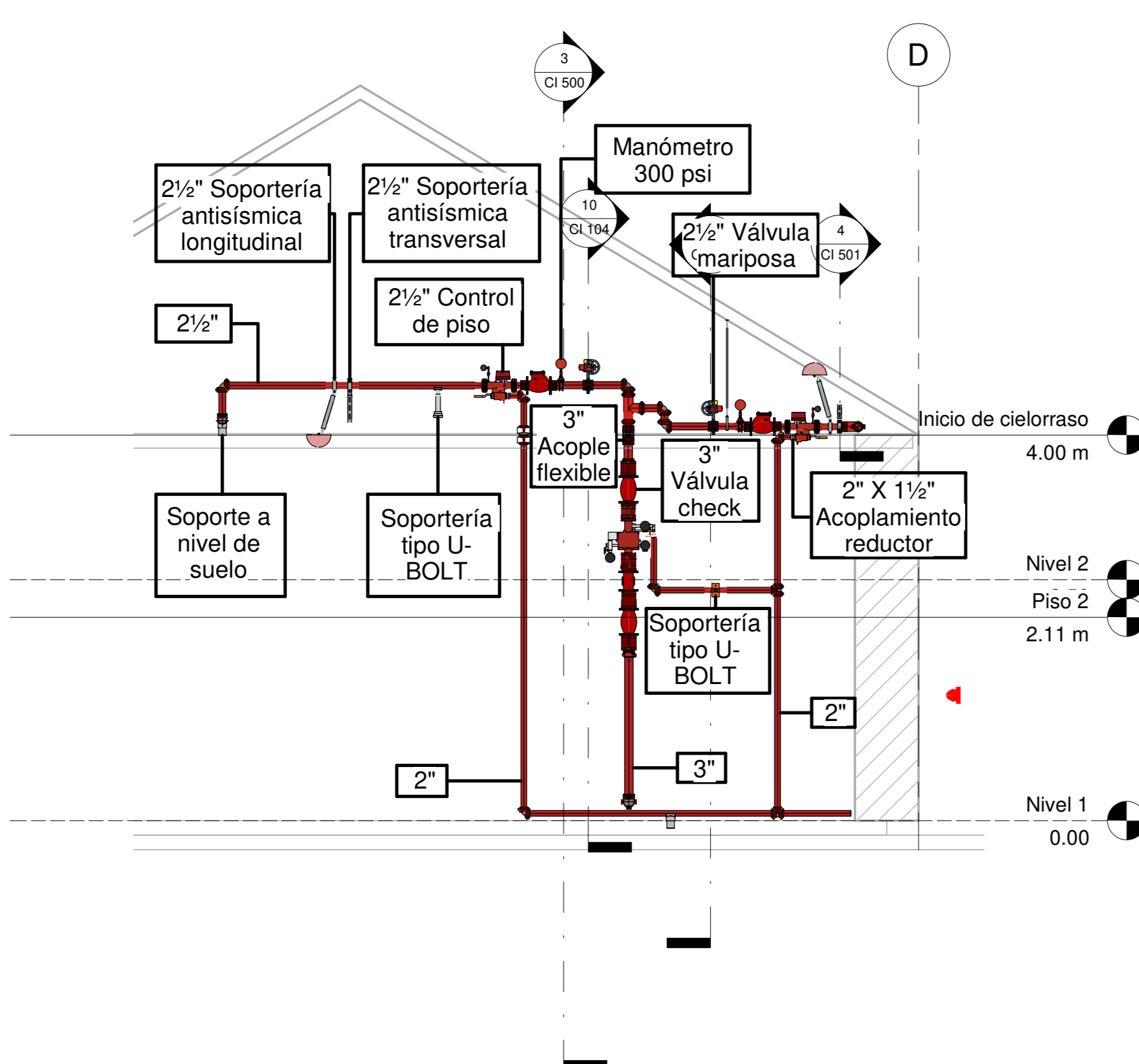
1 Section 1
1 : 50



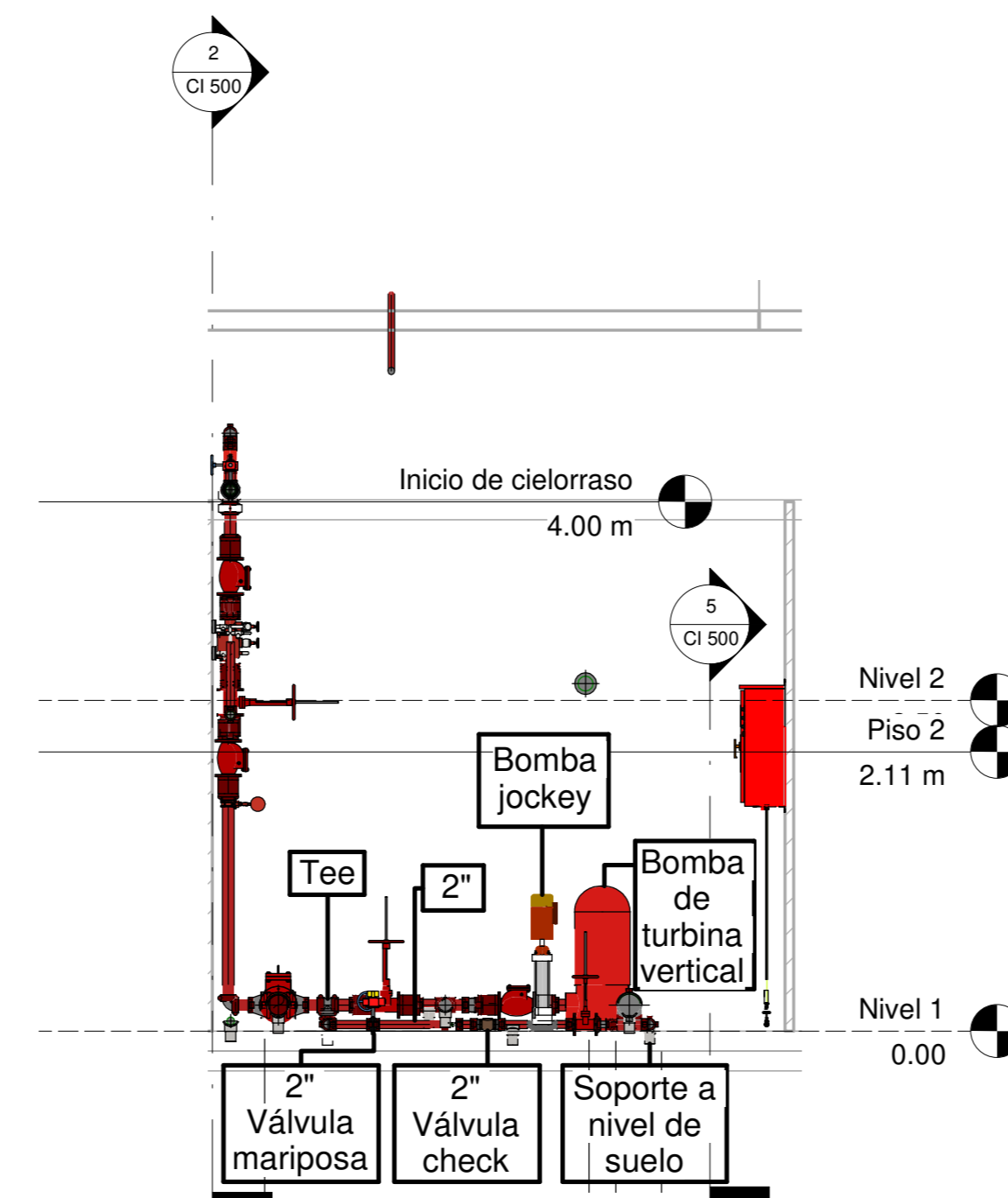
3 Section 3
1 : 50



5 Section 5
1 : 50



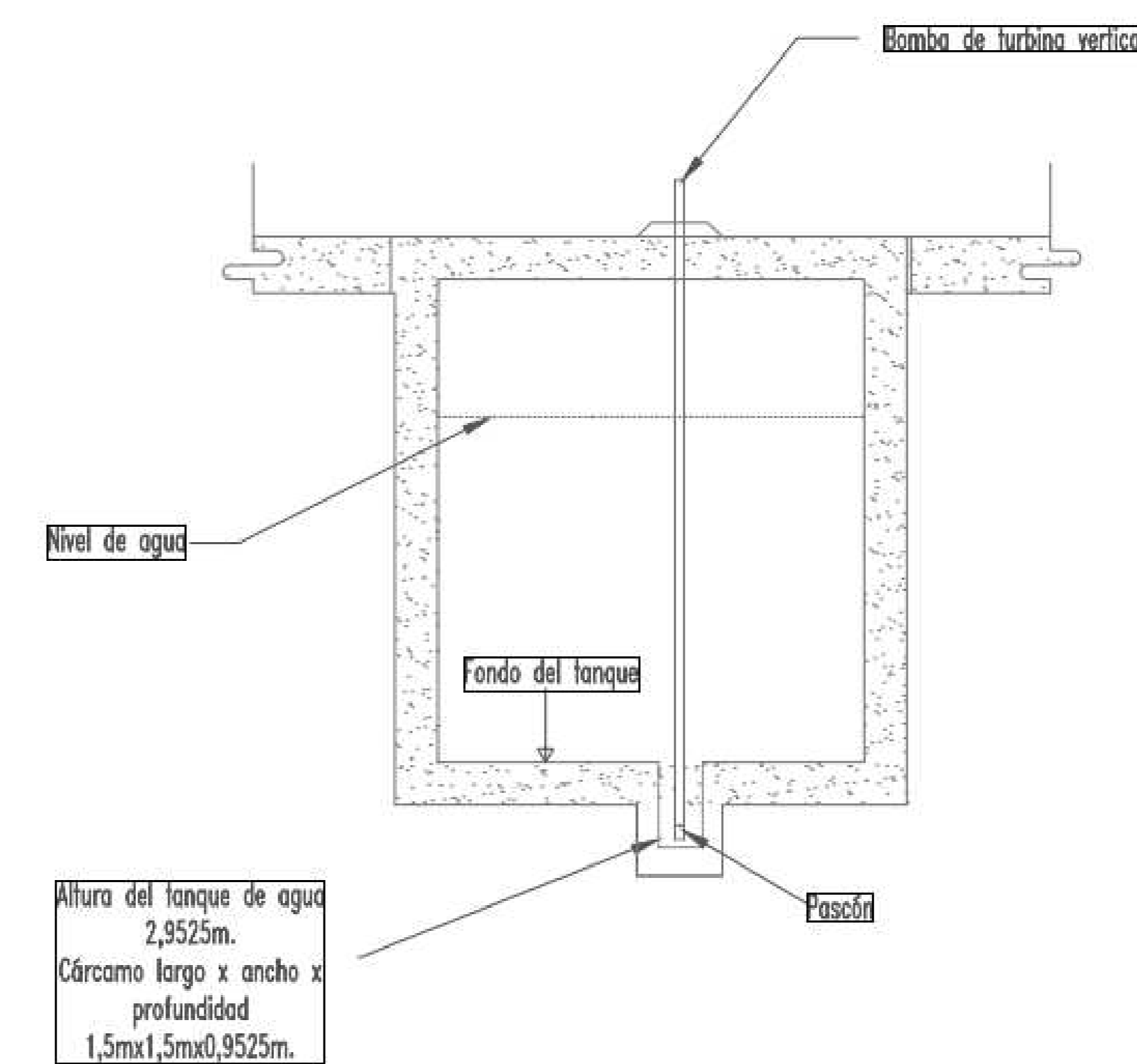
2 Section 2
1 : 50



4 Section 4
1 : 50



Detalle de toma directa con rosca macho 4 1/2" NST



Detalle del tanque de agua

- Notas:**
1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
 2. En esta hoja se aprecian detalles de cortes del sistema de protección contra incendios diseñado para el museo.
 3. Hojas de detalles la CI 500 y la CI 501.

Museo Regional de San Ramón

Detalles

Project number 01

Date 2023/03/02

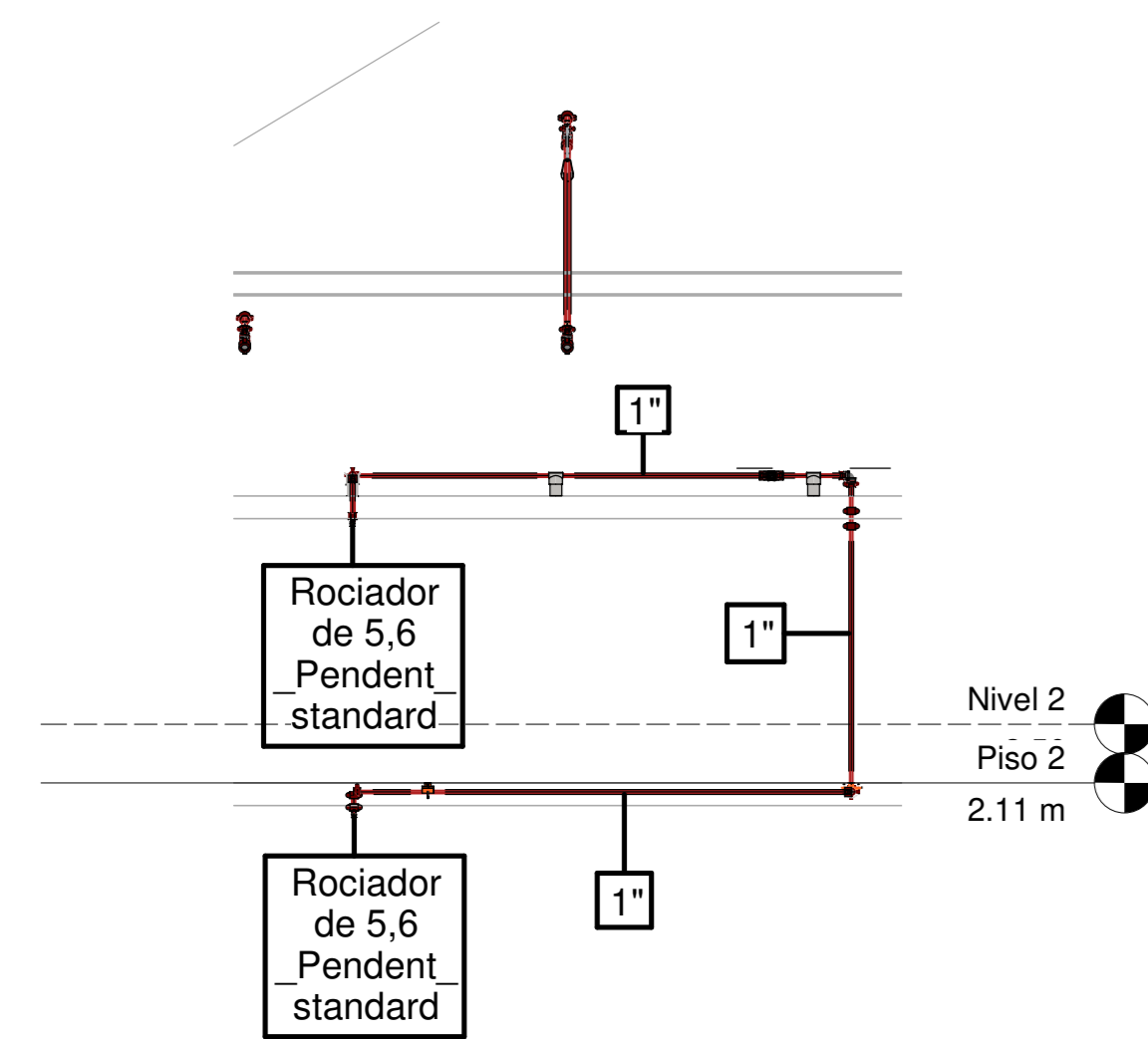
Drawn by Diana Vega Valerio

Units m

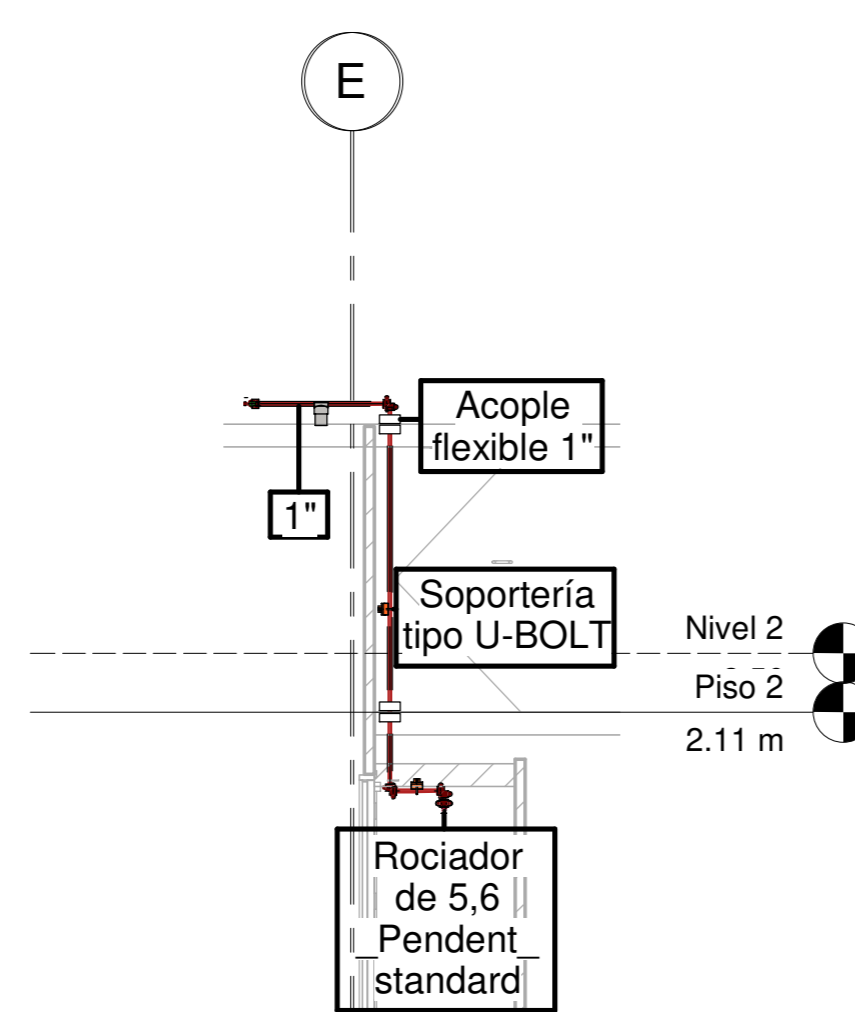
CI 500

Scale 1 : 50

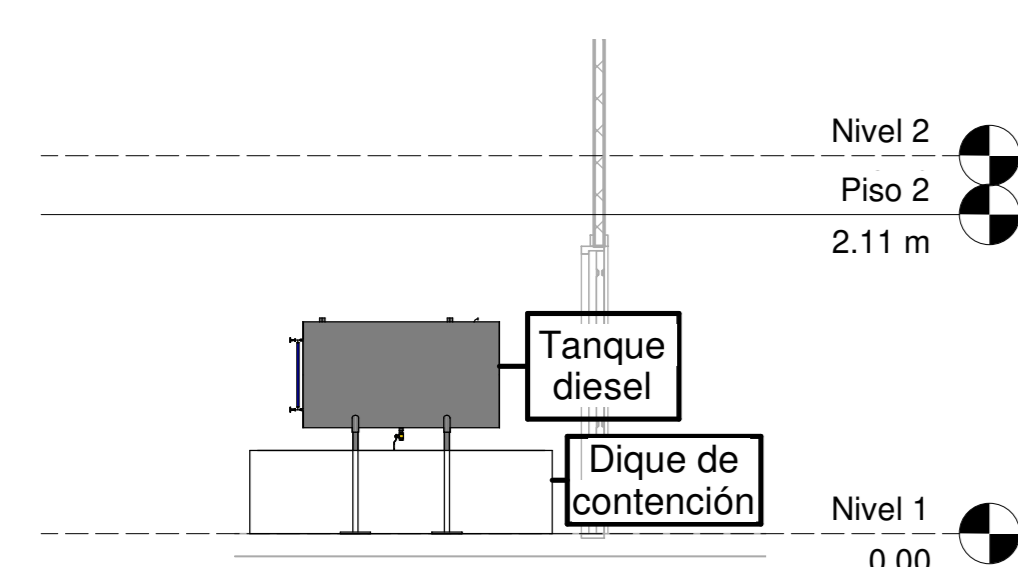
- Notas:**
1. La simbología se observa en la lámina CI 000.
 2. En esta hoja se aprecian detalles de cortes del sistema de protección contra incendios diseñado para el museo.
 3. Hojas de detalles la CI 500 y la CI 501.



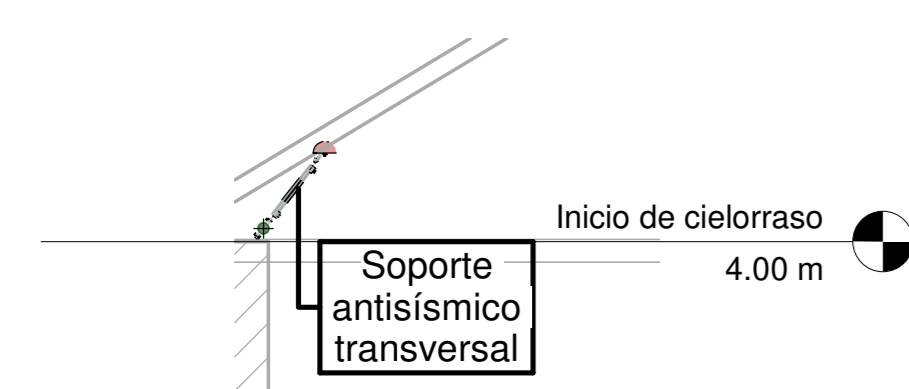
1 Section 6
1 : 50



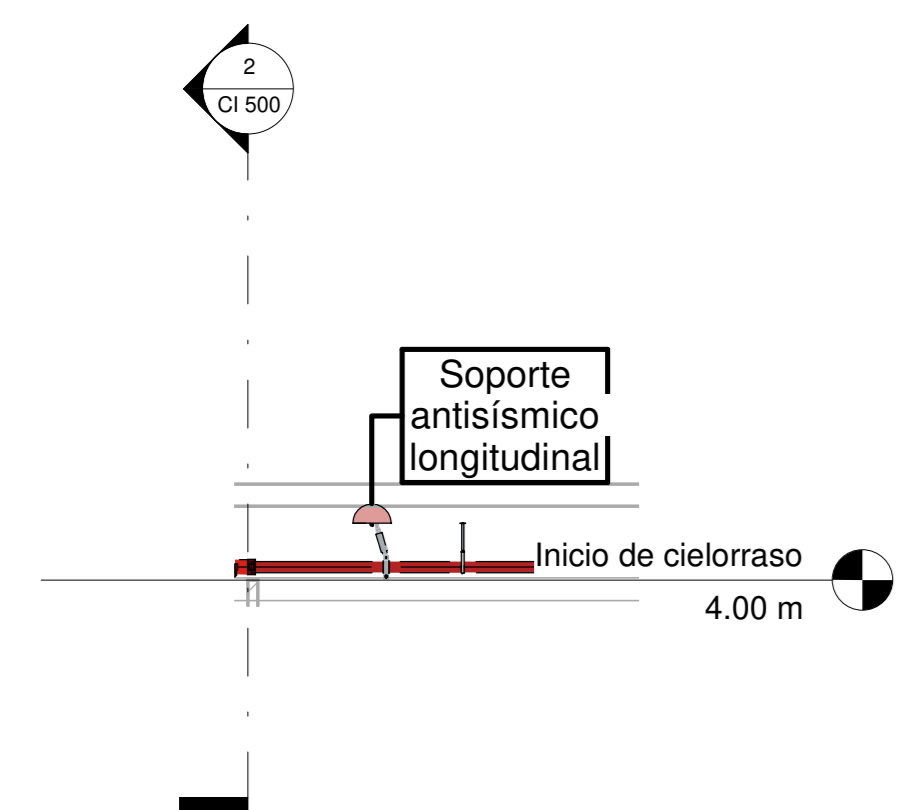
5 Section 11
1 : 50



2 Section 7
1 : 50



3 Section 8
1 : 50



4 Section 9
1 : 50

Museo Regional de San Ramón

Detalles

Project number 01

Date 2023/03/02

Drawn by Diana Vega Valerio

Units m

CI 501

Scale 1 : 50