



**UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA UN  
CONDOMINIO RESIDENCIAL HORIZONTAL Y VERTICAL DE 11 NIVELES**

Trabajo 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**

Kenneth Josué Fonseca Castillo


Danny Antonio Soto Castillo


Sede Interuniversitaria de Alajuela

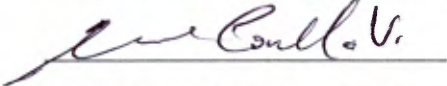
Octubre, 2020

## Hoja del Tribunal

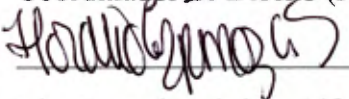
Este proyecto de graduación fue aceptado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Licenciatura en Ingeniería Mecánica con Énfasis en Protección contra Incendios.

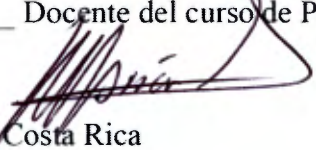
  
Representante de la Unidad Académica  
Lic. Jhymer Rojas Vásquez


Representante, Escuela de Ingeniería Mecánica  
  
Asesor Director  
Lic. Rafael Sánchez Quesada

Docente de la Universidad de Costa Rica  
  
Asesor Interno  
Lic. Manuel Corella Vargas

Docente de la Universidad de Costa Rica  
\_\_\_\_\_  
Asesor Externo  
Arq. Horacio Espinoza Sánchez

Coordinador de Diseño (Rocca Development Group)  
  
Docente del curso de Proyecto de Ingeniería Mecánica  
Lic. Eugenio Alpizar Alfaro

Docente de la Universidad de Costa Rica  
  
\_\_\_\_\_  
Ponente  
Kenneth Josué Fonseca Castillo B12584

  
\_\_\_\_\_  
Ponente  
Danny Antonio Soto Castillo B16466

## Agradecimientos

Queremos externar nuestro más sincero agradecimiento a las siguientes empresas y personas que hicieron posible poder concluir este trabajo.

A la empresa Rocca Development Group por brindar la posibilidad de realizar este trabajo y depositar su confianza en estudiantes de la Universidad de Costa Rica, en especial a nuestro asesor externo de este trabajo el Arq. Horacio Espinoza Sánchez y el Arq. Víctor Rodríguez Ulate por su tiempo y ayuda con la información para el desarrollo del proyecto.

A la empresa Nacional CMI Consorcio de Montajes Industriales S.A por darnos la posibilidad de utilizar sus herramientas y software con licencia de trabajo para poder utilizarlo con fines didácticos en la ejecución del desarrollo del proyecto, más en detalle al Gerente de Proyectos Ing. Jorge Pérez Foster. También agradecer al asesor director Ing. Rafael Sánchez Quesada y el asesor interno Ing. Manuel Corella Vargas por su ayuda en los temas específicos de sistemas de supresión contra incendios.

A la Universidad de Costa Rica por aceptarnos y brindarnos la oportunidad de adquirir conocimientos en el transcurso de estos años.

## Dedicatoria

Le dedico este trabajo primeramente a Dios, ya que Él me ha permitido tener vida, salud y me ha dado la posibilidad de poder culminar uno de mis ideales que es ser ingeniero.

A mi madre y mis demás familiares, quienes con sus palabras de aliento, consejos y paciencia siempre me brindaron apoyo incondicional para que siguiera adelante y sea una persona de bien que con perseverancia y trabajo cumple sus propósitos.

A Kayleb y Karla que son mi fuente de motivación e inspiración para lograr superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos conceda un futuro mejor como familia.

A todas las personas que de una u otra manera me brindaron de su tiempo durante estos años y estuvieron a mi lado apoyándome y creyendo en mi capacidad de culminar esta etapa de mi vida.

**Kenneth Josué Fonseca Castillo**

Este trabajo final de graduación es dedicado a Dios, que es por Él que estamos presentes en este mundo, a mis padres Danilo y María Isabel los cuales me han apoyado y han estado incondicionalmente en el transcurso de estos años para poder sacar adelante la carrera, a mis hermanas Jacqueline, Kathia, Cindy y Karen que han estado presente en los momentos en que necesité ayuda y consejos.

También a los profesionales que trabajan en la Universidad de Costa Rica pero específicamente los de la sede interuniversitaria tanto en la parte administrativa como en la parte académica.

A los colegas ingenieros con los que tuve la oportunidad de compartir en realización de proyectos en cursos y de los cuales aprendí bastante en lo que respecta al área académica pero también fuera de esta. A mis amigos y personas queridas que comprendieron algunos sacrificios que se debieron realizar para poder concluir con esta etapa de aprendizaje.

**Danny Antonio Soto Castillo**

# Índice General

Hoja del Tribunal .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Dedicatoria.....	iv
Índice de Tablas .....	x
Índice de Ilustraciones .....	xii
Siglas.....	xiii
Resumen.....	xiv
1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos .....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Alcance y limitaciones .....	4
1.3.1 Alcance .....	4
1.3.2 Limitaciones.....	5
1.4. Marco Temático de referencia .....	6
1.4.1 Descripción Básica de la empresa Rocca Development Group S.A.....	6
1.4.2 Estructura Organizacional.....	6
1.5. Metodología .....	7
1.6. Patrocinio y terceras partes interesadas.....	9
2. Marco Teórico .....	10
2.1. Términos sobre sistemas contra incendio: .....	10
2.2. Triángulo y tetraedro del Fuego.....	18
2.3. Tipos de fuego.....	20
2.4. Riesgo de los contenidos de incendio .....	21
2.5. Sistema de rociadores.....	25
2.5.1 Sistema de rociadores de tubería húmeda.....	26
2.5.2 Rociador automático .....	26
2.5.3 Rociador colgante .....	27

2.5.4	Rociador montante .....	28
2.5.5	Rociador de muro lateral.....	28
2.6.	Partes del sistema de tuberías de rociadores .....	29
2.6.1	Tubería vertical del sistema .....	30
2.6.2	Tuberías principales de alimentación .....	30
2.6.3	Manguito Ascendente .....	30
2.6.4	Tuberías principales transversales .....	30
2.6.5	Líneas ramales .....	31
2.6.6	Suministro Subterráneo.....	31
2.7.	Características de los rociadores .....	31
2.7.1	Índice de tiempo de respuesta .....	31
2.7.2	Factor K .....	31
2.7.3	Identificación de los rociadores .....	32
2.7.4	Temperatura de activación de rociadores: .....	32
2.7.5	Área de protección del rociador.....	33
2.7.6	Rociador pulverizador.....	34
2.7.7	Rociador pulverizador de cobertura estándar .....	34
2.7.8	Rociador pulverizador de cobertura extendida .....	35
2.7.9	Posición, localización espaciamiento y uso de rociadores .....	37
2.7.10	Limitación de área de protección del sistema .....	39
2.8.	Soportería del sistema contra incendios .....	39
2.8.1	Soportes Colgantes .....	39
2.8.2	Soportes para tubería vertical .....	41
2.8.3	Acoples y uniones.....	41
2.8.4	Acoples rígidos .....	41
2.8.5	Acople flexible.....	41
2.8.6	Varillas de los soportes .....	42
2.8.7	Soportería Antisísmica.....	43
2.9.	Sistema de tuberías para sistema contra incendios.....	44
2.9.1	Tuberías y accesorios por encima del nivel de piso.....	44

2.10.	Métodos de ensamble de tuberías.....	47
2.10.1	Tuberías de acero roscado.....	47
2.10.2	Tuberías de acero ranurado.....	47
2.10.3	Tubería de acero bridada.....	47
2.10.4	Tubería de acero soldado.....	47
2.11.	Tuberías y accesorios subterráneos.....	47
2.12.	Extintores Portátiles.....	50
2.13.	Equipo de bombeo y motor del sistema contra incendios.....	50
2.14.	Sistema de tuberías vertical y de mangueras.....	51
2.14.1	Sistema Clase I.....	51
2.14.2	Sistema Clase II.....	52
2.14.3	Sistema Clase III.....	53
2.15.	Método de Hazen Williams.....	54
2.16.	Software AutoSPRINK <sup>®</sup> .....	54
3.	Diseño.....	56
3.1.	Selección del sistema fijo y clasificación del riesgo de las ocupaciones.....	58
3.2.	Limitaciones del área de protección del sistema.....	59
3.3.	Selección de rociadores.....	59
3.4.	Selección del material de tuberías aéreas y subterráneas.....	62
3.5.	Diseño de la red de hidrantes y su separación.....	64
3.6.	Distribución y distancia de separación de extintores.....	65
3.7.	Densidad de flujo por área.....	66
3.8.	Selección de toma inyección de agua hacia el sistema.....	67
3.9.	Cálculos hidráulicos y dimensionamiento del equipo de bombeo.....	68
3.10.	Dimensionamiento de los elementos de casa máquinas.....	71
3.11.	Dimensionamiento del tanque y toma directa de bomberos.....	74
3.12.	Distribución de soportes y cálculos antisísmicos.....	78
3.12.1	Tipo de diseño.....	79
3.12.2	Tipo soporte.....	79
3.12.3	Coefficiente sísmico “Cp”.....	79

3.12.4	Orientación.....	80
3.12.5	Tubería dentro de la zona de influencia y ramales .....	80
3.12.6	Material arriostamiento sísmico .....	81
3.12.7	Relación de esbeltez (l/r) .....	81
3.12.8	Elección de arriostamiento sísmico .....	81
3.12.9	Elección del sujetador a la estructura .....	81
3.13.	Válvulas de control de piso y de manguera.....	82
3.14.	Planos de diseño .....	85
3.15.	Costo de la implementación del sistema .....	85
4.	Conclusiones.....	89
	Recomendaciones .....	90
	Bibliografía .....	92
	ANEXO A.....	94
	A. Referencia: Memoria descriptiva y cálculo del diseño del Sistema de supresión contra Incendios para el Edificio A del Condómino Horizontal y vertical ATTICA	94
	A.1.1 Introducción .....	94
	A.1.2 Criterios de diseño en la clasificación de la ocupación .....	94
	A.1.3 Apartamentos residenciales.....	95
	A.1.4 Sótano para parqueo vehicular.....	96
	A.1.5 Área de Casa Club .....	97
	A.1.6 Tomas clase I de 65 mm (2½").....	98
	A.1.7 Casa de máquinas.....	98
	A.1.8 Extintores portátiles .....	99
	A.1.9 Análisis de resultados .....	99
	A.1.10 Soportes antisísmicos y su análisis de resultados .....	101
	ANEXO B.....	105
	B. Cálculos sísmicos para soportes más críticos del sistema de supresión de incendios .....	105
	ANEXO C.....	132
	C. Cálculos hidráulicos del sistema de supresión de incendios: .....	132



ANEXO D.....	178
D. Inspección, prueba y mantenimiento.....	178
ANEXO E.....	185
E. Planos del sistema de supresión de incendios: .....	185

## Índice de Tablas

<b>Tabla 2.1</b> Características de descarga de los rociadores y factores k nominal .....	32
<b>Tabla 2.2</b> Rango de temperatura de activación de los rociadores y código de colores.....	33
<b>Tabla 2.3</b> Áreas de protección de rociadores estándar para riesgos leves .....	34
<b>Tabla 2.4</b> Áreas de Protección de rociadores para riesgos ordinarios .....	35
<b>Tabla 2.5</b> Áreas de protección de rociadores estándar para riesgos extra.....	35
<b>Tabla 2.6</b> Áreas de protección para rociadores montantes y colgantes de cobertura extendida .....	36
<b>Tabla 2.7</b> Áreas de protección para rociadores de pared de cobertura extendida.....	36
<b>Tabla 2.8</b> Limitación del área de protección del sistema .....	39
<b>Tabla 2.9</b> Separación entre soportes para tubería m (ft-in).....	40
<b>Tabla 2.10</b> Tamaño mínimo de perno o varillas de soportes para acero.....	43
<b>Tabla 2.11</b> Normas de fabricación para tuberías por encima del nivel de piso .....	44
<b>Tabla 2.12</b> Materiales y dimensiones de los accesorios a instalar .....	46
<b>Tabla 2.13</b> Normas de fabricación para tuberías subterráneas.....	48
<b>Tabla 2.14</b> Materiales y dimensiones de los accesorios subterráneos .....	49
<b>Tabla 3.1</b> Clasificación del riesgo según la ocupación de una edificación.....	59
<b>Tabla 3.2</b> Tipos de rociadores utilizados en el diseño del proyecto. ....	60
<b>Tabla 3.3</b> Cálculo Hidráulico del sistema .....	70
<b>Tabla 3.4</b> Tamaños de componentes de casa máquinas .....	71
<b>Tabla 3.5</b> Cálculo de volumen del tanque del sistema.....	74
<b>Tabla 3.6</b> Resumen costo global presupuesto sistema de supresión de incendios .....	87
<b>Tabla 3.7</b> Resumen costo presupuesto sistema de supresión del edificio A y red exterior sin tanque y caseta bombeo .....	88
<b>Tabla Anexo A.1</b> Resumen resultados cálculo hidráulico.....	100
<b>Tabla Anexo D.1</b> Registro de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de rociadores .....	178
<b>Tabla Anexo D.2</b> Registro de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de tubería vertical y de manguera.....	179
<b>Tabla Anexo D.3</b> Registro de inspección, prueba y mantenimiento de tuberías para servicio privado de incendios .....	180
<b>Tabla Anexo D.4</b> Registro de inspección, prueba y mantenimiento de bombas contra incendios .....	181

<b>Tabla Anexo D.5</b> Registro de inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua.....	182
<b>Tabla Anexo D.6</b> Registro de inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas y guarniciones.....	183
<b>Tabla Anexo D.7</b> Registro de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles.....	184

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1.1</b> Organigrama Empresa Rocca Development Group .....	6
<b>Ilustración 1.2</b> Metodología .....	8
<b>Ilustración 2.1</b> Vista isométrica Edificio A. ....	10
<b>Ilustración 2.2</b> Triángulo del Fuego .....	18
<b>Ilustración 2.3</b> Tetraedro del fuego .....	19
<b>Ilustración 2.4</b> Área de estanterías de biblioteca. ....	21
<b>Ilustración 2.5</b> Área de biblioteca con apilamiento inferior a 2 metros. ....	22
<b>Ilustración 2.6</b> Anden de carga exterior. ....	23
<b>Ilustración 2.7</b> Aserradero. ....	24
<b>Ilustración 2.8</b> Revestimiento por flujo. ....	25
<b>Ilustración 2.9</b> Elementos de un rociador. ....	27
<b>Ilustración 2.10</b> Rociador colgante. ....	28
<b>Ilustración 2.11</b> Rociador montante .....	28
<b>Ilustración 2.12</b> Rociador de muro lateral. ....	29
<b>Ilustración 2.13</b> Partes del sistema de tuberías de rociadores. ....	29
<b>Ilustración 2.14</b> Tipos de varilla para soportería. ....	42
<b>Ilustración 2.15</b> Gabinete clase I .....	52
<b>Ilustración 2.16</b> Gabinete clase II. ....	52
<b>Ilustración 2.17</b> Gabinete clase III .....	53
<b>Ilustración 2.18</b> Logo Autosprink® .....	55
<b>Ilustración 3.1</b> Diagrama de decisión .....	58
<b>Ilustración 3.2.</b> Tubería PVC C900 listada UL y aprobada FM. ....	62
<b>Ilustración 3.3</b> Tuberías aérea de acero cedula 10. ....	63
<b>Ilustración 3.4</b> Tuberías aéreas de CPVC, blazemaster. ....	63
<b>Ilustración 3.5</b> Hidrante James Jones Modelo J4060ER .....	64
<b>Ilustración 3.6</b> Extintor tipo ABC marca Amerex. ....	66
<b>Ilustración 3.7</b> Curvas de densidad/ área. ....	66
<b>Ilustración 3.8</b> Toma Siamesa .....	68
<b>Ilustración 3.9</b> Lanzas de cabezal (Play pipe) .....	72
<b>Ilustración 3.10</b> Diseño de casa máquinas .....	73
<b>Ilustración 3.11</b> Isométrico tanque de agua para protección contra incendios. ....	76
<b>Ilustración 3.12</b> Toma directa de succión para camión de bomberos .....	77
<b>Ilustración 3.13</b> Tabla para soportería para tubería CPVC .....	78
<b>Ilustración 3.14</b> Orientación del sujetador para soportes .....	80
<b>Ilustración 3.15</b> Detalle de montante combinado .....	84
<b>Ilustración 3.16</b> Índice del proyecto con sus láminas del sistema de supresión de incendios .....	85

## Siglas

**ASME:** Sociedad americana de ingenieros mecánicos “American Society of Mechanical Engineers”

**ASTM:** Asociación americana de ensayo de materiales “American Society of Testing Materials”.

**AWWA:** Asociación americana de servicios de aguas “American Water Works Association”.

**CPVC:** Policloruro de vinilo clorado

**FM:** “Factory Mutual”.

**NFPA:** Asociación nacional de protección contra incendios “National Fire Protection Association”.

**NPT:** Rosca nacional de tubos “National Pipe Thread”.

**PVC:** Policloruro de vinilo

**UL:** “Underwriters Laboratories”.

**UNE:** Una norma española.

## Resumen

En el presente proyecto de graduación se realiza el diseño del sistema de supresión contra incendios con base en agua para el edificio denominado “A” del condominio residencial horizontal y vertical Attica que posee 11 niveles, pertenece a la empresa Rocca y está ubicado en San Josecito de Escazú en la provincia de San José. El mismo incluye las consideraciones de supresión contra incendios de acuerdo con los requisitos solicitados por la autoridad competente en el país (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica) en términos de protección activa como lo son un sistema de rociadores automáticos y tomas clase I para uso del Cuerpo de Bomberos. Para el diseño se contemplan las normas NFPA 1 (Código de incendios, 2012) , NFPA 10 (Norma para extintores portátiles contra incendios, 2018) , NFPA 13 (Norma para la instalación de sistemas de rociadores, 2019) , NFPA 14 (Norma para la instalación de sistemas de montantes y mangueras, 2019), NFPA 20 (Instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios, 2019), NFPA 22 ( Norma para tanques para la protección contra incendios privada, 2018), NFPA 24 (Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios, 2019) y NFPA 101 ( Código de seguridad humana, 2018 ) de la Asociación Americana de Protección contra incendios (NFPA) y como entregables de la investigación se brinda los planos respectivos del diseño en formato digital y una tabla resumen del costo del presupuesto del sistema de supresión de incendios en donde se contemplan los materiales, equipos y costo de la instalación. El propósito de este trabajo es salvaguardar la vida de las personas y bienes materiales del inmueble.

# 1. Introducción

Este documento se enfoca en las etapas de ejecución de trabajo final de graduación de la Escuela de Ingeniería Mecánica, en consecuencia, el marco teórico abarca áreas de ingeniería relacionadas a temas de química para la protección contra incendios, instalaciones electromecánicas, mecánica de fluidos, termodinámica, transferencia de calor y masa, dinámica del fuego I, sistemas de protección contra incendios I, sistema de protección contra incendios II y otros cursos relacionados a la carrera.

El mismo se delimita al diseño y presupuesto del sistema de supresión contra incendios, al abarcar la zona del cuarto de máquinas que es común para suministrar agua al sistema de supresión contra incendios de los tres edificios, todas las tuberías áreas y subterráneas para el edificio A y las previstas en el nivel de riser de los edificios B y C para su futuro diseño e instalación, edificios que va a construir la empresa Rocca Development Group, por lo que el alcance son los planos en formato digital para la empresa y posterior a ello que puedan si así lo desean obtener los permisos de construcción en el nivel nacional y que con ello realizar la construcción e instalación del sistema, siendo para la empresa un gran valor agregado el tema de ser una posible implementación. Para efectos de este trabajo final de graduación no se contempla dentro del alcance el ingreso y aprobación de los planos para permisos en la plataforma aprobación de planos constructivos (APC) ni tampoco la instalación del sistema de supresión de incendios que se representa en los documentos entregables.

Para el diseño se toma como referencia el Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios versión 2013, el cual es una guía nacional del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica como autoridad competente en el país, donde establece requerimientos para la disminución del riesgo de incendio que deben cumplir las edificaciones para proteger a los ocupantes ante una emergencia. También se utilizaron las normas de la Asociación Nacional de Protección contra incendios “National Fire Protection Association” (NFPA) que fueron adoptadas en su totalidad en su última

versión en español según el decreto N.º 37615-MP que está asociado a la ley 8228 para ser aplicados en la prevención y protección contra incendios en Costa Rica. Esta asociación establece normativas para ayudar a salvaguardar vidas y bienes desde hace más de un siglo a través de sus investigaciones

## **1.1. Objetivos**

En esta sección se describen el objetivo general y los objetivos específicos del trabajo final de graduación.

### **1.1.1 Objetivo general**

Diseñar el sistema húmedo de supresión contra incendios para el edificio A del condominio residencial horizontal y vertical, mediante la normativa nacional vigente con base en cumplir con los propósitos de la protección contra incendios, como son salvaguardar vidas, bienes materiales y la continuidad del negocio.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- A. Realizar un análisis de riesgos de incendio de los contenidos mediante la revisión de los requisitos de la autoridad competente para definir los criterios de diseño del sistema de supresión contra incendios.
- B. Realizar una clasificación y distribución de extintores, por medio de la norma NFPA 10 y las indicaciones en el Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana (2013) y protección contra incendios, con la intención de proveer la ubicación y selección adecuada de los tipos de extintores en el sitio.
- C. Determinar la demanda crítica de caudal y presión del sistema de supresión contra incendios, mediante un cálculo hidráulico asistido por software autoSPRINK<sup>®</sup> con la intención de obtener la capacidad del equipo de bombeo del proyecto.
- D. Generar una memoria descriptiva del sistema contra incendios, mediante la realización de un cálculo hidráulico y antisísmico con el fin de proporcionar la documentación necesaria al propietario para cumplir con la legislación nacional.



- E. Generar un diseño digital en tres dimensiones (3D) del sistema de supresión de incendios, mediante el software autoSPRINK® con el fin de representar los planos con sus detalles del sistema de supresión de incendios en formato PDF, RVT y DWG.
- F. Proveer una tabla resumen del presupuesto de los materiales y equipos, así como la mano de obra, mediante una estimación del costo de mercado con el fin de conocer la inversión necesaria para el sistema de supresión contra incendios.

## 1.2. Justificación

Este diseño se origina para el Condominio residencial horizontal y vertical Attica, el cual se tiene proyectado a corto plazo su proceso de construcción, y debido a sus características tales como su altura de 24,5 m y su área constructiva de 21 166 m<sup>2</sup>, ocupación y otros aspectos la legislación nacional solicita en Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios que un tipo de edificación como la descrita debe contar con un sistema de protección contra incendios basado en los lineamientos que establece la autoridad competente de Costa Rica en términos de prevención de incendios (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica) por lo que la ejecución del mismo es de suma importancia.

La propiedad en la cual se llevará a cabo la construcción del Condominio posee un área total de 29 176 m<sup>2</sup> y algunas de sus zonas son: tres edificios de uso residencial (A, B y C), casa club, planta de tratamiento, zonas comunes (parques, canchas y áreas verdes)

Este trabajo se efectúa con la intención de ayudar en la capacidad de supervivencia de los ocupantes del condominio y personas involucradas ante una emergencia, se implementa en todo el proyecto y se ejecuta para mitigar los posibles eventos fatales que se generan ante un incendio.

Otro aspecto importante es ayudar a mitigar los daños que se puedan generar en las edificaciones ya que el costo de la obra de infraestructura es de dos mil ciento ochenta y nueve millones cuatrocientos sesenta y tres mil novecientos colones (C 2 189 463 900,00)

equivalente a \$ 3 900 000 y edificios de once mil quinientos sesenta y cuatro millones ochocientos sesenta mil seiscientos (C 11 564 860 600,00) equivalente a \$20 600 000 por lo que en caso de un siniestro se generarían grandes pérdidas de dinero en el inmueble.

### 1.3. Alcance y limitaciones

En esta sección se menciona el alcance y las limitaciones para este trabajo final de graduación.

#### 1.3.1 Alcance

- A. Diseño del sistema de supresión contra incendios según los requisitos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica como legislación nacional y autoridad competente.
- B. Clasificación y distribución de extintores representados en planos según la normativa NFPA 10 y legislación nacional.
- C. Memoria de cálculo hidráulica del sistema (cálculos de caudal y presión) por medio del software autosprink®.
- D. Memoria de cálculo de los soportes antisísmicos basados en la zona sísmica del país por medio del software TOLBrace™.
- E. Memoria descriptiva del proyecto.
- F. Diseño en tres dimensiones (3D) del cuarto de máquinas y dimensionamiento del tanque de captación de agua del sistema de supresión contra incendios.
- G. Planos de referencia y no de instalación del sistema de supresión contra incendios en formatos .PDF, RVT y .DWG en donde se incluyen las especificaciones técnicas, diagrama de flujo y detalles.
- H. Tabla resumen del presupuesto, la cual incluye costos de materiales y equipos de los elementos del sistema de supresión de incendios. La mano de obra del sistema supresión de incendios es brindada por una empresa electromecánica y el costo de las

obras civiles en conjunto con la mano de obra de esa índole es suministrada por el propietario y su empresa constructora.

### 1.3.2 Limitaciones

- A. No es parte del alcance la instalación del sistema, únicamente el diseño del sistema de supresión contra incendios.
- B. No es parte del alcance los temas relacionados con protección pasiva tales como paredes, puertas cortafuego, medios de egreso y otros, únicamente se considera la protección activa como es el caso de rociadores y extintores.
- C. No se analiza la afectación de los edificios contiguos acorde con la NFPA 80A “Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures”
- D. No se realiza diseño del sistema de alarma y detección contra incendios, ya que el alcance se limita únicamente a supresión de incendios.
- E. No es parte del alcance las variantes del flujo económico respecto al tiempo del presupuesto brindado al propietario.
- F. No es parte del alcance un plan de mantenimiento preventivo, ni se incluye el costo en el presupuesto para el sistema de supresión de incendios.
- G. No es parte del diseño la distribución de extintores dentro de cada apartamento residencial, esto lo complementa cada propietario.
- H. No es parte del alcance el diseño arquitectónico, ni estructural del tanque de captación y casa máquinas.
- I. No es parte del alcance el diseño de trabajos mecánicos como el suministro de agua potable para el tanque o la alimentación eléctrica para la casa máquinas.

## 1.4. Marco Temático de referencia

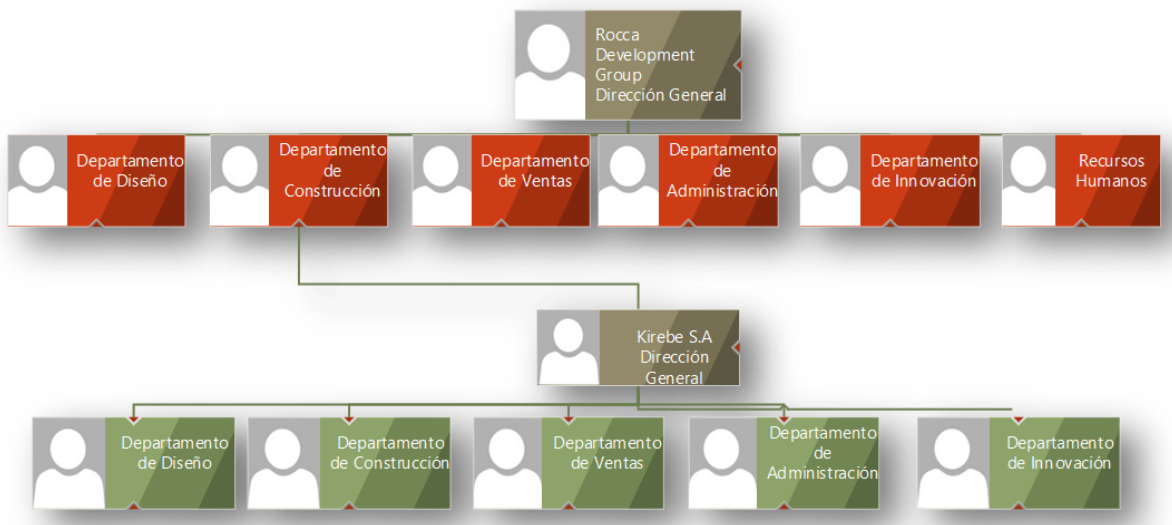
En esta sección se menciona información relevante sobre la empresa que brindó la oportunidad de realizar nuestro trabajo.

### 1.4.1 Descripción Básica de la empresa Rocca Development Group S.A

La empresa Rocca Development Group S.A es de capital costarricense y fue fundada en los años ochenta, la misma se dedica a diseñar y construir proyectos de toda índole y posee más de veinte años de experiencia en la ejecución de construcción de casas y apartamentos en el mercado nacional que los respaldan.

### 1.4.2 Estructura Organizacional

La empresa Rocca Development Group S.A cuenta con una estructura organizacional que describe sus diferentes áreas en el nivel empresarial. Esto se describe en la ilustración 1.1 a continuación.



**Ilustración 1.1** Organigrama Empresa Rocca Development Group

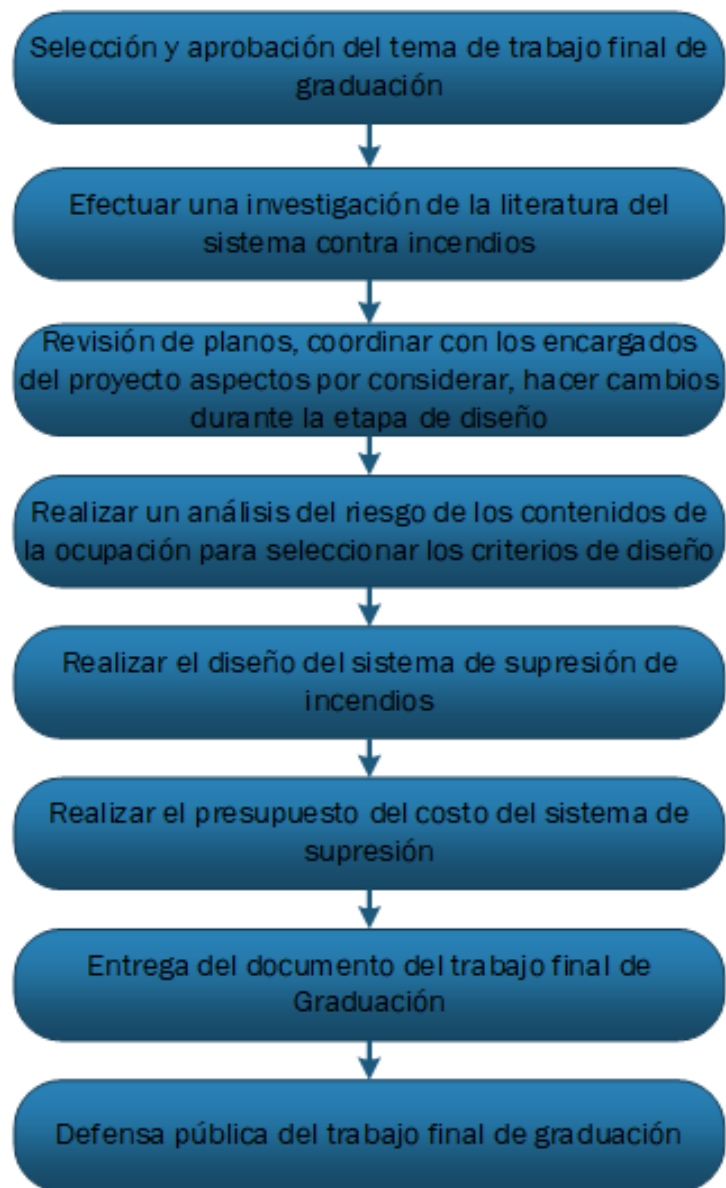
Fuente: Autoría Propia

## 1.5. Metodología

A continuación, se define la metodología por seguir para cumplir con los objetivos y el desarrollo de las etapas del proyecto:

- A. Se realiza una investigación sobre la literatura disponible de sistemas de supresión contra incendios (Manual de Disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios, normas NFPA, información técnica, libros y otros) que aplique para esta edificación.
- B. Se revisan los planos arquitectónicos, de cielos, luminarias y otros suministrados por el propietario y se está en comunicación con el encargado del proyecto para revisar aclaraciones y cambios para el desarrollo del diseño.
- C. Se seleccionan los criterios de diseño (tipo de sistema, tipo de rociador, tipo de riesgo, coberturas y otras características).
- D. Se inicia el diseño con base en la información suministrada.
- E. Se realizan cálculos hidráulicos con la ayuda asistida del software AutoSPRINK® para cada riesgo y así poder determinar la demanda crítica de caudal y presión del sistema contra incendios.
- F. Se realizan cálculos de los soportes sismo resistentes con la ayuda asistida del software B-line by Eaton TOLbrace™, al utilizar la zona sísmica del país y con ello determinar la capacidad de carga del conjunto de montaje de los elementos.
- G. Se determinan las especificaciones de equipo de bombeo y el dimensionamiento del tanque de captación de agua del sistema de supresión contra incendios.
- H. Se elaboran los planos del sistema de protección contra incendios ( tanque de agua, caseta de bombeo, distribución de tuberías, equipos y temas relacionados).
- I. Se generan los entregables en formato digital DWG, RVT y PDF.
- J. Se realiza el presupuesto del sistema de supresión contra incendios.

En la ilustración 1.2 se muestra un diagrama a manera resumen de las actividades de la metodología.



**Ilustración 1.2** Metodología

Fuente: Autoría Propia

## 1.6. Patrocinio y terceras partes interesadas

La Empresa Development Group Rocca requiere la asistencia de implementar un sistema de supresión contra incendios para prevenir fatalidades en caso de que ocurra un caso de incendio, este edificio residencial horizontal y vertical de 11 Niveles se encuentra en San Josecito de Escazú en la provincia de San José.

Su coordinador del departamento de diseño el Arquitecto Horacio Espinoza Sánchez, será participe en el proyecto en su función de contraparte, el cual estará a cargo de proporcionar información y coordinar visitas pertinentes para el desarrollo de esta investigación.

## 2. Marco Teórico

El presente trabajo final de graduación se basa en el estudio de la prevención y control de incendios por medio del método de supresión contra incendios en un edificio residencial vertical y horizontal de 11 Niveles en la ilustración 2.1 se aprecia una vista del proyecto.



**Ilustración 2.1** Vista isométrica Edificio A.

Fuente: Rocca Development Group

### 2.1. Términos sobre sistemas contra incendio:

Para comprender el área de estudio, se deben definir diversos términos que permiten entender temas sobre el fuego y por qué se debe combatir este cuando se convierte en incendio.

#### **Alarma de bomba de incendio**

“Una señal de supervisión indicadora de una condición anormal que requiere atención inmediata” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 10).



## **Aprobado**

“Aceptable para la autoridad competente” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 9).

## **Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (National Fire Protection Association NFPA)**

Es una asociación sin fines de lucro con reconocimiento internacional, esta tiene como fin confeccionar códigos y normas basadas en la seguridad humana, y brindar conocimiento sobre el fuego e incendios para la prevención y protección de estos.

Su sede se encuentra en Quincy Massachusetts, y tiene la colaboración de distintos profesionales en donde destacan los representantes de los departamentos de bomberos, compañías de seguros entre otros. Sus pilares se basan en la protección de la vida, de la propiedad, y salvaguardar el medio ambiente.

Las normativas elaboradas por esta asociación son las que el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica implementa para tomar las decisiones correspondientes para la aprobación de equipos, instalaciones materiales entre otros.

## **Autoridad competente**

Una organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o norma, o de aprobar equipos, materiales una instalación o un procedimiento (NFPA, Código de Seguridad Humana, 2018, pág. 28).

## **Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica**

Es la autoridad competente encargada de hacer cumplir los códigos de incendios de la NFPA los cuales se acogen según la legislación nacional por medio de la ley 8228 y el decreto N° 37615-MP para ser aplicados en la prevención y protección contra incendios en Costa Rica, esta entidad es la encargada de aprobar o rechazar equipos por utilizar,

materiales e instalaciones. A esta entidad se le debe entregar los planos arquitectónicos, estructurales, mecánicos, eléctricos para que se realice una revisión de acuerdo con la normativa de protección contra incendios, la cual incluye el cumplimiento de seguridad humana, la prevención y la protección contra incendios, los bienes materiales y el medio ambiente.

Es importante mencionar que el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica en términos de prevención y mitigación de incendios por ley establece la adopción total de las normas de la NFPA, las cuales serán aplicables en el país en su última versión en español o de manera optativa en una versión más reciente en inglés.

### **Bomba centrífuga**

Una bomba en la que la presión se desarrolla principalmente mediante la acción de una fuerza centrífuga (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 12).

### **Bomba contra incendio**

“Una bomba que proporciona flujo líquido y presión dedicados a la protección contra incendios” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 12).

### **Bomba de succión axial**

“Una bomba de succión única con la boquilla de succión ubicada en el lado opuesto de la carcasa desde los prensaestopas y con el lado de la boquilla de succión en forma perpendicular al eje longitudinal del eje” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 12).

### **Bomba de succión vertical con eje en línea**

Una bomba centrífuga de eje vertical con un propulsor o propulsores giratorios y con una descarga desde el elemento de bombeo coaxial con el eje. El elemento de bombeo se encuentra suspendido por el sistema conductor, el que encierra un sistema de ejes verticales utilizados para transmitir energía a los propulsores, y la fuerza motriz principal resulta externa al flujo del caudal (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 13).

### **Bomba horizontal**

“Una bomba con el eje normalmente ubicado en una posición horizontal” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 13).

### **Código**

Una norma que contiene una extensa compilación de disposiciones que cubre una amplia gama de materias o que es adecuada para su adopción dentro de la ley independientemente de otros códigos o normas (NFPA, Código de Seguridad Humana, 2018, pág. 28).

### **Combustión**

“Se detalla como una reacción exotérmica, automantenida que involucra un combustible sólido, líquido, o en fase de gas. El proceso está usualmente (pero no necesariamente) asociado con la oxidación de un combustible por oxígeno atmosférico” (NFPA, Manual de Protección Contra Incendios, 2012).

## **Condominio**

Según el reglamento para el trámite de planos y la conexión de los servicios eléctricos, telecomunicaciones y de otros en edificios este término se debe interpretar como las obras aquellas que se encuentran bajo el régimen de propiedad horizontal. El inmueble en condominio puede ser construido en forma vertical, horizontal o mixta y debe tener elementos o partes comunes de carácter indivisible (Leyes y normas, 2019).

## **Controlador de la bomba contra incendio**

“Un grupo de dispositivos que sirven para controlar, de una manera predeterminada, el encendido y parada del motor de la bomba contra incendio, y para monitorear y señalar el estado y condición de la unidad de la bomba contra incendio” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 10).

## **Debe**

“Señala un requerimiento obligatorio” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 9).

## **Debería**

“Señala una recomendación o algo que se recomienda pero que no se exige” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 9).

## **Edificio de apartamentos**

“La frase edificio de apartamentos, donde quiera que se emplee en este Código, debe de

incluir una casa de apartamentos, una vivienda, un apartamento con jardín o cualquier otra estructura que cumple con la definición de edificio de apartamentos” (NFPA, Código de Seguridad Humana, 2018, pág. 31).

### **Edificio de gran altura**

“Edificio en donde el piso de una planta ocupable se encuentra a más de 22 m por encima del nivel más bajo de acceso de vehículos del Cuerpo de Bomberos” (Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013, pág. 10).

### **Etiquetado**

Materiales de Equipamiento a los que se les ha adosado una etiqueta, símbolo, u otra identificación o marca correspondiente a una organización que es aceptable para la autoridad competente correspondiente y que están vinculados a la evaluación de producto, que están sujetos a inspecciones periódicas de producción de equipo o materiales etiquetado, y gracias al cual el fabricante demuestra el cumplimiento con las normas pertinentes o un funcionamiento específico (NFPA, Código de Seguridad Humana, 2018, pág. 28)

### **Fuego**

La norma española UNE 23026 define este término como una combustión caracterizada por la emisión de calor, humo y llamas. La misma norma define la combustión como una reacción química exotérmica de oxidación en la que se combina un elemento que arde (combustible) y otro que produce la combustión (comburente) generalmente el oxígeno en forma de O<sub>2</sub> gaseoso y en la que se desprende calor (exotérmica), luz, humo y gases (Escudero, 2015, pág. 22).

Previamente se ha definido el concepto de fuego, por lo que es necesario aclarar el significado de la palabra incendio, debido a que fuego e incendio son términos con significados muy distintos.

Fuego se define como una luz que desprende calor en una combustión, e incendio se define como fuego que arrasara de manera incontrolable con materiales que se encuentran en su trayectoria y los cuales no deberían quemarse.

### **Generador auxiliar en sitio**

“Una instalación que produce energía eléctrica en sitio como suministro alternativo de energía eléctrica. Se diferencia de una instalación de producción de energía en sitio en que no se encuentra produciendo energía de manera constante” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 12).

### **Listado**

Equipamiento, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptable para la autoridad competente y a cargo de la evaluación de productos y servicios, que mantiene inspección periódica de producción de equipamiento o materiales listados o evaluación periódica de servicios, y cuyo listado establece que ya sea el equipamiento, el material o el servicio cumplen con los estándares apropiados designados o ha sido puesto a prueba y considerado aceptable para un propósito especificado (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 9).

## **Líquido**

“A los efectos de la presente norma, líquido hace referencia a agua, solución de espuma-agua, concentrados de espuma, aditivos de agua u otros líquidos utilizados con el objetivo de proteger contra incendio” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 11).

## **Motor diesel**

Un motor de combustión interna en el cual el combustible se enciende por completo mediante el calor proveniente de la compresión del aire suministrado para la combustión. El motor Diesel, que funciona mediante aceite combustible inyectado después que la compresión está casi finalizada, es el tipo usualmente utilizado como impulsor de bomba contra incendio (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 10).

## **Motor eléctrico**

“Un motor clasificado según protección mecánica y métodos de refrigeración” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 11). Este es un motor que se alimentará por medio de una fuente de energía eléctrica y la misma se transformará en energía en mecánica.

## **Reacciones exotérmicas**

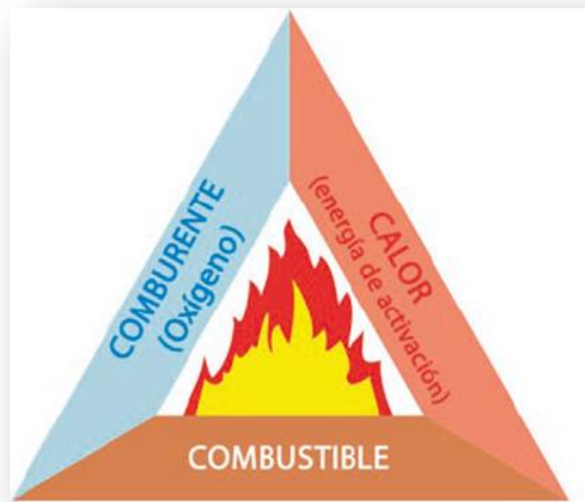
Son aquellas que liberan energía, ya sea en forma de calor o de luz.

## Unidad de bomba contra incendio

“Una unidad ensamblada que consta de una bomba contra incendio, un motor, un controlador y accesorios” (NFPA, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, 2019, pág. 10).

## 2.2. Triángulo y tetraedro del Fuego

Para que se pueda producir fuego se deben tener varios elementos presentes, los cuales son: comburente, calor y combustible en interacción, la influencia recíproca de estos tres factores para formar la combustión, se reduce al nombre de Triángulo del fuego el cual se representa en la ilustración 2.2.

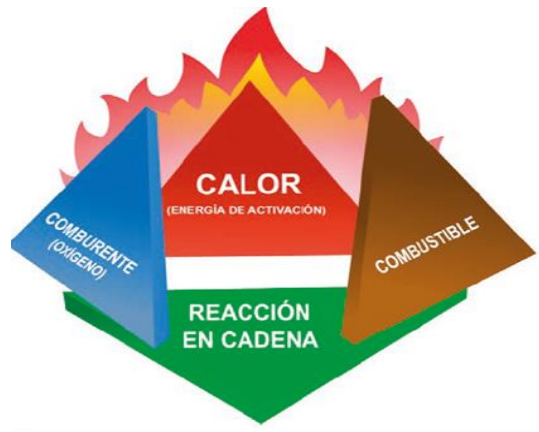


**Ilustración 2.2** Triángulo del Fuego

Fuente: (Escudero, 2015)



Si al triángulo del fuego le agregamos la reacción en cadena que se produce con la interacción de los otros tres factores mencionados, tendremos el tetraedro del fuego el cual se representa por medio de la ilustración 2.3.



**Ilustración 2.3** Tetraedro del fuego

Fuente: (Escudero, 2015)

### **Combustible**

“Es un material que, en la forma en que se usa y bajo las condiciones previstas, se quemará y arderá” (NFPA, Código de Incendios, 2012, pág. 38).

### **Calor**

“El calor es la suma de la energía cinética de todas las moléculas de un cuerpo” (Escudero, 2015, pág. 37).

## **Comburente**

Aunque un comburente es cualquier agente oxidante capaz de oxidar un combustible, en una reacción rápida y exotérmica este término se suele aplicar a mezclas de gases en las cuales el oxígeno esté en proporción suficiente para que en su seno se inicie y desarrolle la combustión, ya que el oxígeno molecular (O<sub>2</sub>) es el agente oxidante más común (Escudero, 2015, pág. 37).

## **Reacción en cadena**

Esta reacción compleja se presenta cuando se produce combustión con llama.

## **2.3. Tipos de fuego**

El fuego se puede clasificar en distintos tipos dependiendo del material o combustible con el cual entre en contacto el calor para comprender esto se definirán lo que es el fuego clase A, B, C, D y K.

### **Fuegos clase A**

“Los fuegos clase A son fuegos en materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos” (NFPA, Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, 2018, pág. 11).

### **Fuegos clase B**

“Los fuegos clase B son fuegos en líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas derivadas del petróleo, alquitranes, aceites, pinturas a base de aceite, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables” (NFPA, Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, 2018, pág. 11).

### **Fuegos clase C**

“Los fuegos clase C son fuegos que involucran equipos eléctricos energizados” (NFPA, Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, 2018, pág. 11).

## **Fuegos clase D**

“Los fuegos clase D son fuegos en metales combustibles, tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio” (NFPA, Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, 2018, pág. 11).

## **Fuegos clase K**

“Los fuegos clase K son fuegos en aparatos de cocina que involucran medios de cocción combustibles (aceites, grasas vegetales y animales)” (NFPA, Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, 2018, pág. 11).

## **2.4. Riesgo de los contenidos de incendio**

Según la ocupación en la cual se esté diseñando un sistema de protección contra incendios húmedo con rociadores se deberá de realizar un análisis sobre el riesgo del contenido de incendio que estén presentes, estos se clasifican en riesgo leve, riesgo ordinario y riesgo extra.

### **Riesgo Leve**

“Las ocupaciones de riesgo leve deben definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad de combustibilidad de los contenidos es baja y se esperan incendios con bajos índices de calor” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 32). En la ilustración 2.4 se observa un ejemplo de riesgo leve.



**Ilustración 2.4** Área de estanterías de biblioteca.

Fuente: (NFPA, *Automatic Sprinkler Systems Handbook*, 2015)

**Riesgo Ordinario** Para este tipo de riesgo se tienen dos categorías, las cuales se clasifican en: riesgo ordinario grupo 1 y riesgo ordinario Grupo 2.

### **Riesgo Ordinario (Grupo 1)**

Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1) deben definirse como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustible no superan los 2,4 m (8 pies) y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 32).

Entre las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1) se pueden mencionar las siguientes: Estacionamientos y salas de exhibición de automóviles, panaderías, fábricas de Bebidas, fabricación y procesamiento de productos lácteos, lavanderías, áreas de servicio de restaurantes entre otros. En la ilustración 2.5 se observa un ejemplo de riesgo ordinario grupo 1.



**Ilustración 2.5** Área de biblioteca con apilamiento inferior a 2 metros.

Fuente: (NFPA, *Automatic Sprinkler Systems Handbook*, 2015)

## Riesgo Ordinario (Grupo 2)

Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 2) deben definirse como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 3,66 m (12'), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado superan los 2,4 m (8') (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 32).

Para el riesgo ordinario (Grupo 2) se tienen las siguientes ocupaciones:

Plantas químicas-productos químicos ordinarios, bibliotecas-áreas grandes salas con libros apilados, talleres de maquinarias, ocupaciones mercantiles, plantas de elaboración de papel y pulpa, muelles y embarcaderos, instalaciones de fabricación de plásticos, incluido el moldeo por soplado, extrusión y el maquinado; excluidas las operaciones que utilizan fluidos combustibles hidráulicos, oficinas de correo, fábricas de productos textiles, fábrica de neumáticos, maquinado de maderas y otros. En la ilustración 2.6 se observa un ejemplo de riesgo ordinario grupo 2.



**Ilustración 2.6** Anden de carga exterior.

Fuente: (NFPA, *Automatic Sprinkler Systems Handbook*, 2015)

## **Riesgo extra**

El riesgo extra se clasifica en Riesgo extra (Grupo 1) y Riesgo extra (Grupo 2).

### **Riesgo extra (Grupo 1)**

Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1) deben definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas, u otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calor, pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 32).

Entre las ocupaciones que se indican para este riesgo están: Hangares para aeronaves (excepto los incluidos en NFPA 409), recuperación, composición, secado, triturado y vulcanizado de goma, apertura, mezcla y otros. En la ilustración 2.7 se observa un ejemplo de riesgo extra grupo 1.



**Ilustración 2.7** Aserradero.

Fuente: (Fletcher, 2020)

## Riesgo extra (Grupo 2)

“Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2) deben definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades moderadas hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudado de los combustibles es extenso” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 32).

Entre las ocupaciones que se mencionan para este riesgo están: Saturación de asfalto, pulverización de líquidos inflamables, revestimiento por flujo, fabricación de plásticos, limpieza con solventes, barnizado y pintado por inmersión u algunas otras ocupaciones similares. En la ilustración 2.8 se observa un ejemplo de riesgo extra grupo 2.



*Ilustración 2.8* Revestimiento por flujo.

Fuente: (*Industrial Vitreous Enameling*, 2020)

## 2.5. Sistema de rociadores

Los sistemas de rociadores automáticos deben estar acorde y cumplir con lo que se indique en la norma para la instalación de Sistemas de Rociadores (NFPA 13 edición 2019) en español o con su equivalente en versiones más reciente en inglés.

Es importante mencionar que el sistema de rociadores automáticos debe adicionalmente incluir un sistema clase I para el uso de bomberos y que esté acorde con lo que se establece en la normativa NFPA 14 en su última versión en español 2019 o de manera optativa una versión más reciente en inglés.

Basados en los requisitos que indica la autoridad competente en Costa Rica los siguientes edificios deben ser protegidos mediante un sistema de rociadores automáticos y un sistema clase I cuando tenga al menos una de las siguientes condiciones:

- Edificios de gran altura (con 23 m o más de altura, medidos desde el nivel más bajo donde se pueda ubicar una unidad de bomberos hasta el nivel de piso terminado del último nivel habitable u ocupado.)
- Ocupaciones mercantiles con un área igual o mayor a los 2 500 m<sup>2</sup>.
- Las ocupaciones de reunión pública con un área igual o mayor a los 1 500 m<sup>2</sup>.
- Industrias de riesgo elevado con un área igual o mayor a los 1 500 m<sup>2</sup>.
- Almacenamiento de riesgo elevado con un área igual o mayor a los 1 500 m<sup>2</sup>.
- Centros comerciales con un área igual o mayor a los 2 500 m<sup>2</sup>.
- Ocupaciones hospitalarias o de cuidado de la salud.
- Hoteles y dormitorios con una cantidad igual o mayor a una cantidad de 16 habitaciones.
- Asilos y centros de acogida con un área igual o mayor a los 500 m<sup>2</sup>.
- Otras ocupaciones específicas, según se requiera en las normas aplicables o por solicitud de criterio técnico de la autoridad competente de Costa Rica.

### 2.5.1 Sistema de rociadores de tubería húmeda

Sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene agua y conectado a un abastecimiento de agua, de tal forma que el agua se descarga inmediatamente desde los rociadores abiertos por el calor de un incendio (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 37).

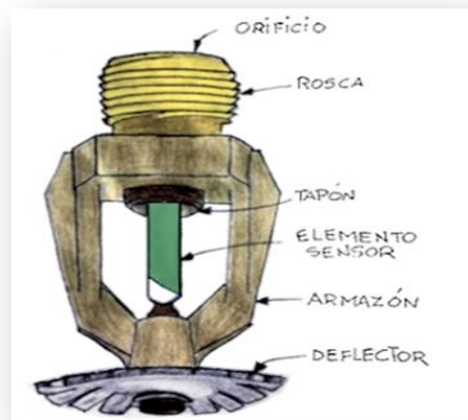
### 2.5.2 Rociador automático

“Un dispositivo de supresión o control de incendios que opera automáticamente cuando



su elemento termo-activado es calentado hasta por encima de su clasificación térmica, permitiendo al agua descargarse sobre un área especificada” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 34).

En la ilustración 2.9 se muestran los elementos de un rociador de forma general, pero existen diversos tipos de rociadores los utilizados posiblemente para la realización de este proyecto de graduación serán:



**Ilustración 2.9** Elementos de un rociador.

Fuente: (Ybirma, 2019)

### 2.5.3 Rociador colgante

“Rociador diseñado para ser instalado de tal manera que la corriente de agua se dirija hacia abajo contra el deflector” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 35) en la ilustración 2.10 se aprecia este tipo de rociador.



**Ilustración 2.10** Rociador colgante.

Fuente: (Ybirna, 2019)

#### 2.5.4 Rociador montante

“Rociador diseñado para ser instalado de tal forma que la descarga de agua se dirija hacia arriba de contra el deflector” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 35). En la ilustración 2.11 se puede apreciar un ejemplo de este.



**Ilustración 2.11** Rociador montante

Fuente: (Tyco, Rociadores Montantes TY315, 2019)

#### 2.5.5 Rociador de muro lateral

Rociador que tiene deflectores especiales que están diseñados para descargar la mayor parte del agua lejos de la pared adyacente, en un patrón similar a un cuarto de esfera, con una pequeña porción de la descarga dirigida hacia la pared detrás del rociador (NFPA, Norma

para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 35) en la ilustración 2.12 se aprecia este rociador.

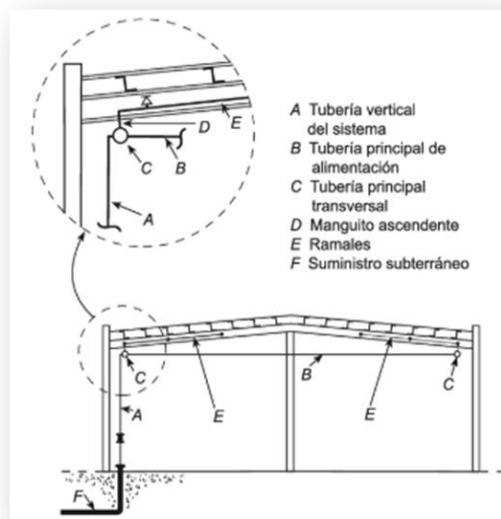


**Ilustración 2.12** Rociador de muro lateral.

Fuente: (Tyco, Rociador de Pared TY3332, 2019)

## 2.6. Partes del sistema de tuberías de rociadores

En la ilustración 2.13, se observa una representación general de la conexión de la red de tubería subterránea con el área, así como las partes de tubería de un sistema de rociadores en forma general y para comprender con más detalle las mismas se procede a definir las todas:



**Ilustración 2.13** Partes del sistema de tuberías de rociadores.

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de sistemas de montantes y mangueras, 2019, pág. 291)

### **2.6.1 Tubería vertical del sistema**

“La tubería horizontal o vertical ubicada sobre superficie, entre el abastecimiento de agua y las tuberías principales (transversales o de alimentación), que contiene una válvula de control (conectada ya sea directamente o en su tubería de alimentación) y un dispositivo de alarma de flujo de agua” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 33).

### **2.6.2 Tuberías principales de alimentación**

“Las tuberías que alimentan a las tuberías principales transversales, ya sea directamente o a través de montantes” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 29).

### **2.6.3 Manguito Ascendente**

“Pieza vertical de tubería entre la línea principal y la línea ramal” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 33).

### **2.6.4 Tuberías principales transversales**

“Las tuberías que alimentan a las líneas ramales, ya sea directamente o a través de tuberías de subida” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 28).

### 2.6.5 Líneas ramales

“Las tuberías que suplen a los rociadores, ya sea directamente o a través de montantes, tuberías descendentes, curvas de retorno o brazos horizontales” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 27).

### 2.6.6 Suministro Subterráneo

Tramo de tubería enterrado que debe ser listado para el uso del sistema de rociadores.

## 2.7. Características de los rociadores

En esta sección se menciona diversos factores que se deben considerar para la selección apropiada del rociador que se debe de utilizar para los diversos diseños que se pueden realizar.

### 2.7.1 Índice de tiempo de respuesta

El índice de tiempo de respuesta (RTI) es una medida de la sensibilidad del elemento térmico del rociador instalado en un rociador específico (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 35).

### 2.7.2 Factor K

Es un factor que se obtiene al realizar la relación del caudal entre la raíz cuadrada de la presión, la cual indica el porcentaje de descarga por el tamaño del orificio del rociador. El porcentaje de descarga que sale del orificio está relacionado con el factor de rosca nacional

de tubería (NPT), mediante tabla 2.1 se puede apreciar el porcentaje de descarga que se puede obtener mediante los distintos tipos de factor K.

**Tabla 2.1** Características de descarga de los rociadores y factores k nominal

Factor K nominal [L/min/ (bar) <sup>1/2</sup> ]	Factor K nominal [gpm/min/ (psi) <sup>1/2</sup> ]	Factor K nominal [L/min/ (bar) <sup>1/2</sup> ]	Factor K nominal [gpm/min/ (psi) <sup>1/2</sup> ]	Porcentaje de descarga de factor k-5,6 nominal	Tipo de rosca
20	1,9	19-22	1,3-1,5	25	NPT de ½ pulg.
27	1,9	26-29	1,8-2,0	33,3	NPT de ½ pulg.
40	2,8	38-42	2,6-2,9	50	NPT de ½ pulg.
57	4,2	59-64	4,0-4,4	75	NPT de ½ pulg.
80	5,6	76-84	5,3-5,8	100	NPT de ½ pulg.
115	8	107-118	7,4-8,2	140	NPT de ¾ pulg. o NPT de ½ pulg.
160	11,2	159-166	10,7-11,7	200	NPT de ¾ pulg. o NPT de ¾ pulg.
200	14	195-209	13,5-14,5	250	NPT de ¾ pulg.
240	16,8	231-254	16,0-17,6	300	NPT de ¾ pulg.
280	19,6	272-301	18,6-20,6	350	NPT de 1 pulg.
320	22,4	311-343	21,3-23,5	400	NPT de 1 pulg.
360	25,2	349-387	23,9-26,5	450	NPT de 1 pulg.
400	28	389-430	26,6-29,4	500	NPT de 1 pulg.

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

### 2.7.3 Identificación de los rociadores

Los rociadores deben poseer ciertas características para poder identificarlos a simple vista cuál es su tipo, temperatura, respuesta y otros aspectos de suma importancia, por lo la NFPA 13 nos indica que en los mismos deben estar identificados con uno o dos caracteres alfabéticos en el idioma inglés en letra mayúscula de forma permanente, en donde se identifiquen el fabricante, seguidamente por tres o cuatro números que identifique el tipo de rociador, el tamaño de su orificio para la descarga (factor K) las características de deflectores y la clasificación de presión y sensibilidad térmica.

### 2.7.4 Temperatura de activación de rociadores:

Para poder discernir el rociador de acuerdo con la temperatura de techo o de cielo existe una nomenclatura la cual está establecida por colores según la temperatura que requiera la

ocupación. En la tabla 2.2 se observa los diferentes tipos de clasificación para la selección de estos.

Tabla 2.2 Rango de temperatura de activación de los rociadores y código de colores

Temperatura máxima en el cielo raso		Rango de temperatura		Clasificación de la temperatura de activación	Código de color	Colores de la ampolla de vidrio (Bulbo)
°C	°F	°C	°F			
38	100	57-77	135-170	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o rojo
66	150	79-107	175-225	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
107	225	121-149	250-300	Alta	Azul	Azul
149	300	163-191	325-375	Extra alta	Rojo	Violeta
191	375	204-246	400-475	Extra muy alta	Verde	Negro
246	475	260-302	500-575	Ultra alta	Naranja	Negro
329	625	343	650	Ultra alta	Naranja	Negro

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

### 2.7.5 Área de protección del rociador

Para poder realizar el cálculo del área de los rociadores va depender de la línea central de rociadores ubicados en el mismo ramal o en ramales cercanos, la distancia debe de medirse a lo largo de la pendiente del cielorraso, esto de manera práctica se realiza multiplicando la dimensión S que es el ancho por la dimensión L que es el largo para poder obtener un área  $A_s$ . (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 96)

## 2.7.6 Rociador pulverizador

“Tipo de rociador listado por su capacidad para brindar un control de incendios para una amplia gama de riesgos de incendio.” (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 36)

## 2.7.7 Rociador pulverizador de cobertura estándar

Tipo de rociador pulverizador con áreas de coberturas máximas según el riesgo de los contenidos de incendio. Estas coberturas están establecidas en la norma de instalación de sistemas de rociadores para los riesgos ligero, ordinario y extra como se muestran en las tablas 2.3, 2.4 y 2.5 siguientes:

*Tabla 2.3 Áreas de protección de rociadores estándar para riesgos leves*

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	m	ft
Incombustible, obstruida y no obstruida	Cédula de tubería	18,6	200	4,6	15
Combustible, no obstruida, con miembros expuestos de 0.91 m (3 pies) o más entre centros	Cédula de tubería	18,6	200	4,6	15
Incombustible, obstruida y no obstruida	Calculado hidráulicamente	20,9	225	4,6	15
Combustible, no obstruida, con miembros expuestos de 0.91 m (3 pies) o más entre centros	Calculado hidráulicamente	20,9	225	4,6	15
Combustible, obstruida o no obstruida, con miembros expuestos de menos de 0.91 m (3 pies) entre centros	Todos	15,6	168	4,6	15
Combustible, obstruida o no obstruida, con miembros expuestos de menos de 0.91 m (3 pies) entre centros	Todos		130	4,6	15
Espacio combustible oculto bajo un techo inclinado con construcciones combustibles de viguetas de madera o de cerchas de madera, con miembros con menos de 0.91 m (3 pies) entre centros, con pendientes con una inclinación de 4 en 12 o superior	Todos		120	4,6 paralelo a la pendiente	15 paralelo a la pendiente
				3,05 paralelo a la pendiente	10 paralelo a la pendiente

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)



**Tabla 2.4** Áreas de Protección de rociadores para riesgos ordinarios

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	m	ft
Todos	Todos	12,1	130	4,6	15

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

**Tabla 2.5** Áreas de protección de rociadores estándar para riesgos extra

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	m	ft
Todos	Cédula de tubería	8,4	90	3,7*	12*
Todos	Calculado hidráulicamente con densidad mayor o igual ( $\geq$ ) 0.25	9,3	100	3,7*	12*
Todos	Calculado hidráulicamente con densidad menor o igual ( $\leq$ ) 0.25	12,1	130	4,6	15

\*En edificios en los que los miembros estructurales macizos creen vanos de hasta 7,6 m (25 pies) de ancho, se permite un espaciamiento máximo entre rociadores de hasta 3,8 m ( 12 pies y 6 pulgadas ).

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

### 2.7.8 Rociador pulverizador de cobertura extendida

Tipo de rociador pulverizador que brinda cobertura mayor que las establecidas para rociadores de cobertura estándar, los mismos pueden ser del tipo montante, colgantes y de pared.

La norma para la instalación de sistemas de rociadores brinda áreas de cobertura de referencia, como se puede observar en las tablas 2.6 y 2.7:

**Tabla 2.6** Áreas de protección para rociadores montantes y colgantes de cobertura extendida

Tipo de construcción	Riesgo leve		Riesgo ordinario		Riesgo extra		Almacenamiento en pilas altas	
	Área de protección m <sup>2</sup> (ft <sup>2</sup> )	Espaciamiento máximo m (ft)	Área de protección m <sup>2</sup> (ft <sup>2</sup> )	Espaciamiento máximo m (ft)	Área de protección m <sup>2</sup> (ft <sup>2</sup> )	Espaciamiento máximo m (ft)	Área de protección m <sup>2</sup> (ft <sup>2</sup> )	Espaciamiento máximo m (ft)
Sin obstrucciones	37 (400)	6,1 (20)	37 (400)	6,1 (20)	-	-	-	-
	30 (324)	5,5 (18)	30 (324)	5,5 (18)	-	-	-	-
	23,8 (256)	4,9 (16)	23,8 (256)	4,9 (16)	-	-	-	-
	-	-	18,2 (196)	4,3 (14)	18,2 (196)	4,3 (14)	18,2 (196)	4,3 (14)
	-	-	13,4 (144)	3,7 (12)	13,4 (144)	4,6 (15)	13,4 (144)	4,6 (15)
Obstruida, incombustible (cuando esté listado específicamente para tal uso)	37 (400)	6,1 (20)	37 (400)	6,1 (20)	-	-	-	-
	30 (324)	5,5 (18)	30 (324)	5,5 (18)	-	-	-	-
	23,8 (256)	4,9 (16)	23,8 (256)	4,9 (16)	-	-	-	-
	-	-	18,2 (196)	4,3 (14)	18,2 (196)	4,3 (14)	18,2 (196)	4,3 (14)
	-	-	13,4 (144)	3,7 (12)	13,4 (144)	4,6 (15)	13,4 (144)	4,6 (15)
Obstruida combustible	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Para unidades en SI, 0,3048 m = 1 ft ; 0,0929 m<sup>2</sup> = 1 ft<sup>2</sup>  
N/A: no aplicable

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

**Tabla 2.7** Áreas de protección para rociadores de pared de cobertura extendida

Tipo de construcción	Riesgo leve				Riesgo ordinario			
	Área de protección		Espaciamiento máximo		Área de protección		Espaciamiento máximo	
	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	m	ft	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	m	ft
Sin obstrucciones, lisa, plana	37,2	400	8,5	28	37,2	400	7,3	24

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

Se debe de tomar en cuenta que en la instalación de rociadores si llega a activarse, fallar o se daña uno, el mismo debe ser cambiado por lo que se requiere considerar rociadores de repuesto según la cantidad instalada para ello se especifica que:

- A. Para instalaciones que se encuentran protegidas con menos de 300 rociadores se deben tener no menos de 6 rociadores de repuesto.
- B. Para las instalaciones que tienen un rango de protección de 300 a 1 000 rociadores se requieren 12 rociadores como mínimo.
- C. Y para instalaciones con más de 1000 rociadores se debe de tener como mínimo 24 rociadores.

### 2.7.9 Posición, localización espaciamiento y uso de rociadores

Para poder realizar la instalación de un sistema de rociadores de tubería húmeda se debe de cumplir con los requerimientos que dicta la norma NFPA 13.

Para el espaciamiento, los requisitos de espaciamiento, ubicación y posición de los rociadores deben basarse en los principios siguientes:

- A. “Los rociadores deben instalarse en la totalidad del local”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 86). Esto quiere decir que se debe proteger toda el área sin dejar espacios sin proteger a menos que en una excepción sea mencionado.
- B. “Los rociadores deben ubicarse de manera que no se exceda el área máxima de protección por rociador”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 87). Esta indicación dicta que no se deben de sobrepasar las áreas de cobertura y distancias máximas que se indique según sea la clasificación de los riesgos de los contenidos.
- C. “Los rociadores deben posicionarse y ubicarse de manera que brinden un desempeño satisfactorio con respecto del tiempo de activación y la distribución”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 87). No se deben colocar rociadores que estén en zonas que haya obstrucciones, ya que esto afecta el patrón de descarga del rociador al ocasionar que no se proteja el área de manera completa.

- D. “Debe permitirse omitir los rociadores en las áreas en que esta norma lo permita específicamente”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 87). En la normativa existen excepciones de zonas por proteger, por lo que solo se permite omitir una siesta especificado.
- E. Cuando los rociadores son probados específicamente, y los resultados de las pruebas demuestren que las desviaciones de los requisitos de espacio libre desde los miembros estructurales no perjudican la capacidad del rociador para controlar o suprimir un incendio, debe permitirse su posicionamiento y ubicación de acuerdo con los resultados de las pruebas. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 87)
- F. Debe permitirse que el espacio libre entre los rociadores y el cielo raso supere los máximos especificados en esta norma, siempre que se demuestre mediante pruebas o cálculos que la sensibilidad y el desempeño de los rociadores son comparables con aquellos instalados de acuerdo con estas secciones. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 87)
- G. El mobiliario, tales como las unidades portátiles de armarios, gabinetes, cajas de trofeos, y características similares no destinadas para ocupación, no requieren que se instalen rociadores dentro de ellos. Debe permitirse que este tipo de características estén fijadas a la estructura terminada. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 87)
- H. La normativa menciona entre sus especificaciones que se deben colocar las válvulas y manómetros de forma accesible para la operación, pruebas, inspección y para poder realizar mantenimiento a este.

Los principios anteriormente citados son solo algunos de los cuales pueden generarse a la hora de diseñar e instalar un sistema de rociadores por lo que para cada caso en específico lo recomendable es ir a la normativa y revisar exactamente si aplica.

### 2.7.10 Limitación de área de protección del sistema

En el capítulo 8 de la NFPA 13, se encuentran una serie de restricciones de área basado en el riesgo de los contenidos que se protejan, ya que con ello se define una superficie de piso máxima protegida por cualquier tubería vertical del sistema de rociadores o tubería vertical del sistema combinaba en cualquier piso de un edificio determinado y debe como se indica en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Limitación del área de protección del sistema

Tipo de riesgo	Área de protección de piso máxima (m <sup>2</sup> )
Riesgo ligero	4 831 m <sup>2</sup>
Riesgo Ordinario	4 831 m <sup>2</sup>
*Riesgo Extra	3 716 m <sup>2</sup> *(calculado hidráulicamente)
Almacenamiento	3 716 m <sup>2</sup>

Fuente: Autoría propia

## 2.8. Soportería del sistema contra incendios

Los soportes utilizados en sistemas contra incendios se deben seguir las indicaciones y recomendaciones de la NFPA 13 en sus capítulos 17 y 18, dentro de las cuales se mencionan algunas características:

### 2.8.1 Soportes Colgantes

Según la norma NFPA 13 la soportería por utilizar por un profesional responsable de debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- “Los soportes deben estar diseñados para soportar cinco veces el peso de la tubería llena de agua más 114 kg, en cada punto de soporte de la tubería”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 142)

- “Estos puntos de soporte deben ser adecuados para soportar el sistema”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 142)
- “La separación entre los soportes no debe exceder el valor dado para el tipo de tubo como se indica en la Tabla 2.9”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 142)
- “Los componentes del soporte deben ser de material ferroso”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 142)
- “Deben presentarse cálculos detallados, cuando lo requiera la autoridad encargada de la revisión, indicando las tensiones desarrolladas en los soportes, en las tuberías y en los accesorios y los factores de seguridad permitidos”. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 142).

En la tabla 2.9 se puede apreciar la separación que debe existir en la tubería para poder colocar estos soportes.

**Tabla 2.9** Separación entre soportes para tubería m (ft-in)

Tipo de tubería	Diámetro nominal del tubo mm (in)											
	20 (3/4)	25 (1)	32 (1-1/4)	40 (1-1/2)	50 (2)	65 (2-1/2)	80 (3)	90 (3-1/2)	100 (4)	125 (5)	150 (6)	200 (8)
Tubo de acero, excepto de pared delgada	N/A	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)
Tubo de acero de pared delgada roscado	N/A	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tubo de cobre	2,4 (8-0)	2,4 (8-0)	3,0 (10-0)	3,0 (10-0)	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	3,7 (12-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)
CPVC	1,7 (5-6)	1,8 (6-0)	2,0 (6-6)	2,1 (7-0)	2,4 (8-0)	2,7 (9-0)	3,0 (10-0)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno (IPS)	N/A	1,14 (3-9)	1,4 (4-7)	1,52 (6-0)	1,8 (6-0)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno (CTS)	0,89 (2-11)	1,02 (3-4)	1,19 (3-11)	1,35 (4-11)	1,65 (5-5)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tubo de hierro dúctil	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,6 (15-0)	N/A	4,6 (15-0)	N/A	4,6 (15-0)	4,6 (15-0)

Nota: IPS hierro - diámetro del tubo; CTS- diámetro de la tubería de cobre.  
N/A: no aplicable

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

## 2.8.2 Soportes para tubería vertical

Estas tuberías se deben soportar por medio de abrazaderas para tuberías de este tipo, también se pueden utilizar soportes en conexiones horizontales dentro de los 0,61 m dentro de la línea central de la tubería vertical.

No se deben de utilizar abrazaderas que se fijen por medio de tornillos prisioneros, tampoco es permitido utilizar varillas de soporte en posición horizontal que se encuentren ancladas en la pared para estas tuberías verticales.

## 2.8.3 Acoples y uniones

Las tuberías cuyo diámetro es inferior o igual a 50 mm (2") son suficientemente flexibles como para que generalmente no sean necesarios los acoples flexibles.

La NFPA 13 se indica en su capítulo 16 y sección 16.8.4.1 que las tuberías con diámetros mayores a 50 mm (2") no se debe utilizar uniones roscadas y debido a ello es recomendable utilizar acoples rígidos o flexibles listados para uso de sistemas contra incendios según sea el caso.

## 2.8.4 Acoples rígidos

Accesorio listado que permite menos de 1 grado de movimiento angular de la tubería en las conexiones ranuradas.

## 2.8.5 Acople flexible

Accesorio listado que permite el desplazamiento axial, la rotación y por lo menos 1 grado de movimiento angular de la tubería sin inducir daños en la tubería. Para tuberías cuyo

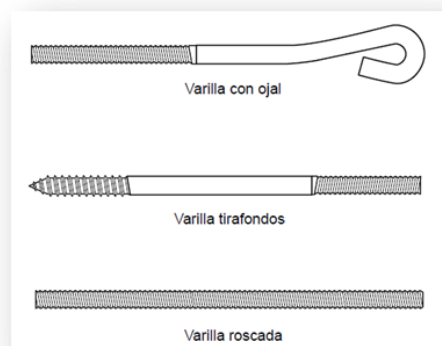
diámetro es igual o superior a los 200 mm (8") se debe permitir un movimiento angular menor que 1 grado, pero no menor que 0,5 grados.

En términos generales, las tuberías con diámetros superiores o iguales a los 50 mm (2") que necesiten por requisitos normativos al menos 1 grado de libertad deben instalarse acoples flexibles, de no ser así el caso se pueden usar acoples rígidos.

Deben proporcionarse acoples de tubería flexible listados que unan tuberías de extremos ranurados como uniones flexibles, para permitir que las secciones individuales de tuberías de 64 mm (2½") o más se muevan de forma diferenciada con las secciones individuales del edificio a las cuales están fijadas. (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019, pág. 153).

## 2.8.6 Varillas de los soportes

Las varillas son parte de un conjunto de soporte y las mismas están destinadas solamente a ser cargadas axialmente (a lo largo de la varilla), ya que las cargas laterales pueden dar lugar a la flexión, debilitamiento e inclusive ocasionando la ruptura de la varilla. En la instalación de sistemas contra incendios se utilizan muy comúnmente varillas de diámetros de 9,5 mm (3/8"), 12,7 mm (½") y de 15,9 mm (5/8") así como en sus distintos tipos de varillas como las roscadas, los tirafondos o con ojal como se muestran en la siguiente ilustración 2.14:



**Ilustración 2.14** Tipos de varilla para soportería.

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)



El tamaño de la varilla debe ser congruente al aprobado para el uso del conjunto del soporte. El tamaño de la varilla no debe ser inferior al mostrado en la tabla 2.10.

**Tabla 2.10** Tamaño mínimo de perno o varillas de soportes para acero

<b>Diámetro de la tubería</b>	<b>Diámetro de la varilla</b>
mm ( in )	mm ( in )
Incluyendo hasta 100 (4)	9,5 (3/8)
125 (5)	12,7 (1/2)
150 (6)	
200 (8)	
250 (10)	15,9 (5/8)
300 (12)	

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

### 2.8.7 Soportería Antisísmica

Los códigos sísmicos actualmente solicitan que las tuberías en sistemas contra incendios deben sujetarse, tanto para limitar la interacción de la tubería con otras partes de la estructura como para limitar las tensiones en las tuberías a los límites permisibles.

Los soportes de dos direcciones pueden ser longitudinales o laterales, dependiendo de su orientación con respecto al eje de la tubería. Para el caso de las tuberías verticales se debe utilizar un soporte cuatro vías puede brindar arriostramiento longitudinal y lateral.

Adicionalmente la distancia entre soportes para tuberías verticales no deberá superar los 7,6 m.

Para el arriostramiento antioscilante longitudinal debe existir una separación máxima de 24,4 m entre centros para las tuberías principales de alimentación y transversales. También se debe permitir que las riostras longitudinales actúen como riostras laterales si se encuentran instaladas a una distancia cercana de 0,609 m de la línea de los centros de la tubería que está arriostrada lateralmente.

Debe suministrar arriostramiento antioscilante lateral para el total de tuberías principales de alimentación y transversales en sus diferentes diámetros existentes. El espaciamiento de este no debe de exceder un intervalo máximo de 12,2 m entre centros.

## 2.9. Sistema de tuberías para sistema contra incendios

Las tuberías del sistema contra incendio deben seleccionarse e instalarse según las indicaciones contenidas en las normas NFPA 13 edición 2019 en español para las que se encuentren por encima del nivel de piso y NFPA 24 edición 2019 en español para las tuberías subterráneas.

### 2.9.1 Tuberías y accesorios por encima del nivel de piso

Debe permitirse el uso tuberías cuya aplicabilidad en la instalación de rociadores automáticos haya sido investigada y estén listados para este uso. La NFPA 13 brinda una lista de normas de fabricación con algunos materiales como acero, hierro negro, cobre y también para tuberías no metálicas, por lo que en la tabla 2.11 se presentan algunas de ella

**Tabla 2.11** Normas de fabricación para tuberías por encima del nivel de piso

<b>Norma</b>	<b>Materiales y dimensiones</b>
	<b>Tubo Ferrosas (Con y Sin Costura)</b>
ASTM A795/A795M	Especificación normalizada para tubos de hierro negro y de acero con recubrimiento de zinc en caliente por inmersión (galvanizado), con y sin costura, para uso en protección contra incendios.
ANSI/ASTM A53/ A53M	Especificación normalizada para tuberías, de acero, negro y por inmersión en caliente, con y sin costura.
ANSI/ASME B36.10M	Tuberías de acero forjado soldadas y sin costura.

(“Continúa ...”)

(“Continúa ...”)

<b>Norma</b>	<b>Materiales y dimensiones</b>
ASTM A 135/ A135M	Especificación normalizada para tubos de acero soldados por resistencia eléctrica
	<b>Tubo de cobre (Estirado, sin costura)</b>
ASTM B75/ B75	Especificación normalizada para tubos de cobre sin costura
ASTM B88	Especificación normalizada para tubos de cobre para agua sin costura.
ASTM B251	Especificación normalizada de los requisitos generales para tubos de cobre forjado sin costura y tubos de aleación de cobre.
ASTM B 813	Especificación normalizada para fundentes líquidos y en pasta para aplicaciones de soldadura de tuberías de cobre y de aleaciones de cobre
AWS A5.8M/ A5.8M	Especificación para metales de relleno para soldadura no ferrosa y soldadura con latón
ASTM B32	Especificación normalizada para metal para soldar, sección 1: aleaciones de soldadura con menos de 0.2% de plomo y teniendo temperaturas de solidus mayor que 400°F
ASTM B446	Materiales de aleación
	<b>Tubo de CPVC (cloruro de polivinilo clorado)</b>
ASTM F 442	Especificación normalizada para tuberías de plástico (SDR-PR) de cloruro de poli (vinilo clorado) (CPVC)
	<b>Tubería de latón</b>
ASTM B43	Especificación normalizada para tuberías de latón rojo sin costura, tamaños estándar
	<b>Acero inoxidable</b>
ASTM A312/A312M	Especificación normalizada para tuberías de acero inoxidable austenítico trabajado en frío con gran intensidad sin costura, soldadas

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

Para los accesorios se permitirse el uso de los que hayan sido investigados para determinar su adecuación con la instalación de rociadores automáticos y estén listados para este uso. La

NFPA 13 brinda una lista de normas de fabricación de accesorios aplicables, las cuales se muestran en la tabla 2.12:

**Tabla 2.12** Materiales y dimensiones de los accesorios a instalar

<b>Norma</b>	<b>Materiales y dimensiones</b>
	<b>Hierro Colado</b>
ASME B16.4	Accesorios roscados de hierro colado, Clases 125 y 250.
ASME B16.1	Bridas para tubería y accesorios bridados de hierro colado.
	<b>Hierro Dúctil</b>
ASME B16.3	Accesorios roscados de hierro dúctil, Clases 150 y 300.
ASME B16.9	Accesorios de acero forjado soldados a tope en fábrica.
ASME B16.25	Extremos para tubería, válvulas, bridas y accesorios, soldados a tope.
ASTM A 234	Especificación para accesorios de tubería, de acero al carbono forjado y acero de aleación, para temperaturas moderadas y elevadas.
ASME B16.5	Bridas para tubos y accesorios bridados, de acero.
ASME B16.11	Accesorios de acero forjado, con boquilla para soldar y roscados.
ASME B16.22	Accesorios para presión, de cobre forjado y aleación de cobre, para soldadura con estaño.
ASME B16.18	Accesorios para presión, de cobre fundido aleado, para soldadura con estaño.
	<b>CPVC (cloruro de polivinilo clorado)</b>
ASTM F 437	Especificación para los accesorios roscados cédula 80 de cloruro de polivinilo clorado (CPVC).
ASTM F 438	Especificación para los accesorios tipo enchufe cédula 40 de CPVC.
ASTM F 439	Especificación para los accesorios tipo enchufe cédula 80 de CPVC.

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

Los accesorios que se coloquen en la tubería de incendios tales como válvulas, codos, uniones, tes, acoples, entre otros tipos deben estar acorde con los límites de presión, pueden ser roscados, ranurados y bridados, pero deben todos ser listadas para su uso en sistemas contra incendio.

## **2.10. Métodos de ensamble de tuberías**

### **2.10.1 Tuberías de acero roscado**

Método por el cual se acopla la tubería por medio de mecanización helicoidal interior (hembra) y exterior (machos) para las tuberías.

Es importante tomar en cuenta que según la NFPA 13, los acoples y uniones diferentes a los roscados, deben ser de tipos específicamente listados para uso en sistemas de rociadores.

### **2.10.2 Tuberías de acero ranurado**

Se realiza un canal en una sección de tubería en donde luego se colocará un acople de hule que sellará las tuberías interconectadas por este método.

### **2.10.3 Tubería de acero bridada**

Esta se conecta por medio de una circunferencia en donde se realizan agujeros para poder colocar pernos que se ajustarán con una precarga para que quede ensamblada.

### **2.10.4 Tubería de acero soldado**

El método de ensamblaje acá se realiza por medio de soldadura para unir los distintos tramos de tubería.

## **2.11. Tuberías y accesorios subterráneos**

Debe permitirse el uso tuberías cuya aplicabilidad en la instalación de rociadores automáticos haya sido investigada y estén listados para este uso. La NFPA 24 y la NFPA 13 en el capítulo 10 y 6 respectivamente de ambos documentos se brinda una lista de normas de fabricación con algunos materiales dentro de los que se pueden mencionar: Hierro dúctil, acero, cobre, concreto, plástico y cobre. En la tabla 2.13 se presentan algunas de ellas:

Tabla 2.13 Normas de fabricación para tuberías subterráneas

Norma	Materiales y dimensiones
	<b>Hierro Dúctil</b>
AWWA C104/ A21.4	Revestimiento de mortero de cemento para tuberías y accesorios de hierro dúctil para agua.
AWWA C105/ A21.5	Recubrimiento de polietileno para sistemas de tuberías de hierro dúctil.
AWWA C111/ A21.11	Juntas de empaquetaduras de caucho para tuberías y accesorios de presión de hierro dúctil.
AWWA C115/ A21.15	Tuberías de hierro dúctil embridadas con bridas roscadas de hierro dúctil o fundición gris.
AWWA C150/ A21.50	Diseño del espesor de tuberías de hierro dúctil.
AWWA C151/ A21.51	Tuberías de hierro dúctil, fundido de manera centrífuga, para agua.
AWWA C600	Norma para la instalación de tuberías principales de hierro dúctil para agua, y sus accesorios.
	<b>Concreto</b>
AWWA C300	Tuberías de presión de concreto reforzado, tipo cilindro de acero, para agua y otros líquidos
AWWA C301	Tuberías de presión de concreto pretensado, tipo cilindro de acero, para agua y otros líquidos
AWWA C302	Tuberías de presión de concreto reforzado, no de tipo cilindro, para agua y otros líquidos
AWWA C303	Tuberías de presión de concreto reforzado, tipo cilindro de acero, pretensado, para agua y otros líquidos
AWWA C602	Revestimiento de mortero de cemento para redes de tuberías de agua in situ de 100mm (4") y más grandes
	<b>Plástico</b>
AWWA C900	Tuberías de presión de cloruro de polivinilo (PVC), de 100mm (4") a 300mm (12"), para distribución de agua.
AWWA C905	Tuberías de presión de cloruro de polivinilo (PVC), de 355,6 mm a (14") a 1 219,2 mm (48"), para distribución de agua
AWWA C906	Tuberías y accesorios de presión de polietileno (PE), de 100 mm (4") a 1 575 mm (63") para distribución de agua
AWWA C909	Tuberías de presión de cloruro de polivinilo con orientación molecular, de 100 mm (4") a 600 mm (24") para agua, aguas residuales, y servicio de agua reciclada.

("Continúa ...")

(“Continúa ...”)

<b>Norma</b>	<b>Materiales y dimensiones</b>
	<b>Latón</b>
ASTM B43	Especificación normalizada para tuberías de latón rojo sin costura, tamaños estándar.
	<b>Cobre</b>
ASTM B75/ B75M	Especificación normalizada para tuberías de cobre sin costura
ASTM B88	Especificación normalizada para tuberías de agua de cobre sin costura
ASTM B251	Especificación normalizada para los requisitos para tuberías de aleaciones de cobre y de cobre forjado sin costura.
	<b>Acero Inoxidable</b>
ASTM A312/ 312M	Especificación normalizada para tuberías de acero inoxidable austenítico trabajado en frío con gran intensidad sin costura, soldadas.

Fuente: Autoría Propia

Para lo que son accesorios subterráneos se utilizan los materiales descritos en la tabla 2.14

**Tabla 2.14** Materiales y dimensiones de los accesorios subterráneos

<b>Norma</b>	<b>Materiales y dimensiones</b>
	<b>Hierro fundido</b>
ASME B16.4	Accesorios roscados de hierro fundido, Clases 125 y 250
ASME B16.1	Bridas de tuberías de hierro fundido y accesorios embridados
	<b>Hierro maleable</b>
ASME B16.3	Accesorios roscados de hierro maleable, Clases 150 y 300
	<b>Hierro dúctil</b>
AWWA C110/A21.10	Accesorios de Hierro Dúctil y de Hierro Gris
AWWA C153/A21.53	Accesorios Compactos de Hierro Dúctil

Fuente: Autoría Propia

## 2.12. Extintores Portátiles

Por legislación nacional la protección contra incendios en estructuras se basará únicamente en extintores portátiles cuando un edificio o estructura cuente con al menos una de las siguientes condiciones:

- A. Estructura con un área constructiva menor a 2 500 m<sup>2</sup> y tenga menos de 6 metros de altura, medidos desde el nivel de acera, hasta el último entresuelo habitable.
- B. Estructura con un área constructiva menor a 2 500 m<sup>2</sup> y la ubicación de la plataforma de rescate del Cuerpo de Bomberos, pueda darse a 15 m de por lo menos una de las fachadas del edificio.
- C. Para poder seleccionar un extintor se debe tomar en cuenta algunos factores, los cuales ayuden a escoger el tipo ideal para el ambiente por proteger entre los cuales se presentan:
  - 1. Los combustibles presentes en área que se desea proteger
  - 2. Las condiciones ambientales del lugar en donde se colocará el extintor
  - 3. Quién será el responsable de manipular el extintor durante una emergencia
  - 4. Si se presentan agentes químicos que hagan reaccionar el agente extintor de una manera violenta al mezclarse con los elementos que se puedan encontrar en el ambiente.

## 2.13. Equipo de bombeo y motor del sistema contra incendios

Todo sistema contra incendios debe estar provisto de un equipo de bombeo o un suministro viable como es el caso de los sistemas por gravedad para uso de sistemas contra incendios. Estos equipos deben ser del tipo centrífuga y se pueden acoplar tanto a motores eléctricos como a motores diésel, pero los mismos deben ser listados para uso del sistema contra incendio. Según el manual de disposiciones técnicas de bomberos se solicita en el caso de una bomba diésel que la misma permita su operación continua por un lapso de 8 horas o



en el caso de un motor eléctrico que esté conectado a una planta de energía de energía de emergencia y su transferencia de energía sea automática.

## **2.14. Sistema de tuberías vertical y de mangueras**

Los sistemas de tubería vertical y de mangueras deben estar acorde y cumplir con lo que se indique en la NFPA 14 “Norma para la instalación de Sistemas de montantes y mangueras” edición 2019 en español o con su equivalente en versiones más recientes en inglés.

La instalación de los sistemas basados en gabinetes con manguera tiene como propósito proveer agua para poder combatir contra el fuego en una edificación de manera manual, por lo que la selección de cada sistema varía dependiendo de las condiciones de la edificación.

Se utilizan tres sistemas fijos para la supresión del fuego, los cuales se detallan a continuación:

### **2.14.1 Sistema Clase I**

Requeridos en edificaciones cuya altura supere los 22 m medidos del nivel más bajo de acera hasta el nivel de suelo terminado del último piso habitable. Es un sistema complementario al sistema de rociadores y manipulado únicamente por el cuerpo de bomberos.

Estos sistemas se basan en gabinetes con mangueras cuyas salidas tienen un diámetro nominal de 64 mm (2½”) para uso de bomberos como se observa en la ilustración 2.15. Los sistemas clase I deben proveer al sistema 31,55 l/s (500 GPM) en total y mantener una presión residual de 7,03 kg/cm<sup>2</sup> (100 psi) en las dos últimas tomas alejadas en la edificación 15,77 l/s (250 GPM) en cada una.



**Ilustración 2.15** Gabinete clase I

Fuente: (*Guardian Fire, 2019*)

### 2.14.2 Sistema Clase II

Son requeridos en edificaciones con un área igual o mayor a los 2 500 m<sup>2</sup>, cuya altura sea inferior a 22 m medidos del nivel más bajo de acera hasta el nivel de suelo del último piso habitable y en donde se necesiten menos de 60 m de manguera desde donde se localiza el camión de bomberos hasta el punto más alejado dentro de la edificación.

Diseñados para la manipulación de una brigada contra incendios y como último recurso para las personas de la edificación mientras llegan los equipos de bomberos.

Estos sistemas cuentan con gabinetes de mangueras con salidas de diámetro nominal en 38mm (1½”) para uso de los ocupantes del edificio cómo se observa en la ilustración 2.16. Los sistemas clase II deben proveer al sistema 12,82 l/s (200 GPM) en total y mantener una presión residual de 4,5 kg/cm<sup>2</sup> (64 psi) en las últimas dos tomas más lejanas de la edificación 6,41 l/s (100 GPM) en cada una.



**Ilustración 2.16** Gabinete clase II

Fuente: (*Guardian Fire, 2019*)

### 2.14.3 Sistema Clase III

Estos sistemas son requeridos en edificaciones con un área constructiva igual o mayor a 2 500 m<sup>2</sup>, cuya altura sea inferior a 22 m medidos del nivel más bajo de acera hasta el nivel de suelo del último piso habitable y se necesiten más de 60 m de manguera desde donde se localiza el camión de bomberos hasta el punto más alejado dentro de la edificación.

Los sistemas clase III son diseñados como principal ayuda en caso de un incendio para combatir el fuego, generalmente para el equipo de bomberos, brigadas contra incendios y en última instancia por las personas dentro de la edificación y se observa en la ilustración 2.17.

Estos sistemas se basan en gabinetes con mangueras cuyas salidas tienen diámetro nominal de 38 mm (1½”) para uso de los ocupantes de la edificación y además cuentan con salidas de diámetro nominal de 64 mm (2½”) para uso de bomberos.

Los sistemas clase III deben proveer 31,55 l/s (500 GPM) al sistema en total y mantener una presión residual de 7,03 kg/cm<sup>2</sup> (100 psi) en las últimas dos tomas más distantes en la edificación 15,77 l/s (250 GPM) en cada una.



**Ilustración 2.17** Gabinete clase III

Fuente: (*Guardian Fire, 2019*)

## 2.15. Método de Hazen Williams

Para este trabajo final de graduación se utiliza el método de Hazen Williams para poder calcular las pérdidas de fricción en las tuberías, aunque el método de Darcy-Weisbach se puede usar en cualquier fluido newtoniano, para el caso del agua en sistemas de tuberías es conveniente utilizar la fórmula de Hazen Williams, este método es muy utilizado para diseñar y analizar sistemas con agua. “su aplicación se limita al flujo de agua en tuberías con diámetros más grandes de 0,0508 m y menores a 18,288 m. la velocidad del flujo no debe exceder de 3,05 m/s , se usa para el agua a 15°C” (Mott, 2015, pág. 195), usar esta fórmula para temperaturas más altas o más bajas a la mencionada anteriormente nos daría algún error.

En cuanto a lo que respecta al diseño de rociadores y haciendo uso de la NFPA 13 en su capítulo 27 menciona que para el cálculo de pérdidas por fricción de tubería en sistemas de tuberías con agua se hará uso de la fórmula de Hazen Williams que para el sistema internacional la fórmula que se utiliza es:

$$p_m = 6,05 * \left( \frac{Q_m^{1,85}}{C^{1,85} * d_m^{4,87}} \right) * 10^5 \quad (2.1)$$

Donde:

$p_m$ : resistencia friccional (bars/ m de tubería)

$Q_m$ : flujo (L/min)

$C$ : coeficiente de pérdida por fricción

$d_m$ : diámetro interno real (mm)

## 2.16. Software AutoSPRINK<sup>®</sup>

AutoSPRINK<sup>®</sup> es un programa para el diseño en un ambiente gráfico de diseño asistido por computadora (CAD) para sistemas de protección contra incendio con base en rociadores de agua.

Este programa de modelado en tres dimensiones (3D) para sistemas de supresión de incendios utiliza el método de cálculo hidráulico y como soporte las ecuaciones de Hazen-

Williams y Darcy-Weisbach. Tiene la posibilidad de ingresar datos tanto en sistema métrico como imperial/US, y se pueden diseñar distintas configuraciones de sistemas de supresión (tipo árbol, anillo, bucle, rociadores en estantería, boquillas para sistemas de diluvio y entre otras).

Este software posee una base de datos que incorpora tipos de tuberías con distintas cédulas y materiales, así como accesorios como codos, reducciones, tees, rociadores, mangueras flexibles entre otros accesorios para el uso de sistemas de protección contra incendios de distintos fabricantes como victaulic, tyco, viking o reliable con información técnica como sus dimensiones, pérdidas por fricción y otros; todos estos elementos son ubicados basados en un punto de referencia “benchmark” por lo que la información es interpretada en forma de vectores, es decir cada objeto en espacio posee sus respectivas coordenadas (x ,y , z).

Este software permite la simulación de cálculos hidráulicos y se pueden observar algunas propiedades como velocidades, presiones, caudal en las tuberías, a su vez el mismo varía en sus características según la licencia (lite, profesional o platino) ya que dependiendo de ellas se tiene habilitadas más opciones como para generar cálculos antisísmicos y otras herramientas de suma importancia en el diseño de sistemas contra incendios. En la siguiente ilustración 2.18 se observa el logo del software.



**Ilustración 2.18** Logo Autosprink®

Fuente: (Autosprink, 2019)

### 3. Diseño

En este capítulo del trabajo se hace referencia al diseño del sistema de supresión contra incendios y es fundamentado con información obtenida del manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios e incisos, secciones y capítulos de las normas de NFPA que regulan lo relacionado con el sistema de supresión contra incendios. Además, contempla características y aspectos de la edificación que son necesarios para la selección de la ocupación, tipo de sistema y los elementos que deben poseer según la normativa.

Algunas características de relevancia para el diseño van en función del uso del edificio, cantidad de niveles, su altura y metros constructivos, así como tipo de riesgo que se va a clasificar, también en esta etapa se define la capacidad del equipo de bombeo, materiales, todo para un adecuado diseño y que a futuro se utilice para la apropiada implementación de un sistema de supresión contra incendios.

Al iniciar con la etapa de diseño primeramente se utiliza el diagrama de decisión del manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios y la NFPA 101 conocida como el código de seguridad humana. Como se puede observar en la ilustración 3.1, en este diagrama de decisión se tiene diversos criterios dependiendo de su ocupación específica, su altura, metros constructivos, ubicación de la plataforma de bomberos y cantidad de niveles en el edificio y los mismos dependiendo de cada caso en específico se va trazando una guía y responde sobre qué tipo de sistema requiere la ocupación que se tiene en estudio.

Para la selección del sistema a implementar en este proyecto como primer instancia se sigue el diagrama de toma de decisiones y se revisa la ocupación en específico, la cual se define como un edificio de apartamentos residencial nuevos y se debe seguir todo lo que establece el capítulo 30 (Edificios de apartamentos nuevos) de la NFPA 101, la cual dentro de sus requisitos para extinción en este tipo de ocupación específica en el inciso 30.3.5.1 que

todos los edificios deben estar totalmente protegidos mediante un sistema aprobado y supervisado de rociadores automáticos.

Un aspecto importante en el diseño es que el edificio posee un solo ducto de escaleras como medio de egreso para la evacuación de las personas, cuyo diseño arquitectónico y estructural se basó en una excepción que establece la norma NFPA 101 en el inciso 30.2.4.4. en el apartado (3) donde se menciona que una unidad de vivienda debe de poseer un acceso directo a una escalera que sirva esa unidad solamente, en este punto se les aclaro a los arquitectos que el edificio debía tener dos ductos de escaleras debido que un ducto es solo para la salida de uno de los apartamentos no de los dos, pero debido a que la autoridad competente les dio el visto bueno haciendo uso de esta excepción, la empresa decidió no realizar ningún cambio, aunque luego de un tiempo y de ya estar el proyecto en curso la autoridad competente admite que fue una mala interpretación de parte de ellos de ese inciso , revisando en la norma mencionada anteriormente se clasificó la ocupación de este edificio y entre los requerimiento es necesario que se realice la instalación de un sistema de rociadores automáticos basado en el capítulo 9 de la NFPA 101 y lo que establece la norma NFPA 13 con el fin de ayudar a mejorar la capacidad de supervivencia de los ocupantes ante una eventual emergencia.

Por otro lado, el edificio A también cuenta con características que lo hacen necesitar un sistema de rociadores automáticos, dado que posee una altura superior a 22 m de altura y cada edificio tiene más de 3 niveles y supera un área constructiva de 2 500 m<sup>2</sup> y trazando esos aspectos en el diagrama de toma de decisión se debe instalar este sistema.

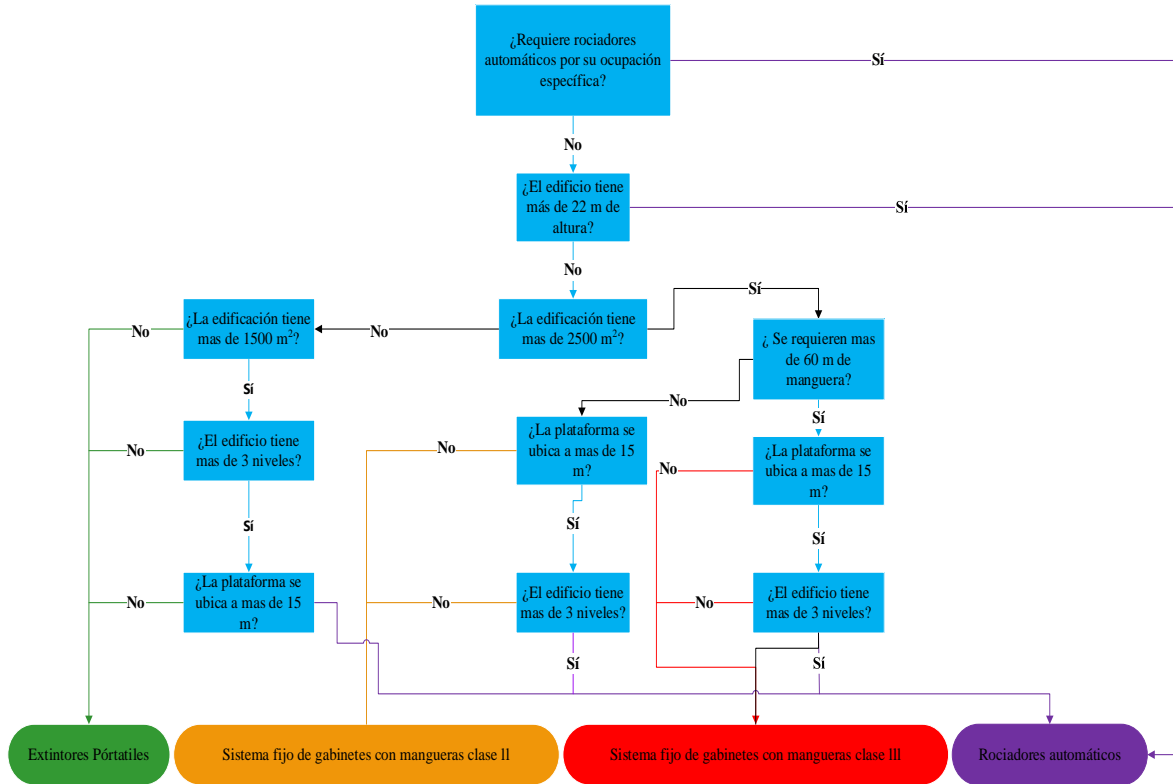


Ilustración 3.1 Diagrama de decisión

Fuente: (Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013)

### 3.1. Selección del sistema fijo y clasificación del riesgo de las ocupaciones

La clasificación del riesgo que se realiza indica que este edificio debe poseer un sistema de rociadores automáticos, por lo que se deben considerar ciertos parámetros para la categorización que se establece en la NFPA 13. Esta edificación cuenta con varias áreas, las cuales se mencionan y clasifican en la tabla 3.1 basado en lo que establece el capítulo 5 (Clasificación de ocupaciones y mercancías) de la norma NFPA 13.



**Tabla 3.1** Clasificación del riesgo según la ocupación de una edificación

<b>Nombre</b>	<b>Descripción según la NFPA 13</b>	<b>Riesgo</b>
Sótano Edificio A	Estacionamientos	Ordinario grupo 1
Apartamentos	Ocupaciones residenciales	Leve
Casa club	Clubes	Leve
Cuarto de máquinas	Cuarto mecánico	Extra grupo 2

Fuente: Autoría propia

### 3.2. Limitaciones del área de protección del sistema

En la sección 2.7.10 del presente trabajo se menciona la limitación del área según el tipo de riesgo, el sistema que se diseña en este trabajo final de graduación contempla estas limitaciones de área para cada riesgo para este tipo de tuberías, por lo que el área de sótanos se contempló como un riesgo ordinario grupo 1, y en el caso de los apartamentos de este edificio entran en la categoría de riesgo ligero, con lo que respecta a casa máquinas se clasifica como riesgo extra grupo 2 por contener un tanque de diésel para el motor de la bomba contra incendios.

También en el diseño del sistema de rociadores para este edificio de apartamentos, se tendrán dos tuberías verticales, ubicadas dentro del ducto de escaleras.

### 3.3. Selección de rociadores

Con respecto a la elección de rociadores, se utilizaron varios tipos en la distribución del proyecto, en donde se contempla las características basadas en el tipo de riesgo, tipo de respuesta, tipos de cielos, elementos estructurales, cobertura, temperaturas de activación, acabados y que toman gran importancia. En la siguiente tabla 3.2 se puede observar la información técnica de los rociadores y en el anexo E se pueden apreciar un detalle de estos. Se realiza una descripción por nivel de cada selección a continuación:

**Tabla 3.2** Tipos de rociadores utilizados en el diseño del proyecto.

Fabricante	Modelo	Tipo de Rociador	Factor K	Cobertura	Tipo de respuesta	Tamaño de rosca (NPT)	Temperatura	Acabado	Ubicación
TYCO	TY5137	Montante	160 L/min/(bar) <sup>1/2</sup> (11,2 gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Extendida	Estándar	19 mm (3/4")	68 °C (155 °F)	Bronce	Sótanos
TYCO	TY313	Montante	80 L/min/(bar) <sup>1/2</sup> (5,6 gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Estándar	Rápida	13 mm (1/2")	68 °C (155 °F)	Bronce	Sótanos/ Escaleras
TYCO	TY323	Colgante	80 L/min/(bar) <sup>1/2</sup> (5,6 gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Estándar	Rápida	13 mm (1/2")	68 °C (155 °F)	Bronce	Sótanos
TYCO	TY3596	Colgante Oculito	70,6 L/min/(bar) <sup>1/2</sup> (4,9 gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Extendida	Rápida	13 mm (1/2")	71°C (160 °F)	Blanco	Apartamentos
TYCO	TY3331	Pared	80 L/min/(bar) <sup>1/2</sup> (5,6 gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Estándar	Rápida	13 mm (1/2")	68 °C (155 °F)	Bronce	Sótanos
TYCO	TY4151	Montante	115 L/min/(bar) <sup>1/2</sup> (8,0 gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Estándar	Estándar	19 mm (3/4")	68 °C (155 °F)	Bronce	Casa máquinas

Fuente: Autoría propia

**Nivel -3 y -4:** En estos niveles se tienen zonas con clasificación de riesgo ligero, con zonas en donde se tiene cielos tipo Gypsum y otras áreas con losa expuesta. La selección de rociadores se basó en los aspectos mencionados anteriormente y se diseñó con dos tipos de rociadores para estos niveles.

El primer tipo es un rociador colgante, respuesta rápida, cobertura estándar, factor k 80 L/min/(bar)<sup>1/2</sup>, tamaño de la rosca 13 mm, temperatura de activación de 68 °C con acabado en bronce modelo TY323, instalados mediante mangueras flexibles trenzadas de 13 mm por 1,20 m de longitud para las zonas con cielo tipo gypsum, por otro lado en las áreas en donde se tiene losa expuesta el segundo tipo es un rociador montante, respuesta rápida, cobertura estándar, factor k 80 L/min/(bar)<sup>1/2</sup>, tamaño de la rosca 13 mm, temperatura de activación de 68 °C con acabado en bronce modelo TY313 .

**Nivel -2:** Se tiene zonas de riesgo ordinario en donde se tiene solo áreas con losa expuesta.

La selección de rociadores se basó en estos aspectos y se diseñó con tres tipos de rociadores para estos niveles. El primer tipo es un rociador montante, respuesta estándar, cobertura extendida (6,1 m x 6,1 m), factor k 160 L/min/(bar)<sup>1/2</sup>, tamaño de la rosca 19 mm, temperatura de activación de 68 °C con acabado en bronce modelo TY5137. Este tipo de cobertura se definió debido a que las vigas en este sótano están separadas entre sí aproximadamente 6 m, por lo tanto, un único rociador con esta cobertura cubre el área de protección y se minimiza la cantidad de rociadores; esto desde el punto de vista económico y de facilidad de instalación, siendo más rápido instalar solo un rociador en un sector que no

dos rociadores de cobertura estándar TY313 como en el nivel anterior. Por otro lado en las áreas en donde se tiene losa expuesta y los elementos estructuras no afectan como el primer caso se tiene un segundo tipo de rociador montante, respuesta rápida, cobertura estándar, factor  $k 80 \text{ L/min}/(\text{bar})^{\frac{1}{2}}$ , tamaño de la rosca 13 mm, temperatura de activación de 68 °C con acabado en bronce modelo TY313 y por último el tercer tipo de rociador es para la protección de ascensores en donde se utiliza rociador de pared horizontal, respuesta rápida, cobertura estándar, factor  $k 80 \text{ L/min}/(\text{bar})^{\frac{1}{2}}$ , tamaño de la rosca 13 mm, temperatura de activación de 68 °C con acabado en bronce modelo TY3331.

**Nivel -1 hasta el nivel 7 y mezanine.** Se tiene zonas de riesgo ligero en donde se tiene apartamentos residenciales con cielos tipo suspendido y de gypsum, también se tiene áreas comunes. La selección de rociadores se basó en estos aspectos y se diseñó con dos tipos de rociadores para estos niveles. El primer tipo es un rociador tipo residencial colgante oculto con cobertura color blanco, respuesta rápida, cobertura extendida, factor  $k 70,6 \text{ L/min}/(\text{bar})^{\frac{1}{2}}$ , tamaño de la rosca 13 mm, temperatura de activación de 71 °C con acabado en blanco modelo TY3596 instalados directa CPVC, por otro lado, en las áreas de pasillos de áreas comunes se utilizó el mismo rociador. Cabe mencionar que la selección se basó en aspectos normativos, ya que la NFPA 101 recomienda la utilización de rociadores residenciales o de respuesta inmediata en el anexo A.31.3.5.2 con la ventaja que los mismos son de cobertura extendida y se minimiza la cantidad de rociadores en las viviendas debido a su mayor área de cobertura, el tipo oculto fue solicitado por el arquitecto de la edificación, así como el color blanco de los mismos.

Otro aspecto cada nivel de por medio se debe instalar un rociador montante respuesta rápida, cobertura estándar, factor  $k 80 \text{ L/min}/(\text{bar})^{\frac{1}{2}}$ , tamaño de la rosca 13 mm, temperatura de activación de 68 °C para el vertedero de basura.

**Casa máquinas.** Para esta zona el riesgo es extra grupo 2, en este se tiene la bomba contra incendios con motor de diésel, la cual según la NFPA 20 en su sección 4.13.1.3 de la versión

2016 indica que éstas se deben proteger de acuerdo a NFPA 13 como riesgo extra grupo 2.

Los rociadores para la protección de casa máquinas tienen las siguientes características es un rociador montante, con respuesta rápida, cobertura estándar, factor k 115 L/min/(bar)<sup>1/2</sup>, tamaño de la rosca 19 mm, temperatura de activación de 68 °C con acabado en bronce modelo TY4151.

### 3.4. Selección del material de tuberías aéreas y subterráneas

La selección de tuberías se divide en dos, utilizadas de forma aérea y subterránea. En las zonas exteriores donde se encuentran las calles y áreas verdes la tubería se selecciona de manera subterránea y en lo interno del edificio se tienen tuberías de acero y Policloruro de vinilo clorado (CPVC). La tabla 2.13 del presente documento brinda opciones de fabricación basadas en varias normas; por lo que, al analizar el tipo de material más común en el país, su facilidad de instalación, disponibilidad e información técnica y bajo costo en comparación al polietileno de alta densidad se elige tuberías de presión de cloruro de polivinilo (PVC) DR 14 basados en el estándar de la asociación americana de servicios de aguas “American Water Works Association” (AWWA). Para este diseño se utiliza la red exterior con diámetros de 150 mm (6”), esto basado en cálculos hidráulicos y relacionado a que también al tener una red de hidrantes es normativo mantener en este diámetro, se detalla lo anterior más adelante. En la siguiente ilustración 3.2 se muestra las tuberías de PVC C900.



**Ilustración 3.2.** Tubería PVC C900 listada UL y aprobada FM.

Fuente: (Durman, 2020)

En el edificio se selecciona tuberías de acero utilizando como referencia lo que se indica en la tabla 2.11 del presente documento, por lo que la elección se basa en tuberías cedula 10 y 40 de acero al carbono para tubos con y sin costuras como se muestra en la ilustración 3.3, bajo las normas de la asociación americana de ensayo de materiales “American Society of Testing Materials” (ASTM), usando las normas ASTM A795 y A53 a excepción de las tuberías que se seleccionan para el diseño dentro de los apartamentos, en estos se utilizan tuberías no metálicas.



**Ilustración 3.3** Tuberías aérea de acero cedula 10.

Fuente: (Tecnoval, 2020)

En las zonas con clasificación de riesgo ligero y la norma NFPA 13 permite que se utilicen distintos tipos de tuberías, entre ellos se selecciona las de Policloruro de vinilo clorado (CPVC) bajo la norma ASTM F 442, ya que a nivel de diseño brinda mejores características hidráulicas, facilidad de montaje, menor carga en las estructuras, se tiene documentación técnica y por último también a solicitud del cliente. En las siguientes ilustraciones 3.4 se muestra las tuberías de CPVC.



**Ilustración 3.4** Tuberías aéreas de CPVC, blazemaster.

Fuente: (Durman, 2020)

### 3.5. Diseño de la red de hidrantes y su separación

Como parte del diseño para la protección de las edificaciones, se realiza una distribución de hidrantes, a los cuales se les suministra agua por medio de la red exterior y esto se define con base en lo que se establece en el país en el reglamento de la ley Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público y Reforma de Leyes Conexas N° 8641, el cual menciona y hace referencia a lo descrito en la NFPA 1 y en temas relacionados con caudal y presión la norma NFPA 291, la cual indica que la presión residual de cada hidrante debe de ser de 1,41 Kg/cm<sup>2</sup>. En la ley anteriormente indicada se establece que la distancia lineal entre los hidrantes deberá ser de 180 m excepto en las zonas rurales. En el diseño de supresión para la red exterior del complejo habitacional en donde se encuentran los tres edificios de este proyecto se revisa las coberturas y separaciones para definir qué se necesita colocar 3 hidrantes multivalvulares con una distancia lineal de 180 m y se conectan a una tubería subterránea de 150 mm (6”) según lo estipulado en capítulo 3.7.6 del manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios y solo se permiten diámetros de 100 mm (4”) cuando estos se conecten a una red de agua potable existente.



**Ilustración 3.5** Hidrante James Jones Modelo J4060ER

Fuente: *(Válvulas y equipo, 2020)*

Por otro lado, también como parte del diseño se contempla la instalación de un futuro hidrante en el acceso vehicular principal del condominio, separado a una distancia superior

a los 12 m con respecto de los edificios dentro de la propiedad, instalado a la red pública en un diámetro no inferior a 150 mm (6”), esto basado en la sección 3.7.6.a del manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios para edificios que superan un área de construcción igual o superior a 2000 m<sup>2</sup>.

### 3.6. Distribución y distancia de separación de extintores

La distribución de extintores en los niveles del edificio A, el cual cuenta con el diseño del sistema de supresión de incendios con rociadores automáticos, debe según el manual de disposiciones técnicas y generales sobre seguridad humana y protección contra incendios de forma complementaria implementar la distribución de extintores portátiles.

En el edificio se incluye el diseño de la distribución de extintores debido a que según el manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios en su sección 3.7.4 a este sistema de rociadores se le debe de incluir un sistema clase 1 fijo de gabinetes el cual se encuentra en la sección 3.7.1 pero como requerimientos en la sección 3.7.2 menciona que se debe contar de manera complementaria extintores portátiles.

Por lo tanto, se toma en cuenta la clase de fuegos que se pueden producir en las distintas ocupaciones con las que cuenta este edificio en donde podremos encontrar camas de madera, riesgo eléctrico o por uso de algún derivado del petróleo por dar ejemplos, teniendo esto claro se clasifica como fuegos clases A, B y C.

Se selecciona para toda la edificación, extintores tipo ABC polvo químico seco con clasificación y potencial de extinción para la ocupación de riesgo más crítica como se muestra en ilustración 3.6, por lo tanto los valores establecidos son de 4-A para riesgo clase A, 80-B para riesgo clase B y C para riesgo C, con una capacidad de 4,54 kg y esto a su vez nos indica que su distancia de recorrido máxima es 15 m, esto basado en los tamaños y colocación de

extintores que establece NFPA 10 en las secciones 6.2, 6.3 y 6.4 y cumpliendo con lo dispuesto en el manual en el capítulo 3.6.2.

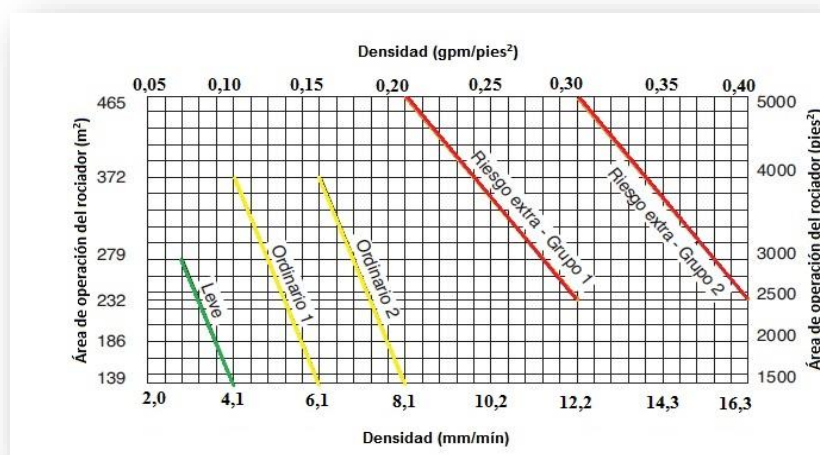


**Ilustración 3.6** Extintor tipo ABC marca Amerex

Fuente: (Amerex Fire, 2020)

No se realiza la distribución de ningún tipo de extintor dentro de los departamentos residenciales, la distribución de extintores realizada en planos le da cobertura al proyecto de manera completa, los extintores en los interiores de los apartamentos se consideran adicionales según lo consultado con la autoridad competente.

### 3.7. Densidad de flujo por área



**Ilustración 3.7** Curvas de densidad/ área

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)



Para lo que respecta en cuanto a los criterios de diseño se utiliza el método de área y densidad. En la ilustración 3.7 se observa que dependiendo del riesgo de la ocupación se selecciona la densidad y el área de operación del rociador, en este diseño se hizo uso solamente de las densidades debido a que se trabajó el área de operación de acuerdo con las fichas técnicas de cada rociador. Como se mencionó en párrafos anteriores para estas ocupaciones de riesgo leve, riesgo ordinario grupo 1 y riesgo extra grupo 2, las densidades de aplicación corresponden respectivamente de 4,1 mm/min (0,10 gpm/ pies<sup>2</sup>) y 6,1 mm/min (0,15 gpm/ pies<sup>2</sup>), 16,3 mm/min (0,40 gpm/ pies<sup>2</sup>); este último dato se utiliza para la protección con rociadores en la casa máquinas del sistema de bombeo del sistema de rociadores.

### **3.8. Selección de toma inyección de agua hacia el sistema**

Para la elección de la toma de inyección de agua hacia el sistema (toma siamesa) se diseñó de acuerdo con la sección 3.7.2.f del Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios y el inciso 7.12.2.1 de la NFPA 14, donde se menciona que debe requerirse mínimo una conexión del cuerpo de bomberos para cualquier sistema de montantes.

En lo que respecta al diseño para la inyección de agua hacia el sistema, se tiene una toma siamesa en diámetro de 150 mm (6") conectada a la red exterior y como se muestra en la ilustración 3.8 la misma cuenta con tres entradas de 65 mm (2½") y se debe tener una toma siamesa para cada edificio.



**Ilustración 3.8** Toma Siamesa

Fuente: (*Guardian Fire, 2020*)

Las conexiones de toma siamesa deben contar con una válvula de retención (check) y clapetas en sus entradas.

### 3.9. Cálculos hidráulicos y dimensionamiento del equipo de bombeo

La sección 3.7.2 b) del manual de Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, indica que la bombas contra incendios deben ser unidades de bombeo tipo centrífugas accionadas por un motor de combustión interna tipo diesel y este debe de tener una reserva de combustible para operación continua de 8 horas, se pueden utilizar tambien motores eléctricos siempre y cuando se encuentre conectado a una planta de energía de emergencia y su transferencia de energía sea automática.

Basado en lo anterior y tomando en cuenta la solicitud del propietario el tanque de agua del sistema de supresión de incendios es subterráneo, por lo tanto el equipo de bombeo es del tipo succión vertical. Por otro lado, la bomba va a ser acoplada a un motor de combustión interna diesel, por temas relacionados a confiabilidad, inversión económica y con el objetivo que no se deba tener que pagar el consumo de energía a futuro.

Posterior a ello se establecen las otras condiciones principales del equipo de bombeo, en donde se selecciona el caudal y presión basados en la demanda más crítica del sistema. Por

lo tanto para el caudal de la bomba se toma en consideración la demanda de las últimas dos tomas clase 1 más lejanas del sistema, cuya demanda es de 946 L/ min (250 gpm) por cada toma, al obtener un total de 1 892 (500 gpm) y adicional a ello la NFPA 14 establece que por cada tubería montante adicional se debe agregar a la demanda total 946 L/ min (250 gpm), lo cual en este caso aplica ya que el diseño contiene otro montante que suministra caudal a las tomas ubicadas en los niveles -2 y nivel -3 y -4, por lo tanto al realizar la suma se tiene que el caudal necesario y más crítico es de 2 839 L/ min (750 gpm).

Adicionalmente a lo anterior se realiza otros cálculos hidráulicos por medio del software autosprink® con base en los criterios de área y densidad y sus respectivas reservas de manguera que establece la NFPA 13 para el sistema de rociadores y con ello poder verificar si este caudal también puede suplir la demanda del sistema de rociadores; al observar la tabla 3.3 la demanda más crítica en las distintas ocupaciones del sistema de rociadores es en el parqueo vehicular con su riesgo ordinario grupo I en donde la demanda es de 2 582 L/min (682 gpm) y al comparar esta demanda de rociadores con la demanda total del sistema de tuberías montantes obtenido anteriormente, el sistema de rociadores genera una demanda menor que la de las tomas clase 1 y por lo tanto un equipo de bombeo con una capacidad nominal de 2 839 L/min (750 gpm) satisface la demanda tanto del sistema de rociadores y del sistema de tuberías montantes para las tomas clase 1.

Ahora lo que respecta para la presión que requiere este equipo de bombeo se realizan de igual manera varios cálculos hidráulicos por medio del software autosprink® y de los siete cálculos, se tiene que los más demandantes en presión corresponden a las tomas clase 1 ubicadas en el edificio A y C (el edificio C, no es parte del alcance de este proyecto, más sin embargo estos edificios son idénticos “típicos” por lo tanto el edificio C al estar ubicado en una zona más alejada se realiza un cálculo hidráulico con el objetivo que el equipo de bombeo pueda suplir las demandas de caudal y presión para ese edificio también, se va tener solo un equipo de bombeo para los edificios).

También se puede apreciar que el dato más crítico en presión corresponde a la zona de parqueo vehicular con una presión de 11,8 bar (172 psi) y las tomas clase 1 mencionadas anteriormente generan una demanda de 11,5 bar (167 psi) para el edificio C y de 10,9 bar (159 psi) para el edificio A, por lo tanto con base en los datos obtenidos se establece que un equipo de bombeo con una presión nominal de 12,7 bar (185 psi) suple la demanda del sistema de rociadores y del sistema de tuberías montantes para las tomas clase 1.

Cabe mencionar que se considera para el equipo de bombeo un factor de seguridad de un 10% aproximadamente, esto basado en una relación de caudal y presión que brinda el software utilizado y el mismo es basado en la demanda más crítica, ya que en los sistemas en donde la presión es inferior a la más crítica, ese valor aumenta.

Con respecto al caudal del sistema, no se considera un factor de seguridad adicional debido a que la norma NFPA 20 establece que un equipo de bombeo puede trabajar a un 150% de su caudal nominal por lo tanto se puede obtener un caudal de 4 259 L/min (1125 gpm) y con ellos suplir la demanda de todos los sistemas.

**Tabla 3.3** Cálculo Hidráulico del sistema

Riesgo	Sistema	Demanda	Demanda	Presión	Presión	Reserva mangueras	Reserva mangueras
		(L/min)	(gpm)	(bar)	(psi)	(L/min)	(gpm)
Tomas clase I	Toma clase I (Edificio C)	2 839	750	11,566	168	0	0
Tomas clase I	Toma clase I (Edificio A)	2 839	750	10,832	157	0	0
Ligero	Nivel N+7 mezzanine (Edificio A)	700	185	7,177	105	380	100
Ligero	Nivel N+7 (Edificio A)	886	234	7,3	107	380	100
Ordinario grupo I	Parqueo Vehicular (Edificio A)	2 582	682	11,8	172	950	250
Extra grupo II	Cuarto de máquinas	2 079	549	2,08	30	1893	500
Ligero	Casa club (Edificio A)	1 340	354	4,1	59	379	100

Fuente: Autoría propia

Como se puede observar en la tabla 3.3, se realiza los siete cálculos hidráulicos más representativos y que abarcan cada uno de los tipos de riesgos presentes en el diseño como

lo son riesgo ligero, ordinario y extra, en las zonas más críticas como lo son el nivel 7 y su mezanine, las tomas clase 1, la zona de rociadores de cobertura extendidas en sótano, el área de casa club que es un riesgo ligero pero distinto a los residenciales y por último el de casa de máquinas. Cada cálculo se realiza por medio del software autosprink®, el mismo utiliza por defecto el método de Hazen-Williams de manera predeterminada, cumpliendo con lo que se establece en la sección 27.2 de la NFPA 13, basados en las tablas de longitudes equivalentes, pérdidas, factores C y todos los aspectos solicitados en las normas que se ajustan ya por defecto en el software del fabricante y se pueden consultar en el anexo C.

### 3.10. Dimensionamiento de los elementos de casa máquinas

En la tabla 3.4 se pueden observar los tamaños mínimos de tuberías con los cuales se basa el diseño para una bomba con capacidad de 2839 L/min (750 gpm), en donde su succión y descarga es de 150 mm (6”), su válvula de alivio en 100 mm (4”) y la descarga de la válvula de alivio en 150 mm (6”), su cabezal de pruebas debe poseer tres salidas de manguera con un tamaño de 65 mm (2½”) y el suministro del cabezal de manguera es en 150 mm (6”).

**Tabla 3.4** Tamaños de componentes de casa máquinas

Clasificación de bomba L/min (GPM)	Tamaños mínimos de tuberías Nominal mm (in)					
	Succión mm (in)	Descarga mm (in)	Válvula de alivio mm (in)	Descarga de válvula de alivio mm (in)	Cantidad y tamaño de manguera mm (in)	Suministro de cabezal de manguera mm (in)
<b>1 892 (500)</b>	125 (5)	125 (5)	100 (4)	125 (5)	2 – 65 2 – 2-1/2	100 (4)
<b>2 839 (750)</b>	150 (6)	150 (6)	100 (4)	150 (6)	3 – 65 3 – 2-1/2	150 (6)
<b>3 785 (1 000)</b>	200 (8)	150 (6)	150 (6)	200 (8)	4 – 65 4 – 2-1/2	150 (6)
<b>4 731 (1 250)</b>	200 (8)	200 (8)	150 (6)	200 (8)	6 – 65 6 – 2-1/2	200 (8)

Fuente: Autoría propia

La ubicación del cabezal de pruebas es dentro de casa maquinas, ya que el mismo descarga el flujo hacia el tanque con propósito de no desperdiciar agua de las pruebas del sistema y se necesita como parte del diseño unas lanzas (play pipe) para que el fluido sea direccionado de forma regulada por el orificio de salida y no en chorros de agua dentro de casa máquinas.

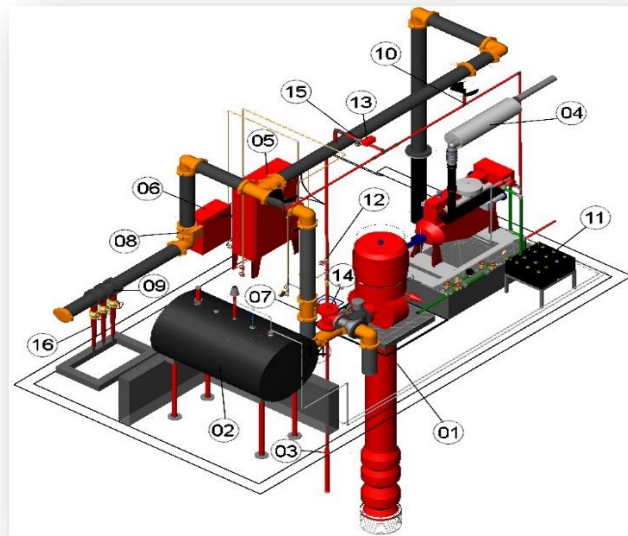
En la ilustración 3.9 se muestran las lanzas para la descarga del cabezal de pruebas.



**Ilustración 3.9** Lanzas de cabezal (Play pipe)

Fuente: (*Guardian Fire, 2020*)

En la ilustración 3.10 se observa el diseño de casa máquinas, en el cual se representan los elementos que se hacen referencia en la tabla anterior. Se puede observar también los controladores de la bomba principal y la bomba jockey, las lanzas (play pipe) que descargan hacia el tanque, el tanque de reserva de diésel con su dique de contención, el motor diésel de la bomba con su mufla en su pedestal, las baterías, sus rociadores con su debido drenaje y sus tuberías con accesorios y válvulas según los tamaños indicados en la NFPA 20.



**Ilustración 3.10** Diseño de casa máquinas

*Fuente: Autoría propia*

En la ilustración 3.10 se observa el diseño de casa máquinas basado en lo que establece la norma NFPA 20 en el cual se representan los elementos que se hacen referencia en la tabla anterior. Adicionalmente, se nombran a continuación cada uno de los elementos enumerados:

- (1) Bomba principal tipo succión vertical
- (2) Tanque de reserva de diésel con su dique de contención
- (3) Bomba jockey
- (4) Silenciador y escape de motor de combustión interna
- (5) Controlador de la bomba principal
- (6) Controlador de la bomba jockey
- (7) Válvula de retención (Check)
- (8) Válvula mariposa monitoreada
- (9) Cabezal de pruebas
- (10) Rociadores automáticos

- (11) Juego de baterías
- (12) Válvula de compuerta
- (13) Detector de alarma de flujo
- (14) Válvula de alivio de presión
- (15) Válvula de control
- (16) Lanza de descarga (play pipe)

### 3.11. Dimensionamiento del tanque y toma directa de bomberos

La capacidad del tanque de captación de agua mínima requerida para alimentar el sistema de supresión de incendios se define en dos factores importantes, el primero es el tiempo de suministro de agua para el riesgo y el segundo es la demanda del sistema. Todo lo relacionado al dimensionamiento del tanque se basa en consideraciones establecidas en la NFPA 22 y el manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios en la sección 3.7.2.c) y la NFPA 13.

**Tabla 3.5** Cálculo de volumen del tanque del sistema

Riesgo	Sistema	Demanda Total	Demanda Total	Tiempo suministro de agua	Volumen del tanque	Volumen del tanque
		(L/min)	(gpm)	min	(m <sup>3</sup> )	(gal)
Tomas clase I	Toma clase I (Edificio C)	2 839	750	30	85	22 500
Tomas clase I	Toma clase I (Edificio A)	2 839	750	30	85	22 500
Ligero	Nivel N+7 mezzanine (Edificio A)	700	185	30	21	5 548
Ligero	Nivel N+7 (Edificio A)	886	234	30	27	7 020
Ordinario grupo I	Parqueo Vehicular (Edificio A)	2 582	682	60	155	40 920
Extra grupo II	Cuarto de máquinas	2 079	549	90	187	49 410
Ligero	Casa club (Edificio A)	1 340	354	30	40	10 620

Fuente: Autoría propia

En la tabla 3.5 se puede observar el cálculo de volumen para cada uno de los sistemas, en donde el volumen se obtiene al multiplicar la demanda total del sistema, la cual ya incluye



su reserva de mangueras, por el tiempo de suministro de agua. Esto se establece por medio de la siguiente ecuación:

$$V = Q * t \quad (3.1)$$

Siendo:

V: volumen mínimo utilizable ( $m^3$ )

Q: caudal de demanda más crítica, incluyendo reserva de mangueras (L/min)

t: tiempo de suministro de agua para el riesgo (min)

El riesgo que posee el mayor volumen debido a su tiempo de suministro de agua es el riesgo extra grupo 2, para el cuarto de máquinas y al realizar el cálculo del volumen la capacidad es de  $187 m^3$  siendo el más crítico, sin embargo se consulta a la autoridad competente cuál debería ser el riesgo por considerar para este sistema para el cálculo del tanque de protección contra incendios, debido a que este riesgo realmente no es el más crítico al ser una zona alejada y solo posee dos rociadores y utilizar solo esta ocupación para determinar la totalidad del sistema sería excesivo según la respuesta por parte de la autoridad competente, es que solo se contemple la demanda de los rociadores aproximadamente 189 L/min (49 gpm) y no se incluya la reserva de agua de 1892 L/min (500 gpm) para este riesgo.

Teniendo esto claro, se calcula el volumen del tanque con el riesgo siguiente más crítico, el cual es el correspondiente a la zona de parqueos con un riesgo Ordinario y un tiempo de suministro de agua de 60 minutos como se muestra a continuación:

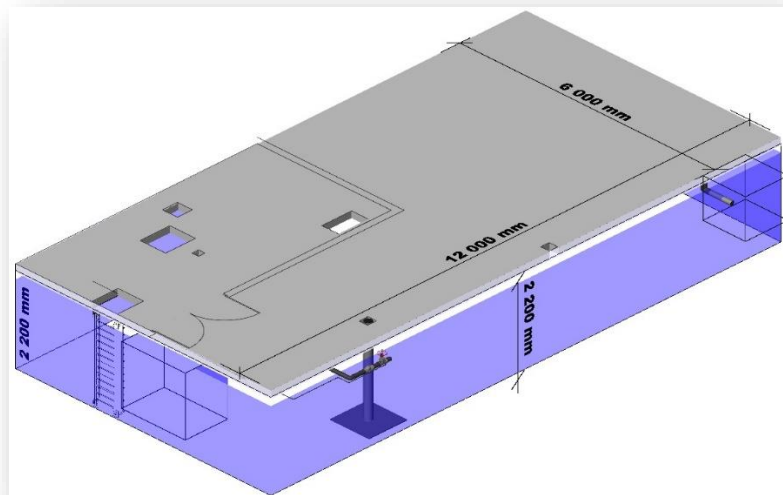
$$V = 2\,582 \text{ L/minutos} * 60 \text{ minutos}$$

$$V = 154,92 \text{ L}$$

Al realizar la conversión de litros a  $m^3$ , al utilizar la equivalencia que  $1 \text{ L} = 0,001 m^3$  se tiene aproximadamente que el volumen necesario tanto en metro cúbicos como en galones al utilizar la equivalencia de que  $264,2 \text{ gal} = 1 m^3$  es de:

$$V = 155 m^3 (40\,946,7 \text{ galones})$$

Posterior a ello, ya con la capacidad del volumen mínimo utilizable del tanque definida se procede con el tipo y dimensionamiento del tanque. El tipo se selecciona de manera subterránea a solicitud del propietario y el dimensionamiento como se observa en la ilustración 3.11 es la siguiente: 12 m de largo, 6 m de ancho y 2,20 m de profundidad, al obtener una capacidad real final de 158 m<sup>3</sup>(41 739 galones). Cabe aclarar que el volumen obtenido es únicamente para la demanda del sistema de supresión de incendios y no para ningún otro proceso.



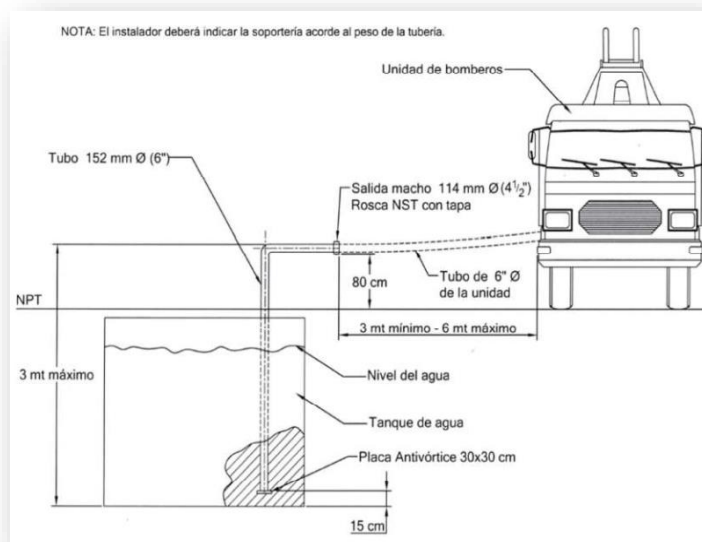
**Ilustración 3.11** Isométrico tanque de agua para protección contra incendios

*Fuente: Autoría propia*

Haciendo énfasis en lo que respecta a la delimitación en la profundidad del tanque de 2,20 m en este diseño, ya que ese valor se establece para poder cumplir con la longitud vertical máxima para la toma de suministro de agua de bomberos que se indica en la sección 3.7.2 del manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios en la sección 3.7.2.c) para un tanque subterráneo.

Como se muestra en la ilustración 3.12 la autoridad competente indica que la toma directa para el camión de bomberos debe poseer una longitud máxima vertical de 3 m desde el centro de la toma hasta el fondo del tanque, y adicionalmente la misma debe estar ubicada a 0,80 m con respecto del nivel de piso terminado (NPT), por lo tanto, la profundidad del tanque establecida es la máxima permitida para cumplir con la normativa. Adicionalmente la toma debe ubicarse accesible a la máquina de bomberos a una distancia máxima horizontal de 3 m mínimo y 6 m máximo entre la máquina.

También la toma directa de bomberos debe contar con una placa anti vórtice ubicada a 0.15m del fondo y la misma debe ser en 150 mm (6") con un adaptador de 114 mm (4½") de diámetro con una terminal en rosca macho y la tapa correspondiente. En este caso se consulta con la autoridad competente sobre 3.7.2.c) de su manual y al revisar la norma NFPA 1142, al ser un tanque subterráneo no es necesario que deba tener una válvula de compuerta de vástago ascendente como en el caso de los tanques aéreos.



**Ilustración 3.12** Toma directa de succión para camión de bomberos

*Fuente: Autoría propia*

### 3.12. Distribución de soportes y cálculos antisísmicos

Con respecto de la distribución de soportes en el diseño para las tuberías del sistema de supresión de incendios, se realiza basado en el capítulo 17 y 18 de la NFPA 13. En este diseño se tiene tuberías aéreas de acero, cobre y también de policloruro de vinilo clorado (CPVC), por lo tanto basados en la tabla 17.4.2.1(b) en la NFPA 13, se especifica que la distancia máxima entre soportes colgantes para la tuberías va ser en función de su diámetro, por ende para la distribución de los soportes en tuberías de acero se considera una separación máxima de 3,7 m para diámetros de 25 mm (1”) y 32 mm (1¼”) y una separación de 4,6 m para tuberías de 40 mm (1½”) y hasta 150 mm (6”) que es el diámetro mayor en este diseño.

La separación de soportes para la tubería de CPVC se distribuye con separaciones de 1,7 m para diámetros de 20 mm (3/4”), de 1,8 m para diámetros de 25 mm (1”), 2 m para diámetros de 32 mm (1¼”), 2,1 m para diámetros de 40 mm (1½”) y de 2,4 m para diámetros de 50 mm (2”), siendo este el de mayor diámetro de ese material en este diseño.

Estos datos se pueden observar en la ilustración 3.13 en donde también se puede apreciar que las tuberías de cobre para el cuarto de máquinas de 20 mm (3/4”) o inferiores, como en este caso que se tiene tuberías de 13 mm (1/2”) para las líneas de censado.

	Tamaño nominal de tubería (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Tubería de acero, excepto de pared delgada roscada	NA	3.7	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 roscada	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

NA: No aplicable.

**Ilustración 3.13** Tabla para soportería para tubería CPVC

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

Para los requisitos generales de protección sísmica la NFPA establece en su capítulo 18 que las tuberías principales y de alimentación con un diámetro igual o superior a los 65 mm (2½”) deben poseer arriostramientos anti oscilantes para resistir las cargas sísmicas. En el nivel normativo se establecen que los arriostramientos laterales no deben exceder un intervalo máximo de 12,2 m, los arriostramientos longitudinales de 24,4 m entre centros y 7,6 m los arriostramientos anti oscilantes en los montantes “riostra cuatro vías” para montantes con una longitud superior a 2,1 m.

Las distancias indicadas anteriormente se basan en distancias máximas permitidas, pero se realiza un cálculo sísmico que permita confirmar que los elementos del conjunto de montaje sísmico tienen la suficiente capacidad de carga para poder separarlas a las distancias máximas o si deben ser inferiores para poder soportar ante un sismo, y el mismo se realiza con la ayuda del programa TOLBrace™ de la marca Eaton. Este programa solicita que se ingrese una serie de datos relacionados con la zona, tipo, edificación y como datos técnicos de diseño que se mencionan a continuación:

### **3.12.1 Tipo de diseño**

Si es el mismo es basado en NFPA o algún otro requisito como algún asegurado similar a Factory Mutual (FM) u otra entidad.

### **3.12.2 Tipo soporte**

El programa solicita el tipo de soporte, si se selecciona un tipo lateral, longitudinal o riser.

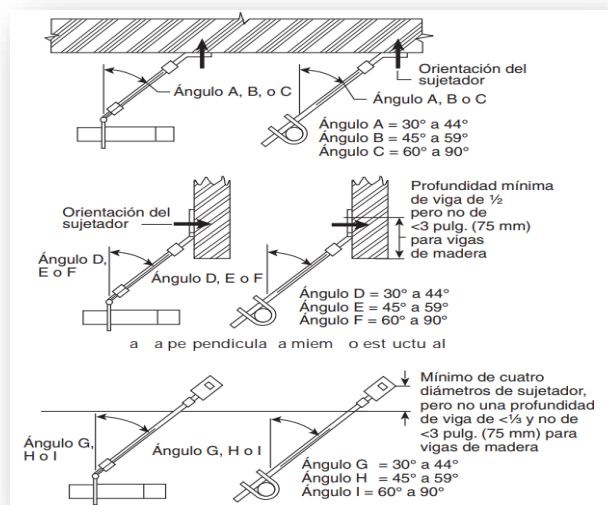
### **3.12.3 Coeficiente sísmico “Cp”**

Según el inciso de 18.5.9.5 de la NFPA 13 y al consultar con la autoridad competente se indica que el mismo puede ser igual o superior a un valor  $C_p = 0,5$ , por lo tanto se procede a revisar los datos del código sísmico del país y se obtiene que la zona en donde se ubica el condominio en Escazú posee un sitio de cimentación (es el lugar de emplazamiento de una edificación para efectos de considerar las condiciones dinámicas del sitio en la demanda sísmica) es tipo  $S_3$ , esto quiere decir que posee un perfil de suelo con 6 m a 12 m de arcilla,

de consistencia suave a medianamente rígida o con más de 6 m de suelos no cohesivos de poco a mediana densidad, por lo tanto al analizar la información esto lleva al resultado un valor de  $C_p = 0,64$ .

### 3.12.4 Orientación

Como se observa en la ilustración 3.14 se basa en la designación de la categoría de ángulo, basada en el ángulo de la riostra y la orientación del sujetador, las cuales pueden ser desde los tipos A, B, C, D, E, F, G, H o I; estos ángulos van desde los  $30^\circ$  a  $45^\circ$  para los tipo A, D y G, de  $45^\circ$  a  $60^\circ$  para los tipos B, E y H y de  $60^\circ$  a  $90^\circ$  para los tipos C, F o I. Para los cálculos se realiza con el tipo B, debido a que los mismos serán colocados de manera vertical a una losa de concreto.



**Ilustración 3.14** Orientación del sujetador para soportes

Fuente: (NFPA, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, 2019)

### 3.12.5 Tubería dentro de la zona de influencia y ramales

El programa solicita la separación a la que se tienen ubicados los soportes, así como las longitudes de tuberías dentro de la zona de influencia y sus ramales.

### 3.12.6 Material arriostramiento sísmico

El programa nos brinda la opción de poder seleccionar el material para el “brazo” mediante tuberías cédula 40, cédula 10, canal o varillas roscadas. En el cálculo se utiliza tubería en cédula 40 con un diámetro de 25 mm (1”) para soportes cuyos diámetros inferiores a 100 mm (4”) y tubería cédula 40 con diámetro de 32 mm (1¼”) para soportes de 150 mm (6”).

### 3.12.7 Relación de esbeltez (l/r)

La relación de longitud entre el radio de giro es uno de los datos que solicitada por el programa para definir el largo máximo del material seleccionado y la carga. En los cálculos se utiliza una razón de esbeltez de 200, al utilizar como se indicó en el inciso anterior el brazo en tubería cédula 40 en diámetro de 25 mm (1”), por lo tanto, se obtiene como resultado una carga permitida de 594,2 kg y el largo máximo para ese material seleccionado es de 2,1 m y para el brazo de tubería cédula 40 en diámetro de 32 mm (1¼”) la carga permitida es de 804,7 kg con una longitud máxima de 2,7 m.

### 3.12.8 Elección de arriostramiento sísmico

El software brinda la opción de seleccionar el elemento de fijación de abrazadera superior según el cálculo que mismo realiza, por ejemplo, se selecciona la fig. 980 y para el elemento de unión a la tubería la fig.1001, estos elementos para un soporte tipo lateral, los mismos se pueden observar a más detalle en los planos de diseño como parte de los entregables para identificar su carga ajustada. Los resultados obtenidos de estos cálculos varían dependiendo el diámetro del soporte, la separación de los mismos y la cantidad de tuberías dentro de la zona de influencia, los mismos se pueden observar en la sección de anexo B del presente documento.

### 3.12.9 Elección del sujetador a la estructura

Se selecciona el tipo de anclaje de expansión tipo cuña “power-stud” (ver Anexo B) en diámetro de 13 mm (1/2”) con un largo de 82,5 mm (3¼”) para ser colocado en una estructura

de concreto de alta o baja resistencia, se especifica esto debido a que el programa como tal brinda distintas opciones para poder sujetarse a distintas estructuras tales como una estructura de acero, madera y otros.

Al finalizar e ingresar estos datos, el programa TOLBrace™ genera un resumen de los valores obtenidos y las cargas ajustadas que soporta cada elemento del conjunto de montaje, los cuales pueden ser consultados en el anexo B del presente documento para los cálculos realizados en los diferentes niveles en diámetros de 150 mm (6") y de 65 mm (2½"). Por lo tanto, a partir del resultado obtenido en el software se ajusta la distribución de riostras sísmicas, ya que por ejemplo en el nivel -2 que el soporte lateral más crítico debe separarse a máximo 8,5 m y no 12,2 m como se establece en la NFPA como distancias máximas, más sin embargo para los soportes longitudinales si verifica que se pueden separar a 24,4 m y cumplen con la capacidad de carga según las figuras seleccionadas de este fabricante.

### **3.13. Válvulas de control de piso y de manguera**

Con respecto de las válvulas de control, este diseño se basa en el inciso 16.15.2.1 y 16.15.2.2 de la NFPA 13 en donde para una edificación de riesgo leve u ordinario como es este caso, debe permitirse que las válvulas de manguera de 65 mm (2½") para uso del cuerpo de bomberos sean adosados a montantes de sistema de rociadores de tubería húmeda. Como lo indica en la norma, se define como un sistema combinado y se deben aplicar ciertas restricciones tales como instalar una válvula de control individual y una válvula de retención (check) y que el tamaño mínimo del montante puede ser de 100 mm (4") para satisfacer las asignaciones para rociadores y chorros de manguera; no obstante, al realizar los cálculos en este diseño el montante tiene un tamaño de 150 mm (6").

Este diseño, al basarse en un edificio de gran altura requiere para satisfacer la demanda del sistema más crítico que su presión sea elevada (superior a la presión operativa máxima de un sistema de rociadores 12,1 bar (175 psi) al ocasionar que en la mayoría de los demás niveles se obtengan presiones estáticas y residuales que superan los límites que indica la



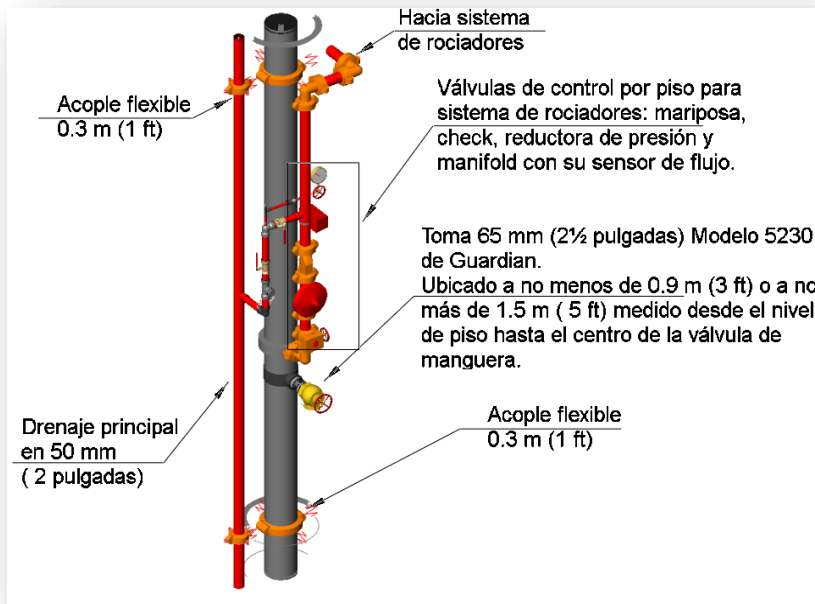
NFPA y que en los mismos no son necesarias para suplir su demanda ya que son inferiores a ellas, por ende en el inciso 16.9.8 se indica que en las partes del sistema donde se excede la presión de 12,1 bar (175 psi) debe instalarse una válvula reductora de presión configurada para una presión de salida que no exceda de 11,4 (165 psi) a la presión de entrada máxima.

Los únicos dos niveles que no es necesario reducir la presión son los niveles 6 y 7, los restantes deben tener su válvula reductora de presión debido a que sus presiones estáticas y residual son superiores a los límites que establece la NFPA.

También la NFPA 13 brinda como recomendación en su anexo A.7.3.2 que se tiene un límite superior de temperatura de servicio en la tubería de material CPVC para rociadores actualmente listado de 65,5 °C (150 °F) a 12,1 bar (175 psi), por lo tanto, en los niveles residenciales al utilizarse este tipo de material también se ve restringido a una presión.

En la ilustración 3.15 se observa, donde se tienen las válvulas de control conectadas al montante combinado. Es importante mencionar que la NFPA indica el orden correspondiente pero no se indica a que altura deben ser instaladas las mismas, ya que esto varía según las condiciones de cada edificación y las mismas se deben establecer en sitio y presentadas en un plano de taller al propietario en el momento de la instalación del sistema de supresión de incendios.

Otro aspecto en el diseño del sistema, es que el riser manifold debe contar con su válvula de pruebas y drenaje, la cual debe ser direccionada a un montante de drenaje de 50 mm (2") o mayor para tamaños de montantes de 100 mm (4") y mayores según la Tabla 16.10.4.2 de la NFPA 13.



**Ilustración 3.15** Detalle de montante combinado

*Fuente: Autoría propia*

También para este diseño se utilizó lo que establece la NFPA 14, ya que el mismo posee válvulas de manguera de 65 mm (2½”) para uso del cuerpo de bomberos. Por lo tanto, en el inciso 7.2.3.2 se indica que donde la presión estática (a caudal cero) en una conexión para manguera excede 12,1 bar (175 psi), debe proveerse un dispositivo regulador de presión listado para limitar las presiones estática y residual en la conexión para la manguera a no más de 12,1 bar (175 psi). Estas válvulas deben ser ubicadas según el inciso 7.3.1.1 a no menos de 0,9 m (3 ft) o a no más de 1,5 m (5 ft) por encima del piso.

Por otro lado, de manera complementaria para estas válvulas de manguera de 65 mm (2½”) para uso del cuerpo de bomberos para un diseño basados en cálculos hidráulicos deben proveer una presión residual de 6,9 bar (100 psi) en la conexión más remota, en este diseño se considera de esa manera ya que la normativa nacional también así lo solicita.

Complementariamente la distancia de recorrido ya que esta edificación está protegida mediante un sistema de rociadores es de 61 m (200 ft).

### 3.14. Planos de diseño

Con respecto de la elaboración de planos, los mismos se brindan como parte de los entregables en el anexo E en un disco compacto (CD) a la universidad y al propietario, pero por temas de formatos y otros factores no se incluyen en el documento. Como se puede observar en la siguiente ilustración 3.16, se tiene el índice de láminas desarrolladas en el proyecto:

ÍNDICE	
LÁMINA	DESCRIPCIÓN
MSPCI-00	Portada e índice
MSPCI-01	Diagrama de flujo del sistema
MSPCI-02	Red Exterior
MSPCI-03	Detalles Red Exterior A
MSPCI-04	Detalles Red Exterior B
MSPCI-05	Detalles Generales A
MSPCI-06	Detalles Generales B
MSPCI-07	Detalles Generales C
MSPCI-08	Detalles Generales D
MSPCI-09	Detalles Cuarto Máquinas
MSPCI-10	Cuarto de Máquinas
MSPCI-11	Tanque sistema contra incendios
MSPCI-12	Nivel Sotano N-3 & N-4 Casa Club
MSPCI-13	Nivel Sotano N-2 Parqueo
MSPCI-14	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N-1
MSPCI-15	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N+1
MSPCI-16	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N+2
MSPCI-17	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N+3
MSPCI-18	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N+4
MSPCI-19	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N+5
MSPCI-20	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N+6
MSPCI-21	Sistema supresión de incendios Nivel Residencial N+7
MSPCI-22	Sistema supresión de incendios Nivel 7 Mezzanine

**Ilustración 3.16** Índice del proyecto con sus láminas del sistema de supresión de incendios

Fuente: Autoría propia

### 3.15. Costo de la implementación del sistema

Como resultado del diseño, se procede a realizar un presupuesto del sistema de supresión contra incendios, por lo tanto, se genera una lista de materiales por medio del programa autosprink®, a la cual se le deben incluir de manera complementaria ciertos elementos que el software por sí mismo no incluye como, por ejemplo: pintura, varillas, brochas y otros

elementos que forman parte del conjunto antisísmicos, los cuales son necesarios para el costo total del sistema.

Con la lista anterior, se realiza una tabla resumen de los elementos cuantificados con su respectivo costo obtenido de ofertas actuales en el mercado nacional con su respectivo listado UL y aprobación FM, por lo tanto, cada elemento del sistema cuenta con su respectivo costo, relacionado a materiales (codo, te, reducción, tubería, acople, unión y otros) o equipos (válvula, rociador, sensor de flujo, manguera flexible, toma de manguera y demás).

Con el costo total de los materiales y equipos, se procede a realizar un resumen de las cantidades de metros de tuberías áreas y subterráneas, cantidad de rociadores, extintores, tomas clase 1, cuantificados en la edificación y con ello se solicita la ayuda a una empresa electromecánica privada para poder obtener el costo de la mano de obra para la correcta implementación del sistema de supresión contra incendios.

Cabe resaltar de manera complementaria, también se cuenta con el apoyo de la empresa constructora Rocca Development Group , la cual brinda el costo de todos los trabajos de obra civil, tales como la excavación, zanjeo, bloques de inercia construcción del tanque subterráneo de concreto según el dimensionamiento brindado, también la construcción de la caseta con sus pedestales para la bomba y motor, diques de contención y los trabajos eléctricos y mecánicos que llevan la correcta instalación de la casa máquinas.

Con base en todos los costos anteriores se obtiene la siguiente tabla 3.6, que se muestra a continuación:

**Tabla 3.6** Resumen costo global presupuesto sistema de supresión de incendios

Materiales sin I.V. A	₡66 200 389,66	\$109 785,06
Equipos sin I.V. A	₡145 989 473,68	\$242 105,26
Mano de obra e Indirectos	₡96 951 653,56	\$160 782,18
Total sin I.V. A	₡309 141 516,90	\$512 672,50
Impuesto de valor agregado (I.V.A ) (13%)	₡40 188 397,20	\$66 647,42
<b>Total con I. V. A</b>	<b>₡349 329 914,10</b>	<b>\$579 319,92</b>
Cantidad de (m <sup>2</sup> ) de la edificación	11 784	11 784
Costo por (m <sup>2</sup> ) con I.V. A	₡29 644	\$49,16

Fuente: Autoría propia

En la misma se puede observar que el costo del sistema de protección contra incendios es trescientos cuarenta y nueve millones trescientos veintinueve mil novecientos catorce colones es con diez céntimos **₡349 329 914,10** y un aproximado de quinientos setenta y nueve mil trescientos diecinueve dólares con noventa y dos céntimos (\$579 319,92).

Adicionalmente se puede observar que se tiene un costo por metro cuadrado de veintinueve mil seiscientos cuarenta y cuatro colones **₡29 644**, siendo un aproximado a cuarenta y nueve dólares con dieciséis céntimos (\$49,16).

También como se observa en la tabla 3.7 se realiza el ejercicio sobre el costo por metro cuadrado del sistema, pero en este caso sin incluir la casa máquina con su bomba ni tampoco el tanque, únicamente la red exterior y el edificio, en este caso el monto por metro cuadrado es de diecinueve mil ochocientos sesenta y dos colones **₡ 19 862**, siendo un aproximado de treinta y dos dólares con noventa y cuatro céntimos (\$ 32,94).

**Tabla 3.7** Resumen costo presupuesto sistema de supresión del edificio A y red exterior sin tanque y caseta bombeo

Materiales sin I.V. A	¢66 200 389,66	\$109 785,06
Equipos sin I.V. A	¢42 391 646,92	\$70 301,24
Mano de obra o e Indirectos	¢96 951 653,56	\$160 782,18
Total, sin I.V. A	¢205 543 690,14	\$340 868,47
Impuesto de valor agregado (I.V.A) (13%)	¢26 720 679,72	\$44 312,90
<b>Total con I.V. A</b>	<b>¢232 264 369,86</b>	<b>\$385 181,38</b>
Metros cuadrados (m <sup>2</sup> ) de la edificación	11 694	11 694
Costo por (m <sup>2</sup> ) con I.V. A	¢19 862	\$32,94

*Fuente: Autoría propia*

El tipo de cambio utilizado del precio del dólar es de seiscientos tres colones con cero céntimos **¢603,0** tomado de la página del Banco Central de Costa Rica el día veinte tres (23) de septiembre del 2020.

## 4. Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones en la elaboración de este trabajo final de graduación:

1. Se realizó el diseño de supresión contra incendios para el edificio A, debe poseer un sistema húmedo de rociadores automáticos, tomas clase I y extintores basado en la normativa nacional y NFPA aplicable, al ayudar a las condiciones de supervivencia de los ocupantes para salvaguardar sus vidas, bienes materiales y la continuidad del negocio.
2. Con el análisis realizado para las condiciones del edificio, se definió los criterios adecuados de diseño para el riesgo de incendio de los contenidos ligero, ordinario y extra cumpliendo con lo que establece la autoridad competente.
3. Se determinó la clasificación, separación, capacidad, detalles de instalación y ubicación de los extintores en cada recinto de la edificación, cumpliendo con NFPA 10 y lo que establece la autoridad competente.
4. Se determinó por medio del software autoSPRINK® que la capacidad nominal del equipo de bombeo debe ser de un caudal de 2 839 L/min @ (750 gpm) y una presión de 12,76 bar (185 psi) y antes de las reguladoras de presión los accesorios son clase 300.
5. Se efectuó la memoria descriptiva para el sistema de supresión de incendios de la edificación, con sus respectivos cálculos hidráulicos y antisísmicos por medio de ayuda de software y se adjuntan en el anexo A.
6. Se generaron los planos de manera digital del sistema de supresión de incendios como parte de los entregables del proyecto en los formatos establecidos.
7. Se concluye que la inversión para la implementación del sistema de supresión contra incendios es de trescientos cuarenta y nueve millones trescientos veintinueve mil novecientos catorce colones con diez céntimos **₡349 329 914,10** siendo un aproximado de quinientos setenta y nueve mil trescientos diecinueve dólares con noventa y dos céntimos (\$579 319,92).

## Recomendaciones

A continuación, se brinda una serie de recomendaciones, que son valiosas por considerar de forma adicional al trabajo realizado:

- 1- Se debe realizar el diseño, instalación e implementación de un sistema de alarma y detección debido a que este edificio es de gran altura, por medio de la normativa NFPA 72 y en cumplimiento con lo dispuesto de la NFPA 101 y así como en lo que establece la NFPA 70 para las conexiones eléctricas, esto con el fin que se cumpla con la protección de los recintos para alertar a los residentes del edificio de algún evento y poder desocupar este de manera temprana para poder salvaguardar la vida de los residentes y atender el evento en una etapa incipiente.
- 2- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo de acuerdo con la NFPA 25, para el sistema de tubería húmeda en donde se revise periódicamente el estado del equipo de bombeo, si existen fugas en el sistema, si las válvulas están abiertas o si existe alguna otra problemática en este, y contemplar un costo por el mantenimiento para el edificio por año.
- 3- Se sugiere realizar un estudio de las distancias de separación entre edificios para limitar la propagación de incendios en el exterior en función de las aberturas exteriores y otras características de la construcción con la normativa NFPA 80 A.
- 4- Realizar un análisis al contemplar protección pasiva de acuerdo con el capítulo 30 de la NFPA 101, también se debe implementar otra salida de emergencia al exterior como parte del cumplimiento de los medios egresos necesarios para la evacuación de los ocupantes del edificio, de acuerdo con lo solicitado por la autoridad competente.
- 5- Se deberá realizar un estudio de distancias mínimas y ángulos de giro para el camión de bomberos en las vías de acceso del edificio en calles de acuerdo con los requerimientos solicitados en la NFPA y el Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios.
- 6- Se debe capacitar al personal para la correcta manipulación del sistema de supresión de incendios, con el fin de poder contar con una respuesta adecuada ante un siniestro.



- 7- Es recomendable para la etapa revisión de planos y ejecución de la obra, de forma adicional a lo establecido en el diseño seguir todas las buenas prácticas establecidas en NFPA para la instalación de todos elementos del sistema de supresión de incendios.
- 8- Se debe verificar que se cumpla un plan de mantenimiento y recarga posterior al periodo de diseño e instalación, establecidas en la NFPA 10 para los extintores y el cumplimiento de la instalación de estos con sus distancias mínimas y que no estén obstruidos en el momento de una emergencia, se le debe indicar al propietario de cada apartamento que debe tener una protección de extintores dentro de su recinto.
- 9- En el momento de licitar el proyecto se debe contemplar un porcentaje adicional para el costo de la obra debido a la variación del dinero en el tiempo.

## Bibliografía

- (08 de abril de 2020). Obtenido de Válvulas y equipo: <http://www.valvulas.cr/product/hidrante-multiavalvular-marca-jones/>
- (08 de abril de 2020). Obtenido de Amerex Fire: <https://www.amerex-fire.com/products/abc-multi-purpose-stored-pressure-dry-chemical-extinguishers/>
- Autosprink. (20 de junio de 2019). Obtenido de Autosprink: <https://autosprink.com/>
- Durman. (22 de Marzo de 2020). Obtenido de Durman: <https://www.durman.com/descargas/C900/brochure/BrochureC900.pdf>
- Durman. (22 de Marzo de 2020). Obtenido de Durman Sistema contra incendios Blaze master: <https://www.durman.com/descargas/blazemaster.html>
- Escudero, P. A. (11 de abril de 2015). Teoría del Fuego. Guadalajara: CEIS. Obtenido de [http://ceis.antiun.net/docus/pdfsonline/m1/M1\\_Incendios\\_v6\\_01\\_teoríaFuego/M1-Incendios-v6-01-teoríaFuego.pdf](http://ceis.antiun.net/docus/pdfsonline/m1/M1_Incendios_v6_01_teoríaFuego/M1-Incendios-v6-01-teoríaFuego.pdf)
- Fletcher, T. (22 de Marzo de 2020). Peace Arch News. Obtenido de Peace Arch News: <https://www.peacearchnews.com/opinion/b-c-views-sawmill-struggles-as-ndp-boosts-northwest-log-exports/>
- Guardian Fire. (25 de Junio de 2019). Obtenido de Guardian Fire: <https://www.guardianfire.com/index.html>
- Guardian Fire. (29 de Agosto de 2020). Obtenido de <https://www.guardianfire.com/products/firedepartmentconnections/6234-6236ThreeWay.html#>
- Industrial Vitreous Enameling. (22 de Marzo de 2020). Obtenido de Industrial Vitreous Enameling: <https://dvc-bv.com/blog/flow-coating-wet-enameling/#more-2036>
- Leyes y normas. (29 de Mayo de 2019). Obtenido de CFIA: <http://cfia.or.cr/descargas/leyes/43.pdf>
- Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios. (2 de Junio de 2013). San José: Benemérito Cuerpo de Bomberos Costa Rica. Obtenido de [https://www.bomberos.go.cr/upl0dz/2013/06/Manual\\_de\\_Disposiciones\\_Tecnicas\\_2013.pdf](https://www.bomberos.go.cr/upl0dz/2013/06/Manual_de_Disposiciones_Tecnicas_2013.pdf)
- Mott, R. (2015). Mecánica de fluidos. En R. Mott, Mecánica de fluidos. México: Pearson Educación.

- NFPA. (2012). Código de Incendios. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2012). Manual de Protección Contra Incendios (Vol. I). Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2015). Automatic Sprinkler Systems Handbook . Quincy, Massachussets: NFPA .
- NFPA. (2018). Código de Seguridad Humana. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2018). Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2018). Norma para tanques para la protección contra incendios privada. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2019). Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2019). Norma para la instalación de sistemas de montantes y mangueras. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2019). Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- NFPA. (2019). Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios. Quincy, Massachussets: National Fire Protection Association.
- Tecnoval. (22 de Marzo de 2020). Obtenido de Tecnoval: <http://www.tecnoval.com/Productos/L%C3%ADnea-contra-incendios>
- Tyco. (28 de Mayo de 2019). Rociador de Pared TY3332. Obtenido de Tyco: [https://tyco-fire.com/TFP\\_translate/TFP296\\_ES.pdf](https://tyco-fire.com/TFP_translate/TFP296_ES.pdf)
- Tyco. (28 de Mayo de 2019). Rociadores Colgantes TY325. Obtenido de Tyco: [https://tyco-fire.com/TFP\\_translate/TFP152\\_ES.pdf](https://tyco-fire.com/TFP_translate/TFP152_ES.pdf)
- Tyco. (28 de Mayo de 2019). Rociadores Montantes TY315. Obtenido de Tyco: [https://tyco-fire.com/TFP\\_translate/TFP152\\_ES.pdf](https://tyco-fire.com/TFP_translate/TFP152_ES.pdf)
- Ybirma, I. L. (28 de Mayo de 2019). ContraIncendio. Obtenido de Partes Componentes de un rociador: <http://www.contraincendio.com.ve/partes-componentes-rociador/>

## ANEXOS

### ANEXO A.

#### **A. Referencia: Memoria descriptiva y cálculo del diseño del Sistema de supresión contra Incendios para el Edificio A del Condómino Horizontal y vertical ATTICA**

##### **A.1.1 Introducción**

Por medio de la presente se indican los criterios de diseño que se consideraron para cada uno de los sistemas de supresión contra incendios base de agua para el Edificio A del Condominio Horizontal y vertical ubicado en San Josecito, Escazú, San José, Costa Rica.

En cada uno de los criterios descritos se indica las secciones de la norma NFPA en la cual se fundamentó el diseño. El diseño contempla la red exterior del sistema contra incendios en diámetro nominal de 150 mm (6”) con su red de hidrantes y toma siamesa, la red de hidrantes es enterrada en material PVC C900. El Edificio A posee una altura de 24,5 m y un área constructiva de 21 166 m<sup>2</sup>, internamente contempla un sistema combinado de rociadores automáticos y tomas clase I 65 mm (2½”) y también en el mismo debe poseer un equipo de bombeo tipo succión vertical para operar a una capacidad nominal de 12,76 bares @ 2839 L/min (185 psi @ 750 gpm) según los cálculos hidráulicos realizados se definen estos datos como adecuados, y a la vez se define la capacidad de reserva de agua del tanque del sistema exclusivo para incendios con un volumen efectivo mínimo de 155 m<sup>3</sup> (40 860 galones), pero la capacidad final por las dimensiones del tanque es de 158 m<sup>3</sup> (41 739 galones).

##### **A.1.2 Criterios de diseño en la clasificación de la ocupación**

El diseño de cada uno de los sistemas de protección contra incendios indicados a continuación está basado en las normas de la NFPA, de acuerdo con el tipo de riesgo seleccionado. El criterio se indica con respecto de la siguiente normativa, en la cual estuvo basado el diseño:

- NFPA 10 Norma para extintores portátiles contra incendios. Edición 2018 en español
- NFPA 13 Norma para la instalación de sistemas de rociadores. Edición 2019 en español
- NFPA14 Norma para la instalación de sistemas de montantes y manguera. Edición 2019 en español
- NFPA 20 Norma para la instalación de bombas estacionarias para la protección contra incendios. Edición 2019 en español
- NFPA 22 Norma para tanques de agua para la protección contra incendios privada Edición 2018 en español
- NFPA 24 Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios. Edición 2019 en español
- Manual de Disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios. Edición 2013

### **A.1.3 Apartamentos residenciales**

#### **Nivel: 7**

- a) Clasificación del riesgo: Residencial (Ligero) ver sección 4.3.2 NFPA 13, 2019**
- b) Área crítica de diseño: 139 m<sup>2</sup> (1 500 ft<sup>2</sup>) ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019**
- c) Densidad de aplicación: 4,1 mm/min (0,10 gpm/ft<sup>2</sup>) ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019**
- d) Tipo de Rociador:**
  - Colgante oculto
  - Acabado blanco.
  - Cobertura Extendida

Respuesta Rápida ver sección 19.3.3.2.3 NFPA 13, 2019

$K = 70,6 \text{ L/min} / (\text{bar})^{1/2}$  (4,9 gpm/min  $/ (\text{psi})^{1/2}$ ) **ver sección 7.2.2.1 NFPA 13, 2019**

68°C (155°F) **ver sección 7.2.4.1 NFPA 13, 2019**

Cobertura máxima por rociador: 6,1 m x 6,1 m (20 ft x 20 ft) **ver sección 11.2.2.1.2 NFPA 13, 2019**

- e) Reserva de Mangueras: 380 L/min (100 gpm) **ver sección 19.3.3.1.2 NFPA 13, 2019**
- f) Reserva de agua mínima: 30 minutos **ver sección 19.3.3.1.2 NFPA 13, 2019**
- g) Demanda del Sistema: 7,3 bares @ 885,7 L/min (107 psi @ 234 gpm) **ver memoria de cálculo # 3.**
- h) Referencia de Diseño: **NFPA 13 Edición 2019**

#### **A.1.4 Sótano para parqueo vehicular**

##### **Nivel -2**

- a) Clasificación del Riesgo: Ordinario Grupo I ver sección 4.3.3 NFPA 13, 2019
- b) Área Crítica de Diseño: 139 m<sup>2</sup> (1 500 ft<sup>2</sup>) ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019
- c) Densidad de aplicación: 6,1 mm/min (0,15 gpm/ft<sup>2</sup>) ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019
- d) Tipo de Rociador:
  - Montante
  - Bronce
  - Cobertura Extendida
  - Respuesta estándar

$K = 160 \text{ L/min} / (\text{bar})^{1/2}$  (11,2 gpm/min  $/ (\text{psi})^{1/2}$ ) **ver sección 7.2.2.1 NFPA 13, 2019**

68°C (155°F) **ver sección 7.2.4.1 NFPA 13, 2019**

Cobertura máxima por rociador: 6,1 m x 6,1 m (20 ft x 20 ft) **ver sección 11.2.2.1.2 NFPA 13, 2019**
- e) Reserva de Mangueras: 950 L/min (250 gpm) **ver sección 19.3.3.1.2 NFPA 13, 2019**

- f) Reserva de agua mínima: 60 minutos **ver sección 19.3.3.1.2 NFPA 13, 2019**
- g) Demanda del Sistema: 11,8 bares @ 2581,6 L/min (171 psi @ 682 gpm) **ver memoria de cálculo # 6.**
- h) Referencia de Diseño: **NFPA 13 Edición 2019**

#### **A.1.5 Área de Casa Club**

**Niveles: -3 y -4**

- a) Clasificación del Riesgo: Ligero **ver sección 4.3.2 NFPA 13, 2019**
- b) Área Crítica de Diseño: 139 m<sup>2</sup> (1 500 ft<sup>2</sup>) **ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019**
- c) Densidad de aplicación: 4,1 mm/min (0,10 gpm/ft<sup>2</sup>) **ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019**
- d) Tipo de Rociador:
  - Colgante/Montante
  - Acabado bronce
  - Cobertura estándar
  - Respuesta rápida **ver sección 19.3.3.2.3 NFPA 13, 2019**
  - $K = 80 \text{ L/min} / (\text{bar})^{1/2}$  (5,6 gpm/min / (psi)<sup>1/2</sup>) **ver sección 7.2.2.1 NFPA 13, 2019**
  - 68°C (155°F) **ver sección 7.2.4.1 NFPA 13, 2019**
  - Cobertura máxima por rociador: 4,5 m x 4,5 m (15 ft x 15 ft) **ver sección 11.2.2.1.1 NFPA 13, 2019**
- e) Reserva de Mangueras: 380 L/min (100 gpm) **ver sección 19.3.3.1.2 NFPA 13, 2019**
- f) Reserva de agua mínima: 30 minutos **ver sección 19.3.3.1.2 NFPA 13, 2019**
- g) Demanda del Sistema: 4,07 bares @ 1340.03 L/min (59 psi @ 359 gpm) **ver memoria de cálculo # 5.**
- h) Referencia de Diseño: **NFPA 13 Edición 2019**

#### **A.1.6 Tomas clase I de 65 mm (2½")**

- a) Presión mínima de operación de toma de 65 mm (2½") 6,9 bares (100 psi) **ver sección 7.8.1 NFPA 14, 2019**
- b) Caudal mínimo de operación (toma de 65 mm (2½")): 946 L/min (250 gpm) **ver sección 7.10.1.2 NFPA 14, 2019**
- c) Reserva de agua mínima: 30 minutos **ver sección 9.2 NFPA 14, 2019**
- d) Demanda del Sistema: 10,97 bares @ 2839 L/min (159 psi @ 750 gpm) **ver memoria de cálculo # 1.**
- e) Referencia de Diseño: **NFPA 14 Edición 2019**

#### **A.1.7 Casa de máquinas**

- a) Presión mínima de operación de rociador: 0,48 bares (7 psi)
- b) Clasificación del Riesgo: Extra grupo II **ver sección 4.3.6 NFPA 13, 2019**
- c) Área Crítica de Diseño: 232 m<sup>2</sup> (2 500 ft<sup>2</sup>) **ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019**
- d) Densidad de aplicación: 16,3 mm/min (0,40 gpm/ft<sup>2</sup>) **ver sección 19.3.3.1.1 NFPA 13, 2019**
- e) Tipo de Rociador:
  - Montante
  - Acabado bronce.
  - Cobertura estándar
  - Respuesta estándar
  - $K = 115 \text{ L/min } /(\text{bar})^{1/2}$  (8,0 gpm/min  $/(\text{psi})^{1/2}$ ) **ver sección 7.2.2.1 NFPA 13, 2019**
  - 68°C (155°F) **ver sección 7.2.4.1 NFPA 13, 2019**
  - Cobertura máxima por rociador: 3,04 m x 3,04 m (10 ft x 10 ft) **ver sección 11.2.2.1.1 NFPA 13, 2019**
- f) Reserva de agua mínima: 90 minutos **ver sección 19.3.3.1.2 NFPA 13, 2019**



- g) Demanda del Sistema: 1,6 bares @ 2079 L/min (24 psi @ 549 gpm) **ver memoria de cálculo # 7.**
- h) Referencia de Diseño: **NFPA 13 Edición 2019**

#### **A.1.8 Extintores portátiles**

- a) Clases de fuego en el recinto: A, B y C. **ver sección 5.2 NFPA 10, 2018**
- b) Tipos de riesgos en el recinto: Ligero y Ordinario. **ver sección 5.4.1 NFPA 10, 2018**
- c) Potencial de extinción basado en UL: 4A: 80B:C **ver secciones 6.2.1.1, 6.3 y 6.4 NFPA 10, 2018**
- d) Tipo de extintor seleccionado: Extintor de polvo químico seco ABC referencia Amerex B456.
- e) Temperatura ambiente promedio en sitio (Escazú): 26°C (78.8°F)
- f) Temperatura de trabajo del extintor: -54°C (-65.2°F) a 49°C (120.2°F)
- g) Capacidad de carga: 4,5 kg (10 lbs)
- h) Distancia de recorrido máxima: 15 m (50 ft). **ver secciones 6.2.1.1 y 6.3.11 NFPA 10, 2018**
- i) Referencia de Diseño: **NFPA 10 Edición 2018**

#### **A.1.9 Análisis de resultados**

De acuerdo con la información descrita anteriormente, se determinó que el sistema más demandante en lo que respecta a presión es sistema de rociadores en la zona de parqueos de vehículos y a caudal corresponde al sistema de tomas clase I, como se indica a continuación:

- Equipo de bombeo. Tipo succión vertical
- Capacidad del tanque de agua mínima requerida. 155 m<sup>3</sup> (40 947 galones). El tamaño del tanque se determinó basado en el flujo 2582 L/min y (682 gpm) y una duración de incendio requerido para riesgo ordinario de 60 minutos.

$$V = Q * T \quad (A. 3.1)$$

$$V = 2582 \text{ L/minutos} * 60 \text{ minutos}$$

$$V = 154\,920 \text{ L}$$

$$V = 155 \text{ m}^3 (40\,944,7 \text{ galones})$$

Siendo:

V: volumen mínimo utilizable ( $\text{m}^3$ )

Q: caudal de demanda más crítica, incluyendo reserva de mangueras (L/min)

t: tiempo de suministro de agua para el riesgo (min)

Se define que la capacidad final debe ser de  $158 \text{ m}^3$  (41 739 galones, este valor es mayor al mínimo requerido ( $155 \text{ m}^3$ ), pero este dato final es basado en las dimensiones seleccionadas de 12m de longitud por 6 metros de ancho y 2,2 m de profundidad. Cabe mencionar que este tanto es para uso exclusivo del sistema de protección de supresión incendios.

- Presión más demandante del sistema de rociadores: 11,8 bares (171 psi)
- Mayor demanda de agua tomas clase I: 2839 L/min (750 galones)
- Capacidad del Equipo de Bombeo definida: 12,76 bares @ 2839 L/min (185 psi @ 750 gpm)

Tabla Anexo A.1 Resumen resultados cálculo hidráulico

Riesgo	Sistema	Demanda	Demanda	Presión	Presión	Reserva mangueras	Reserva mangueras
		(L/min)	(gpm)	(bar)	(psi)	(L/min)	(gpm)
Tomas clase I	Toma clase I (Edificio C)	2839	750	11,5	167	0	0
Tomas clase I	Toma clase I (Edificio A)	2839	750	10,9	159	0	0
Ligero	Mezanine N+ 7 Mezanine (Edificio A)	538	142	5,5	81	380	100
Ligero	Nivel 7 (Edificio A)	886	234	7,3	107	380	100
Ordinario Grupo I	Parqueo Vehicular (Edificio A)	2582	682	11,8	172	950	250
Extra grupo II	Cuarto de máquinas	2079	549	1,6	24	1900	500
Ligero	Casa Club (Edificio A)	1340	354	4,1	59	379	100

Fuente: Autoría propia

Con esta información se establece que la capacidad mínima del equipo de bombeo y del tanque de agua para puedan cumplir con la demanda de los sistemas más exigentes del diseño presentado.

A final del documento, se adjuntan como anexos las memorias de cálculo realizadas mediante el software de autoSPRINK® en donde se utilizó con su respectiva licencia en versión Lite.

#### **A.1.10 Soportes antisísmicos y su análisis de resultados**

Con respecto de los soportes antisísmicos del sistema, se realiza el cálculo únicamente a los soportes más críticos y representativos del sistema de supresión contra incendios, al considerar un factor  $C_p$  igual a 0,64 de acuerdo con el Código Sísmico Nacional en el cantón de Escazú se clasifica como zona III y utilizar el programa TOLBrace™ de la marca Eaton. Cabe mencionar que el software considera un 15% como factor de seguridad por el tema de accesorios y rociadores en el cálculo.

A continuación, se presenta un resumen de los cálculos en el nivel -2 y del nivel -3 y -4, en donde se observan uno de cada tipo (lateral, longitudinal y cuatro vías) y uno por diámetro (150 y 65 mm) siendo estos los más representativos del sistema. Esto es para la comprensión y entendimiento de los mismos y los restantes se pueden observar en las memorias adjuntas en los anexos:

##### **Soporte Lateral 150mm (6”) LAT-6” en nivel -2:**

- Tubería sujeta: 150 mm (6”) en cédula 10.
- Separación de soporte: 11,58 m (38 ft)
- Orientación: Lateral
- Carga Estimada: 292 kg (644 lbs)
- Tipo de Brazo: NFPA Tipo B.
- Ángulo: 45°-59°

- Material y diámetro del brazo: 32 mm (1¼”) en cédula 40
- Longitud Máxima del brazo: 2,74 m (9 ft)
- Radio de Esbeltez: 200
- Tipo de perno: anclaje de expansión tipo cuña “power-stud” en 13 mm (1/2”) con un largo de 82,5 mm (3¼”).
- Capacidad del material de brazo: 805 kg (1774 lbs)
- Capacidad del perno: 305 kg (673 lbs)
- Carga Máxima de figura 4LA de Tolco: 1043 kg (2300 lbs)
- Carga Máxima de figura 980 de Tolco: 894 kg (1970 lbs)
- Miembro de la estructura: Losa de concreto

**Soporte Longitudinal 150mm (6”) LON-6” en nivel -2:**

- Tubería sujeta: 150 mm (6”) en cédula 10.
- Separación de soporte: 17,53 m (57 ft)
- Orientación: Longitudinal
- Carga Estimada: 805 kg (1774 lbs)
- Tipo de Brazo: NFPA Tipo B.
- Ángulo: 45°-59°
- Material y diámetro del brazo: 32 mm (1¼”) en cédula 40
- Longitud Máxima del brazo: 2,74 m (9 ft)
- Radio de Esbeltez: 200
- Tipo de perno: anclaje de expansión tipo cuña “power-stud” en 13 mm (1/2”) con un largo de 82,5 mm (3¼”)
- Capacidad del material de brazo: 805 kg (1774 lbs)
- Capacidad del perno: 462 kg (1018 lbs)
- Carga Máxima de figura 4LA de Tolco: 1025 kg (2260 lbs)
- Carga Máxima de figura 980 de Tolco: 894 kg (1970 lbs)
- Miembro de la estructura: Losa de concreto

### **Soporte Lateral 65mm (2½”) LAT-2.5” en nivel -3 y -4:**

- Tubería sujeta: 65 mm (2½”) en cédula 10.
- Separación de soporte: 6,71 m (22 ft)
- Orientación: Lateral
- Carga Estimada: 189 kg (417 lbs)
- Tipo de Brazo: NFPA Tipo B.
- Ángulo: 45°-59°
- Material y diámetro del brazo: 25 mm (1”) en cédula 40
  - Longitud Máxima del brazo: 2,13 m (7 ft)
  - Radio de Esbeltez: 200
  - Tipo de perno: anclaje de expansión tipo cuña “power-stud” en 13 mm (½”) con un largo de 82,5 mm (3¼”).
  - Capacidad del material de brazo: 594 kg (1310 lbs)
  - Capacidad del perno: 280 kg (618 lbs)
  - Carga Máxima de figura 1001 de Tolco: 513 kg (1130 lbs)
  - Carga Máxima de figura 980 de Tolco: 894 kg (1970 lbs)
  - Miembro de la estructura: Losa de concreto

### **Soporte Longitudinal 65mm (2½”) LON-2.5” en nivel -3 y -4:**

- Tubería sujeta: 65 mm (2½”) en cédula 10.
- Separación de soporte: 24,38 m (80 ft)
- Orientación: Longitudinal
- Carga Estimada: 157 kg (347 lbs)
- Tipo de Brazo: NFPA Tipo B.
- Ángulo: 45°-59°
- Material y diámetro del brazo: 25 mm (1”) en cédula 40
- Longitud Máxima del brazo: 2,13 m (7 ft)

- Radio de Esbeltez: 200
- Tipo de perno: anclaje de expansión tipo cuña “power-stud” en 13 mm (1/2”) con un largo de 82,5 mm (3¼”)
- Capacidad del material de brazo: 594 kg (1310 lbs)
- Capacidad del perno: 280 kg (618 lbs)
- Carga Máxima de figura 4L de Tolco: 535 kg (1180 lbs).
- Carga Máxima de figura 980 de Tolco: 894 kg (1970 lbs)
- Miembro de la estructura: Losa de concreto


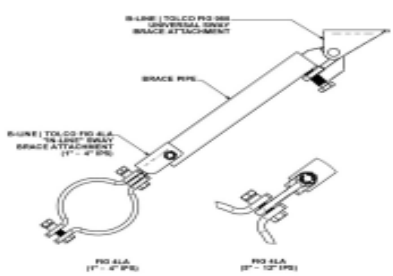
**Soporte 4 vías 150mm (6”) 4V-6” en nivel -3 y -4 y niveles típicos:**

- Tubería sujeta: 150 mm (6”) en cédula 10.
- Separación de soporte: 3,05 m (10 ft)
- Orientación: cuatro vías (riser)
- Carga Estimada: 77 kg (170 lb)
- Tipo de Brazo: NFPA Tipo B
- Material del Brazo: 32 mm (1¼”) Cédula 40
- Longitud Máxima del Brazo: 2,74 m (9 ft)
- Radio de Esbeltez: 200
- Ángulo: 45°-59°
- Tipo de perno: anclaje de expansión tipo cuña “power-stud” en 13 mm (1/2”) con un largo de 82,5 mm (3¼”)
- Capacidad del material de brazo: 805 kg (1774 lbs)
- Capacidad del perno: 280 kg (618 lbs)
- Carga Máxima de figura 1001 de Tolco: 331 kg (730 lbs)
- Carga Máxima de figura 980 de Tolco: 894 kg (1970 lbs)
- Miembro de la estructura: Losa de concreto

## ANEXO B.

### B. Cálculos sísmicos para soportes más críticos del sistema de supresión de incendios

A continuación, en este anexo se presentan los cálculos antisísmicos más críticos para el soporte de la tubería en la estructura del edificio, se usó el software TOLBrace™, y se dan los resultados en el idioma español, aunque en algunos apartados este software no realiza la traducción, en este programa las unidades se dan en sistema inglés primeramente y sistema internacional estas últimas se encuentran entre paréntesis.

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: TFG UCR-Atlica			Contractor:		
San Jose			Address:		
Escazu			Phone:		
Job # 001			Licence:		
Calculations based on 2016 NFPA Pamphlet #13					
Información de Arriostramiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrios	9' 0" (2,743 m)		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	1.25"		Fig. 4LA Clamp	2300 lbs (1043 kg)	2300 lbs (1043 kg)
Type of Brace	Sch.40		Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)
Angulo desde el Verti	45° Min.		See Fastener Information		
Radio de giro mínimo	0,54" (14 mm)		* Cálculo basado en carga concéntrica		
Valor de L/R	200		* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.		
Carga Horizontal Máx	1774 lbs (805 kg)		Seismic Brace Assembly Detail		
Other Requirements - FM Approved Loads					
Información de Sujetador			Identificación en Planes de Componentes N-2		
Orientación de Sujetador	NFPA Type B		Tipo de Arriostramiento		
Sujetador	POWERS POWER-STUD +SD2		Longitudinal [ ]		
Tipo	POWERS POWER-STUD +SD2		4-Way [ ]		
Diámetro	1/2in.				
Largo	3 1/4in.				
Carga Máxima	673 lbs (305 kg)				
Prying Factor	1.156				
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = 0,64					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
6" (150 mm)	Sch. 10	38 ft (11,6 m)	38 ft (11,6 m)	23,03 lb/ft (34,27 kg/m)	875 lbs (397 kg)
Subtotal Weight					875 lbs (397 kg)
Wp (incl. 15%)					1006 lbs (456 kg)
Total (Fpw)					644 lbs (292 kg)
Maximum Fpw per 9.3.5.5.2 (if applicable)					1900 lb (861 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)			
6"	Sch. 10	38			
[TOLBrace™ Version 8] Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement					

## Calculaciones Sísmicas de TOL

TFG UCR-Attica

Job # 001

San Jose



Brace Identification	LAT-6" N-2
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type B
Tubería sujeta	6" Sch.10 Steel Pipe
Separación de Tuber	38' 0" (11,58 m)
Orientation of Brace	Lateral
Material del Arriostro	1.25" Sch.40
Máximo Largo del Arriostran	9' 0" (2,74 m)
Relación de Tenuidad usada para la Calculació	200
Angulo del Componente Sísmico para C	45°
Tipo de Sujetador	POWERS POWER-STUD +SD2 1/2in. x 3 1/4in. (4,000 PSI Normal Wt
Largo del Sujetador	3 1/4in.

### Resumen de Tubería dentro de la Zona de Influencia

6" Sch.10 Steel Pipe (152,4 mm)	38 ft (11,6 m)

G-Factor Used 0,64

Tolerancia para la cabeza de rociadores 15%

#### Conclusiones

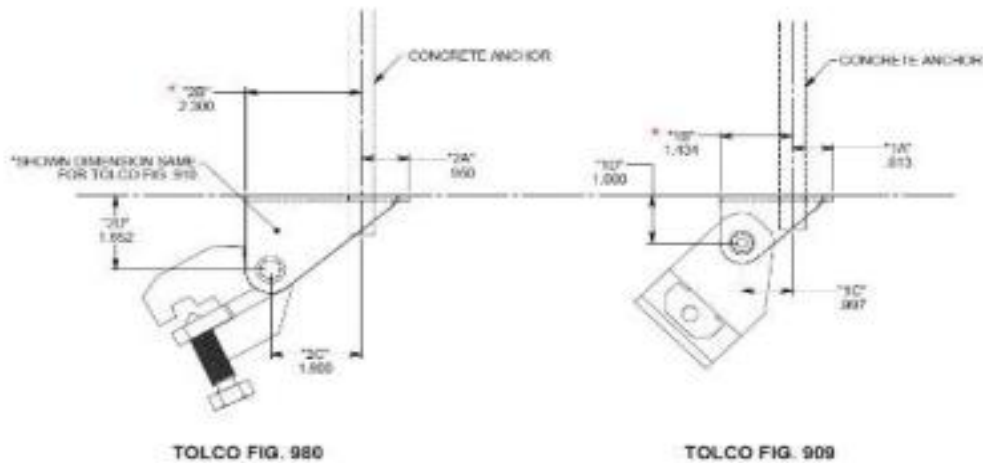
Carga Ajustada Total de Tubería en la Zona de Influi	644 lbs (292 kg)
Capacidad del Mater	1774 lbs (805 kg)
Capacidad del Sujet	673 lbs (305 kg)
Fig. 4LA Clamp	2300 lbs (1043 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)
Miembros Estructura	Losa de concreto

Calculaciones preparadas por Danny /Kenneth

\* La descripción del miembro estructural es únicamente de carácter informativo.  
TOLBrace™ calcula solamente los componentes Anti-Sísmicos, y no la estructura a cual están adjuntos.  
Calculado con TOLBrace™ 8  
Vallejos en [www.tolco.com](http://www.tolco.com)



## DETAIL PER NFPA 13, 2016 FIGURE A9.3.5.12.1(a - c)



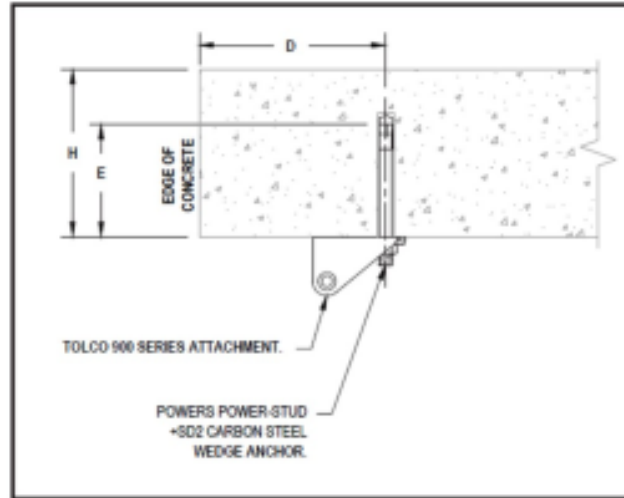
Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete slab ceilings									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>
3.275	1.156	1.738	1.461	1.830	2.894	3.478	2.459	2.008	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>
2.626	1.002	1.230	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal ceilings with 1" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>
2.626	1.002	1.230	-	-	-	-	-	-	-

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal ceilings with 1.125" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>
2.626	1.003	1.230	-	-	-	-	-	-	-

\*When installed in a concrete metal deck (Type W 4 1/2" x 3"), dimension 'B' would be dependent upon the contact area. For SD2 anchors the max offset is 1" so 'B' would be 1.25". For Bang-It and Wood-Knocker II+ anchors, the max offset is 1.125" so 'B' would be 1.125".

## POWERS POWER-STUD+SD2 WEDGE ANCHORS IN 4,000 PSI NORMAL WEIGHT CONCRETE



NFPA BRACE ORIENTATIONS A, B, AND C SHOWN ABOVE (MINUS ANGLES), OTHER ORIENTATIONS SIMILAR

Fig. 980/ Fig. 910													
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)								
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)								
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR								
					A	B	C	D	E	F	G	H	I
					3.275	1.156	1.738	1.461	1.850	2.894	3.478	2.459	2.008
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	153	322	247	222	236	179	123	174	214
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	328	673	522	459	500	391	261	367	452
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	382	804	617	554	590	445	308	433	534
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	478	1018	777	704	743	552	388	546	673

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-18 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR Q = 2.0 AND AMPLIFIED BY 1.2

Fig. 909													
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)								
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)								
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR								
					A	B	C	D	E	F	G	H	I
					2.626	1.002	1.290	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	182	350	310	218	275	232	155	217	268
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	389	726	649	451	578	498	324	455	562
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	455	873	774	544	685	579	387	543	670
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	571	1108	979	691	865	717	489	688	848

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-18 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR Q = 2.0 AND AMPLIFIED BY 1.2

**NOTES:**

- 1.) ALLOWABLE LOADS ARE FOR ANCHORS INSTALLED IN STONE AGGREGATE CONCRETE HAVING A MIN. COMPRESSIVE STRENGTH OF 4,000 PSI AT THE TIME OF INSTALLATION AND DETERMINED PER ICC ESR-2802 FOR ANCHORS IN CRACKED CONCRETE. ALLOWABLE LOADS HAVE BEEN CALCULATED IN ACCORDANCE WITH ACI 318-14, CHAPTER 17
- 2.) PER ICC-ESR, PERIODIC SPECIAL INSPECTIONS ARE REQUIRED IN ACCORDANCE WITH SECTION 1705.1.1 AND TABLE 1705.3 OF THE 2015 AND 2012 IBC. THE SPECIAL INSPECTOR MUST MAKE PERIODIC INSPECTIONS DURING THE ANCHOR INSTALLATION TO VERIFY ANCHOR TYPE, ANCHOR DIMENSIONS CONCRETE TYPE, CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH, HOLE DIMENSIONS, HOLE CLEANING PROCEDURE, ANCHOR SPACING, EDGE DISTANCES, CONCRETE MEMBER THICKNESS, ANCHOR EMBEDMENT, TIGHTENING TORQUE AND ADHERENCE TO THE MANUFACTURER'S INSTALLATION INSTRUCTIONS. CONSULT LOCAL CODES FOR ANY ADDITIONAL SPECIAL INSPECTION REQUIREMENTS.
- 3.) FOLLOW ALL WEDGE ANCHOR INSTALLATION REQUIREMENTS PER ICC ESR-2802
- 4.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN REINFORCED CONCRETE, AVOID DAMAGING REINFORCING STEEL
- 5.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN PRESTRESSED CONCRETE, LOCATE PRESTRESSING STEEL AND AVOID DAMAGING PRESTRESSING STEEL.
- 6.) STRUCTURAL ENGINEER OF RECORD SHALL VERIFY ADEQUACY OF THE STRUCTURES FOR THE TABULATED ALLOWABLE LOADS.
- 7.) TOLCO 900 SERIES ATTACHMENT DIAMETER SHALL BE EQUAL TO THE ANCHOR DIAMETER
- 8.) IF SUBSTRATE CONDITIONS DIFFER FROM WHAT IS LISTED IN THE ABOVE TABLES, CONTACT EATON @-LINE AT TOLCOSUPPORT@EATON.COM

## TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations

**Project Address:** TFG UCR-Altica  
San Jose  
Escazu  
 Job # 001

**Contractor:**  
**Address:**  
**Phone:**  
**Licence:**



Calculations based on 2016 NFPA Pamphlet #13

### Información de Arriostramiento sísmico

**Máximo Largo del Arrio:** 9' 0" (2,743 m)  
**Diameter of Brace:** 1.25"  
**Type of Brace:** Sch.40  
**Angulo desde el Verti:** 45° Min.  
**Radio de giro mínimo:** 0,54" (14 mm)  
**Valor de L/R:** 200  
**Carga Horizontal Máx:** 1774 lbs (805 kg)

**Other Requirements - FM Approved Loads**

### Información de Sujetador

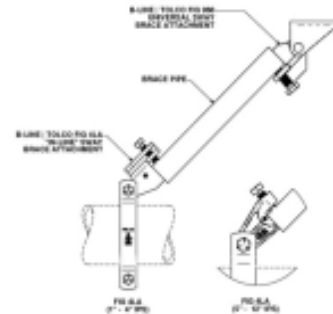
**Orientación de Sujetador:** NFPA Type B  
**Sujetador:**  
**Tipo:** POWERS POWER-STUD +SD2  
**Diámetro:** 3/4in.  
**Largo:** 3 3/4in.  
**Carga Máxima:** 1018 lbs (462 kg)  
**Prying Factor:** 1.156

### Componentes de TOLCO™

Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Fig. 4LA Clamp	2260 lbs (1025 kg)	2260 lbs (1025 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)

See Fastener Information  
 \* Cálculo basado en carga concentrada  
 \* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.

### Seismic Brace Assembly Detail



**Identificación en Planes de Comp:** 4-6" N-2

**Tipo de Arriostramiento:** Longitudinal [X]    4-Way [ ]

### Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)

$C_p = 0,64$

Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
6" (150 mm)	Sch. 10	57,5 ft (17,5 m)	57,5 ft (17,5 m)	23,03 lb/ft (34,27 kg/m)	1324 lbs (601 kg)
Subtotal Weight					1324 lbs (601 kg)
Wp (incl. 15%)					1523 lbs (691 kg)
<b>Main Size</b> 6"	<b>Type/Sch.</b> Sch. 10	<b>Spacing (ft)</b> 57,5	<b>Total (Fpw)</b>		974 lbs (442 kg)
<b>Maximum Fpw per 9.3.5.5.2 (if applicable)</b>					N/A

(TOLBrace™ Version 8)

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

## Calculaciones Sísmicas de TOL

TFG UCR-Attica

Job # 001

San Jose



Brace Identification	LON-6" N-2
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type B
Tubería sujeta	6" Sch.10 Steel Pipe
Separación de Tuber	57' 6" (17,53 m)
Orientation of Brace	Longitudinal
Material del Arriostro	1.25" Sch.40
Máximo Largo del Arriostran	9' 0" (2,74 m)
Relación de Tenuidad usada para la Calculaci	200
Angulo del Componente Sísmico para C	45°
Tipo de Sujetador	POWERS POWER-STUD +SD2 3/4in. x 3 3/4in. (4,000 PSI Normal Wt
Largo del Sujetador	3 3/4in.

### Resumen de Tubería dentro de la Zona de Influencia

6" Sch.10 Steel Pipe (152,4 mm)	57,5 ft (17,5 m)

G-Factor Used 0,64

Tolerancia para la cabeza de rociadores 15%

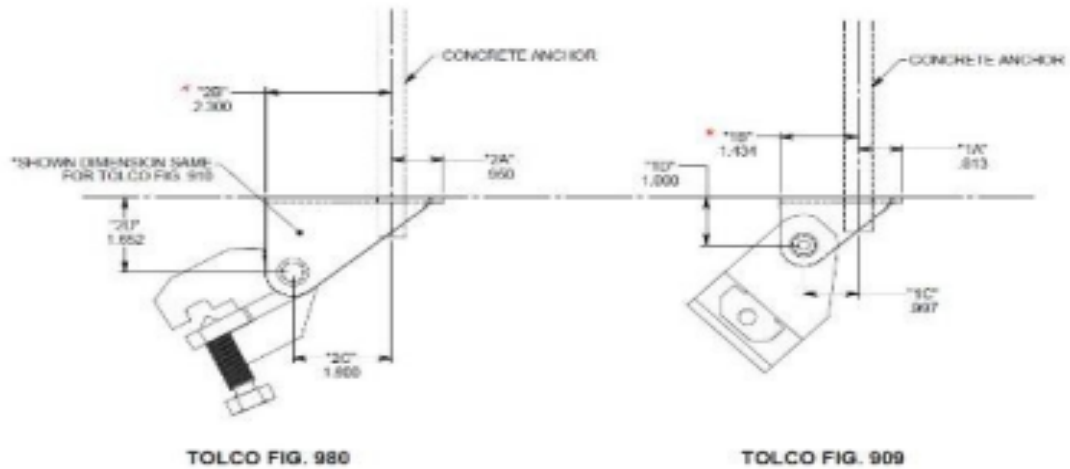
#### Conclusiones

Carga Ajustada Total de Tubería en la Zona de Influ	975 lbs (442 kg)
Capacidad del Mater	1774 lbs (805 kg)
Capacidad del Sujet	1018 lbs (462 kg)
Fig. 4LA Clamp	2260 lbs (1025 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)
Miembros Estructura	Losa de concreto

Calculaciones preparadas por Danny /Kenneth

\* La descripción del miembro estructural es únicamente de carácter informativo.  
 TOLBrace™ calcula solamente los componentes Anti-Sísmicos, y no la estructura a cual están adjuntos.  
 Calculado con TOLBrace™ 8  
 Visitenos en [www.tolco.com](http://www.tolco.com)

## DETAIL PER NFPA 13, 2016 FIGURE A9.3.5.12.1(a - c)



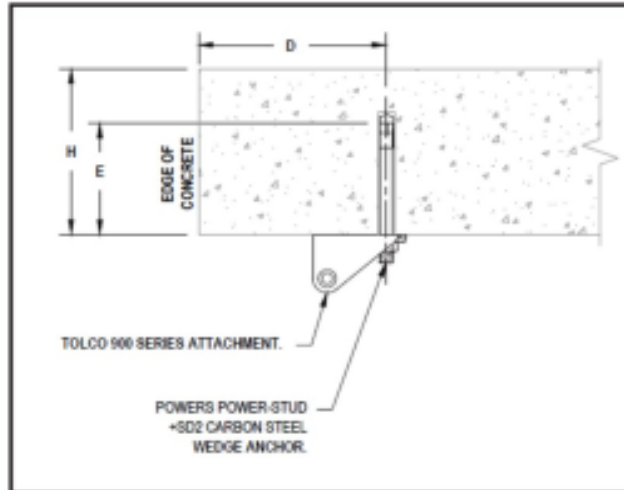
Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete slab decks									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>
3.275	1.156	1.738	1.461	1.830	2.894	3.478	2.459	2.008	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>
2.626	1.002	1.230	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>
2.626	1.002	1.230	-	-	-	-	-	-	-

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1.125" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>r</sub>
2.626	1.003	1.230	-	-	-	-	-	-	-

\*When installed in a concrete metal deck (Type W 4 1/2" x 3"), dimension 'B' would be dependent upon the contact area. For SD2 anchors the max offset is 1" so 'B' would be 1.25". For Bang-It and Wood-Knocker II+ anchors, the max offset is 1.125" so 'B' would be 1.125".

## POWERS POWER-STUD+SD2 WEDGE ANCHORS IN 4,000 PSI NORMAL WEIGHT CONCRETE



NFPA BRACE ORIENTATIONS A, B, AND C SHOWN ABOVE (MINUS ANGLES), OTHER ORIENTATIONS SIMILAR

Fig. 980/ Fig. 910														
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)									
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)									
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR									
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	3,275	1,156	1,758	1,461	1,850	2,894	3,478	2,459	2,008	214
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	328	673	522	459	500	391	261	367	452	214
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	382	804	617	554	590	445	308	433	534	214
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	478	1018	777	704	743	552	388	546	673	214

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-16 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

Fig. 909														
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)									
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)									
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR									
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	2,626	1,002	1,250	1,513	1,487	2,226	2,460	1,740	1,420	268
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	389	728	649	451	578	498	324	455	562	268
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	455	873	774	544	685	579	387	543	670	268
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	571	1,108	979	691	865	717	489	688	848	268


VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-16 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

**NOTES:**

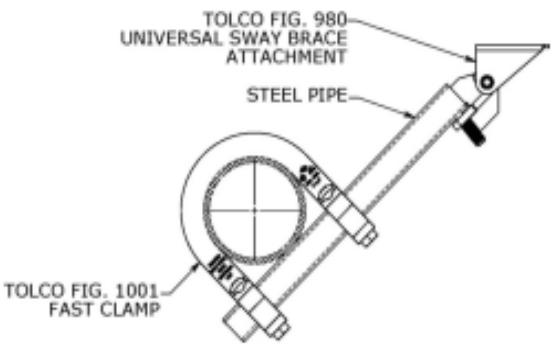
- 1.) ALLOWABLE LOADS ARE FOR ANCHORS INSTALLED IN STONE AGGREGATE CONCRETE HAVING A MIN. COMPRESSIVE STRENGTH OF 4,000 PSI AT THE TIME OF INSTALLATION AND DETERMINED PER ICC ESR-2602 FOR ANCHORS IN CRACKED CONCRETE. ALLOWABLE LOADS HAVE BEEN CALCULATED IN ACCORDANCE WITH ACI 318-14, CHAPTER 17
- 2.) PER ICC-ESR, PERIODIC SPECIAL INSPECTIONS ARE REQUIRED IN ACCORDANCE WITH SECTION 1705.1.1 AND TABLE 1705.3 OF THE 2015 AND 2012 IBC. THE SPECIAL INSPECTOR MUST MAKE PERIODIC INSPECTIONS DURING THE ANCHOR INSTALLATION TO VERIFY ANCHOR TYPE, ANCHOR DIMENSIONS CONCRETE TYPE, CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH, HOLE DIMENSIONS, HOLE CLEANING PROCEDURE, ANCHOR SPACING, EDGE DISTANCES, CONCRETE MEMBER THICKNESS, ANCHOR EMBEDMENT, TIGHTENING TORQUE AND ADHERENCE TO THE MANUFACTURER'S INSTALLATION INSTRUCTIONS. CONSULT LOCAL CODES FOR ANY ADDITIONAL SPECIAL INSPECTION REQUIREMENTS.
- 3.) FOLLOW ALL WEDGE ANCHOR INSTALLATION REQUIREMENTS PER ICC ESR-2602
- 4.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN REINFORCED CONCRETE, AVOID DAMAGING REINFORCING STEEL
- 5.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN PRESTRESSED CONCRETE, LOCATE PRESTRESSING STEEL AND AVOID DAMAGING PRESTRESSING STEEL.
- 6.) STRUCTURAL ENGINEER OF RECORD SHALL VERIFY ADEQUACY OF THE STRUCTURE FOR THE TABULATED ALLOWABLE LOADS.
- 7.) TOLCO 900 SERIES ATTACHMENT DIAMETER SHALL BE EQUAL TO THE ANCHOR DIAMETER
- 8.) IF SUBSTRATE CONDITIONS DIFFER FROM WHAT IS LISTED IN THE ABOVE TABLES, CONTACT EATON'S LINE AT TOLCOSUPPORT@EATON.COM

## TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations

<b>Project Address:</b> <u>TFG UCR-Atlica</u> <u>San Jose</u> <u>Escazu</u> Job # 001	<b>Contractor:</b> <b>Address:</b> <b>Phone:</b> <b>Licence:</b>
--	---



Calculations based on 2016 NFPA Pamphlet #13

Información de Arriostamiento sísmico	Componentes de TOLCO™									
Máximo Largo del Arrio: <u>7' 0" (2,134 m)</u> Diameter of Brace: <u>1"</u> Type of Brace: <u>Sch.40</u> Angulo desde el Verti: <u>45° Min.</u> Radio de giro mínimo: <u>0,42" (11 mm)</u> Valor de L/R: <u>200</u> Carga Horizontal Máx: <u>1310 lbs (594 kg)</u> Other Requirements - FM Approved Loads	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Numero de Figura de</th> <th>Listed Load</th> <th>Carga Ajustada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fig. 1001 Clamp</td> <td>1130 lbs (513 kg)</td> <td>1130 lbs (513 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 Universal Swivel</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">See Fastener Information                      * Cálculo basado en carga concentrada                      * Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</p>	Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	Fig. 1001 Clamp	1130 lbs (513 kg)	1130 lbs (513 kg)	Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)
Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada								
Fig. 1001 Clamp	1130 lbs (513 kg)	1130 lbs (513 kg)								
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)								
<b>Información de Sujetador</b>	<b>Seismic Brace Assembly Detail</b>									
Orientación de Sujetador: <u>NFPA Type B</u> Sujetador Tipo: <u>POWERS POWER-STUD +SD2</u> Diámetro: <u>1/2in.</u> Largo: <u>3 1/4in.</u> Carga Máxima: <u>618 lbs (280 kg)</u> Prying Factor: <u>1.156</u>										
	Identificación en Planes de Comp: <u>2.5" N-2</u> Tipo de Arriostamiento: <u>Longitudinal [ ]</u> <u>4-Way [ ]</u>									

Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = <u>0,64</u>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
2,5" (65 mm)	Sch. 10	28 ft (8,5 m)	28 ft (8,5 m)	5,89 lb/ft (8,77 kg/m)	165 lbs (75 kg)
1,25" (32 mm)	Sch. 40	80 ft (24,4 m)	80 ft (24,4 m)	2,93 lb/ft (4,36 kg/m)	234 lbs (106 kg)
1" (25 mm)	Sch. 40	75 ft (22,9 m)	75 ft (22,9 m)	2,05 lb/ft (3,05 kg/m)	154 lbs (70 kg)
Subtotal Weight					553 lbs (251 kg)
Wp (incl. 15%)					636 lbs (288 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Total (Fpw)		
2,5"	Sch. 10	28	407 lbs (185 kg)		
			Maximum Fpw per 9.3.5.5.2 (if applicable)		
			420 lb (190 kg)		

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

## Calculaciones Sísmicas de TOLI

TFG UCR-Attica

Job # 001

San Jose



Brace Identification	LAT-2.5" N-2
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type B
Tubería sujeta	2.5" Sch.10 Steel Pipe
Separación de Tuber	28' 0" (8,53 m)
Orientation of Brace	Lateral
Material del Arriostro	1" Sch.40
Máximo Largo del Arriostran	7' 0" (2,13 m)
Relación de Tenuidad usada para la Calculació	200
Angulo del Componente Sísmico para C	45°
Tipo de Sujetador	POWERS POWER-STUD +SD2 1/2in. x 3 1/4in. (3,000 PSI Normal Wt
Largo del Sujetador	3 1/4in.

### Resumen de Tubería dentro de la Zona de Influencia

2.5" Sch.10 Steel Pipe (63,5 mm)	28 ft (8,5 m)
1.25" Sch.40 Steel Pipe (31,75 mm)	80 ft (24,4 m)
1" Sch.40 Steel Pipe (25,4 mm)	75 ft (22,9 m)

G-Factor Used 0,64

Tolerancia para la cabeza de rociadores 15%

#### Conclusiones

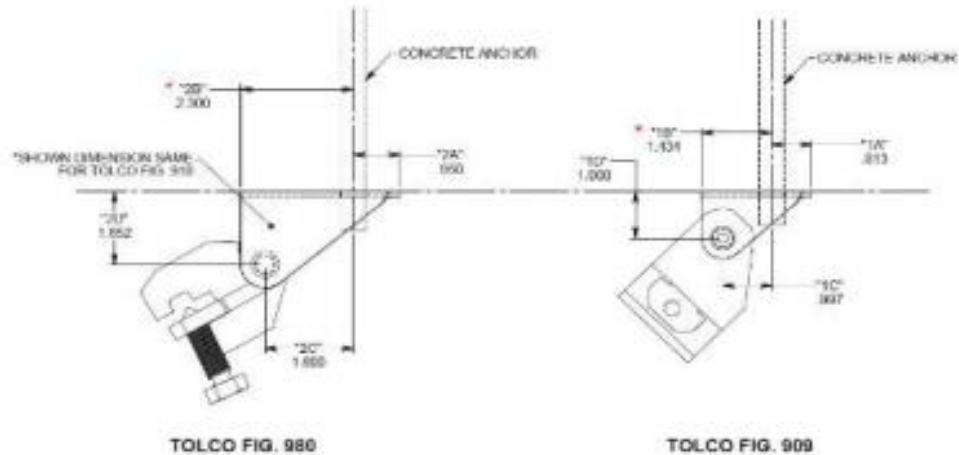
Carga Ajustada Total de Tubería en la Zona de Influe	407 lbs (185 kg)
Capacidad del Mater	1310 lbs (594 kg)
Capacidad del Sujet	618 lbs (280 kg)
Fig. 1001 Clamp	1130 lbs (513 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)
Miembros Estructura	Losa de concreto

Calculaciones preparadas por Danny /Kenneth

\* La descripción del miembro estructural es únicamente de carácter informativo.  
TOLBrace™ calcula solamente los componentes Anti-Sísmicos, y no la estructura a cual están adjuntos.  
Calculado con TOLBrace™ 8  
Visítanos en [www.tolco.com](http://www.tolco.com)



## DETAIL PER NFPA 13, 2016 FIGURE A9.3.5.12.1(a - c)



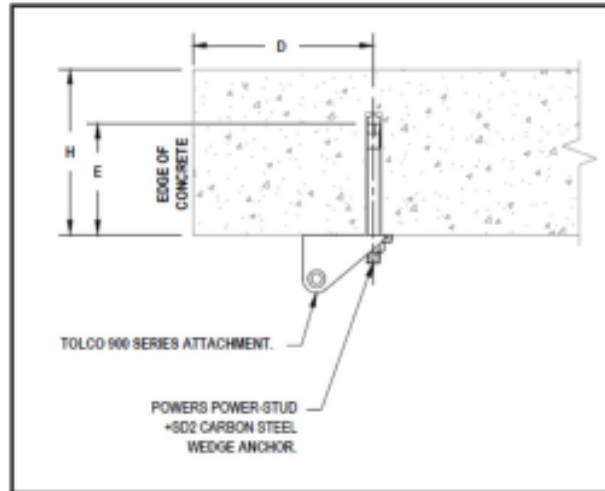
Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete slab decks									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$
3.275	1.156	1.738	1.461	1.830	2.894	3.478	2.459	2.008	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$
2.626	1.002	1.230	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1\"/>									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$
2.626	1.002	1.230	-	-	-	-	-	-	-

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1.125\"/>									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$	$P_c$
2.626	1.003	1.230	-	-	-	-	-	-	-

\*When installed in a concrete metal deck (Type W 4 1/2" x 3"), dimension 'B' would be dependent upon the contact area. For SD2 anchors the max offset is 1" so 'B' would be 1.25". For Bang-It and Wood-Knocks® II anchors, the max offset is 1.125" so 'B' would be 1.125".

## POWERS POWER-STUD+SD2 WEDGE ANCHORS IN 3,000 PSI NORMAL WEIGHT CONCRETE



NFPA BRACE ORIENTATIONS A, B, AND C SHOWN ABOVE (MINUS ANGLES), OTHER ORIENTATIONS SIMILAR

Fig. 980/ Fig. 910														
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)									
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)									
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR									
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	5.275	1.156	1.738	1.461	1.850	2.894	3.478	2.459	2.008	
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	140	296	227	204	217	163	113	159	196	
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	292	618	473	427	453	339	236	332	409	
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	331	696	534	479	511	386	267	375	462	
					422	929	700	650	669	478	350	493	606	

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-18 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

Fig. 909														
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)									
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)									
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR									
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	2.626	1.002	1.250	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	167	322	285	201	252	211	142	200	247	
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	348	672	595	419	526	440	297	417	515	
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	394	756	670	471	594	501	335	470	580	
					509	1017	892	637	784	621	446	627	773	


VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-18 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

**NOTES:**

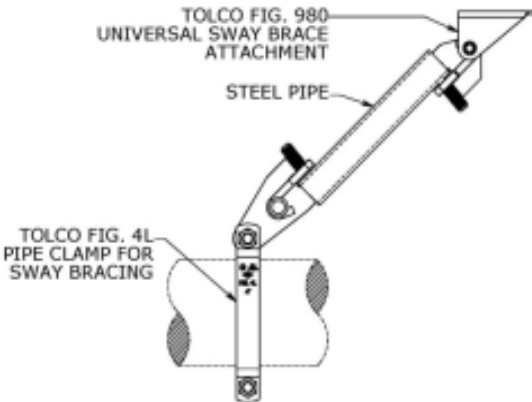
- 1.) ALLOWABLE LOADS ARE FOR ANCHORS INSTALLED IN STONE AGGREGATE CONCRETE HAVING A MIN. COMPRESSIVE STRENGTH OF 3,000 PSI AT THE TIME OF INSTALLATION AND DETERMINED PER ICC ESR-2602 FOR ANCHORS IN CRACKED CONCRETE. ALLOWABLE LOADS HAVE BEEN CALCULATED IN ACCORDANCE WITH ACI 308-14, CHAPTER 17
- 2.) PER ICC-ESR, PERIODIC SPECIAL INSPECTIONS ARE REQUIRED IN ACCORDANCE WITH SECTION 1705.1.1 AND TABLE 1705.3 OF THE 2015 AND 2012 IBC. THE SPECIAL INSPECTOR MUST MAKE PERIODIC INSPECTIONS DURING THE ANCHOR INSTALLATION TO VERIFY ANCHOR TYPE, ANCHOR DIMENSIONS, CONCRETE TYPE, CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH, HOLE DIMENSIONS, HOLE CLEANING PROCEDURE, ANCHOR SPACING, EDGE DISTANCES, CONCRETE MEMBER THICKNESS, ANCHOR EMBEDMENT, TIGHTENING TORQUE AND ADHERENCE TO THE MANUFACTURER'S INSTALLATION INSTRUCTIONS. CONSULT LOCAL CODES FOR ANY ADDITIONAL SPECIAL INSPECTION REQUIREMENTS.
- 3.) FOLLOW ALL WEDGE ANCHOR INSTALLATION REQUIREMENTS PER ICC ESR-2602
- 4.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN REINFORCED CONCRETE, AVOID DAMAGING REINFORCING STEEL
- 5.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN PRESTRESSED CONCRETE, LOCATE PRESTRESSING STEEL AND AVOID DAMAGING PRESTRESSING STEEL
- 6.) STRUCTURAL ENGINEER OF RECORD SHALL VERIFY ADEQUACY OF THE STRUCTURE FOR THE TABULATED ALLOWABLE LOADS.
- 7.) TOLCO 900 SERIES ATTACHMENT DIAMETER SHALL BE EQUAL TO THE ANCHOR DIAMETER
- 8.) IF SUBSTRATE CONDITIONS DIFFER FROM WHAT IS LISTED IN THE ABOVE TABLES, CONTACT EATON@LINE AT TOLCOSUPPORT@EATON.COM

## TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations

<b>Project Address:</b> <u>TFG UCR-Altica</u> <u>San Jose</u> <u>Escazu</u> <u>Job # 001</u>	<b>Contractor:</b> <b>Address:</b> <b>Phone:</b> <b>Licence:</b>
---	---



Calculations based on 2016 NFPA Pamphlet #13

Información de Arriostamiento sísmico	Componentes de TOLCO™									
<b>Máximo Largo del Arrios:</b> <u>7' 0" (2,134 m)</u> <b>Diameter of Brace:</b> <u>1"</u> <b>Type of Brace:</b> <u>Sch.40</u> <b>Angulo desde el Verti:</b> <u>45° Min.</u> <b>Radio de giro mínimo:</b> <u>0,42" (11 mm)</u> <b>Valor de L/R:</b> <u>200</u> <b>Carga Horizontal Máx:</b> <u>1310 lbs (594 kg)</u> <b>Other Requirements - FM Approved Loads</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Numero de Figura de</th> <th>Listed Load</th> <th>Carga Ajustada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fig. 4L Clamp</td> <td>1180 lbs (535 kg)</td> <td>1180 lbs (535 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 Universal Swivel</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">See Fastener Information            * Cálculo basado en carga concéntrica            * Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</p>	Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	Fig. 4L Clamp	1180 lbs (535 kg)	1180 lbs (535 kg)	Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)
Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada								
Fig. 4L Clamp	1180 lbs (535 kg)	1180 lbs (535 kg)								
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)								
<b>Información de Sujetador</b>	<b>Seismic Brace Assembly Detail</b>									
<b>Orientación de Sujetador:</b> <u>NFPA Type B</u> <b>Sujetador:</b> <b>Tipo:</b> <u>Undercut Anchor</u> <b>Diámetro:</b> <u>3/4in.</u> <b>Largo:</b> <u>12in.</u> <b>Carga Máxima:</b> <u>1819 lbs (825 kg)</u> <b>Prying Factor:</b> <u>1.156</u>										
	<b>Identificación en Planes de Comp:</b> <u>2.5" N-2</u> <b>Tipo de Arriostamiento:</b> Longitudinal [X]      4-Way [ ]									

Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = <u>0,64</u>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
2,5" (65 mm)	Sch. 10	79 ft (24,1 m)	79 ft (24,1 m)	5,89 lb/ft (8,77 kg/m)	465 lbs (211 kg)
Subtotal Weight					465 lbs (211 kg)
Wp (incl. 15%)					535 lbs (243 kg)
Total (Fpw)					342 lbs (155 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 9.3.5.5.2 (if applicable)		
2,5"	Sch. 10	79	N/A		

(TOLBrace™ Version 8)

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

## Calculaciones Sísmicas de TOL

TFG UCR-Atlica

Job # 001

San Jose



Brace Identification	LON-2.5" N-2
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type B
Tubería sujeta	2.5" Sch.10 Steel Pipe
Separación de Tuber	79' 0" (24,08 m)
Orientation of Brace	Longitudinal
Material del Arriostro	1" Sch.40
Máximo Largo del Arriostran	7' 0" (2,13 m)
Relación de Tenuidad usada para la Calculació	200
Angulo del Componente Sísmico para C	45°
Tipo de Sujetador	Undercut Anchor 3/4in. x 12in. (3,000 PSI Normal Weight Cracked Con
Largo del Sujetador	12in.

### Resumen de Tubería dentro de la Zona de Influencia

2.5" Sch.10 Steel Pipe (63,5 mm)	79 ft (24,1 m)

G-Factor Used 0,64

Tolerancia para la cabeza de rociadores 15%

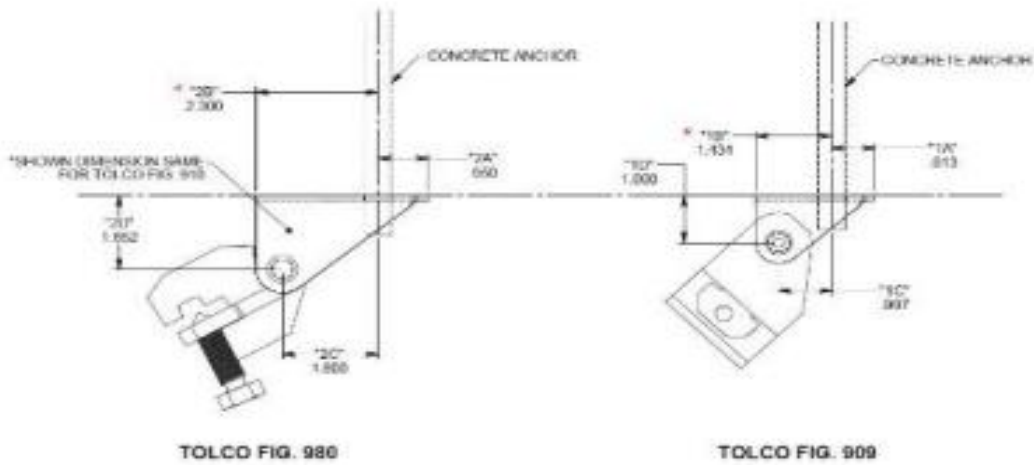
#### Conclusiones

Carga Ajustada Total de Tubería en la Zona de Influ	342 lbs (155 kg)
Capacidad del Mater	1310 lbs (594 kg)
Capacidad del Sujet	1819 lbs (825 kg)
Fig. 4L Clamp	1180 lbs (535 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)
Miembros Estructura	Losa de concreto

Calculaciones preparadas px Danny /Kenneth

\* La descripción del miembro estructural es únicamente de carácter informativo.  
 TOLBrace™ calcula solamente los componentes Anti-Sísmicos, y no la estructura a cual están adjuntos.  
 Calculado con TOLBrace™ 8  
 Visite en [www.tolco.com](http://www.tolco.com)

## DETAIL PER NFPA 13, 2016 FIGURE A9.3.5.12.1(a - c)



Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete slab decks

Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	1.461	1.830	2.894	3.478	2.459	2.008	

Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1\"/>

Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	-	-	-	-	-	-	-

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1.125\"/>


Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-

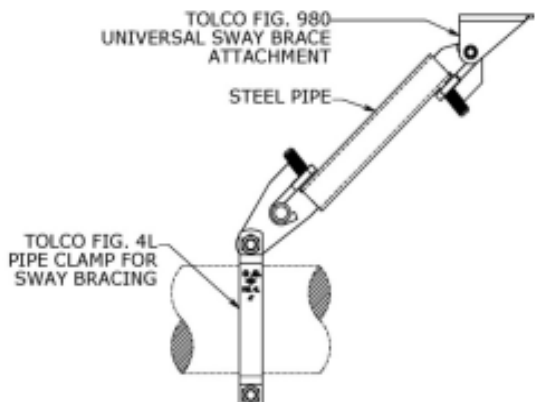
  

Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.003	1.230	-	-	-	-	-	-	-

\*When installed in a concrete metal deck (Type W 4 1/2" x 3"), dimension 'B' would be dependent upon the contact area. For SD2 anchors the max offset is 1" so 'B' would be 1.25". For Bang-It and Wood-Knocks® II+ anchors, the max offset is 1.125" so 'B' would be 1.125".

## TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations

<b>Project Address:</b> <u>TFG UCR-Attica</u> <u>San Jose</u> <u>Escazu</u> <u>Job # 001</u>	<b>Contractor:</b> <b>Address:</b> <b>Phone:</b> <b>Licence:</b>	
Calculations based on 2016 NFPA Pamphlet #13		

Información de Arriostramiento sísmico	Componentes de TOLCO™												
Máximo Largo del Arrios: <u>7' 0" (2,134 m)</u> Diameter of Brace: <u>1"</u> Type of Brace: <u>Sch.40</u> Angulo desde el Verti: <u>45° Min.</u> Radio de giro mínimo: <u>0,42" (11 mm)</u> Valor de L/R: <u>200</u> Carga Horizontal Máx: <u>1310 lbs (594 kg)</u> Other Requirements - FM Approved Loads	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Numero de Figura de</th> <th>Listed Load</th> <th>Carga Ajustada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fig. 4L Clamp</td> <td>1180 lbs (535 kg)</td> <td>1180 lbs (535 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 Universal Swivel</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">See Fastener Information</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small; text-align: center;">* Cálculo basado en carga concéntrica                      * Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</p>	Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	Fig. 4L Clamp	1180 lbs (535 kg)	1180 lbs (535 kg)	Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)	See Fastener Information		
Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada											
Fig. 4L Clamp	1180 lbs (535 kg)	1180 lbs (535 kg)											
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)											
See Fastener Information													
<b>Información de Sujetador</b>	<b>Seismic Brace Assembly Detail</b>												
Orientación de Sujetador: <u>NFPA Type B</u> Sujetador Tipo: <u>POWERS POWER-STUD +SD2</u> Diámetro: <u>1/2in.</u> Largo: <u>3 1/4in.</u> Carga Máxima: <u>460 lbs (209 kg)</u> Prying Factor: <u>1.156</u>													
	Identificación en Planes de Corte: <u>2.5" N-3 &amp; N-4</u> Tipo de Arriostramiento: <u>Longitudinal [X]</u> 4-Way [ ]												

Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = <u>0,64</u>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
2,5" (65 mm)	Sch. 10	80 ft (24,4 m)	80 ft (24,4 m)	5,89 lb/ft (8,77 kg/m)	471 lbs (214 kg)
Subtotal Weight					471 lbs (214 kg)
Wp (incl. 15%)					542 lbs (246 kg)
Total (Fpw)					347 lbs (157 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 9.3.5.5.2 (if applicable)		
2,5"	Sch. 10	80	N/A		

(TOLBrace™ Version 8)

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

## Calculaciones Sísmicas de TOL

TFG UCR-Attica

Job # 001

San Jose



Brace Identification	LON-2.5" N-3 & N-4
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type B
Tubería sujeta	2.5" Sch.10 Steel Pipe
Separación de Tuber	80' 0" (24,38 m)
Orientation of Brace	Longitudinal
Material del Arriostro	1" Sch.40
Máximo Largo del Arriostran	7' 0" (2,13 m)
Relación de Tenuidad usada para la Calculaci	200
Angulo del Componente Sísmico para C	45°
Tipo de Sujetador	POWERS POWER-STUD +SD2 1/2in. x 3 1/4in. (3,000 PSI Light Weig
Largo del Sujetador	3 1/4in.

### Resumen de Tubería dentro de la Zona de Influencia

2.5" Sch.10 Steel Pipe (63,5 mm)	80 ft (24,4 m)

G-Factor Used 0,64

Tolerancia para la cabeza de rociadores 15%

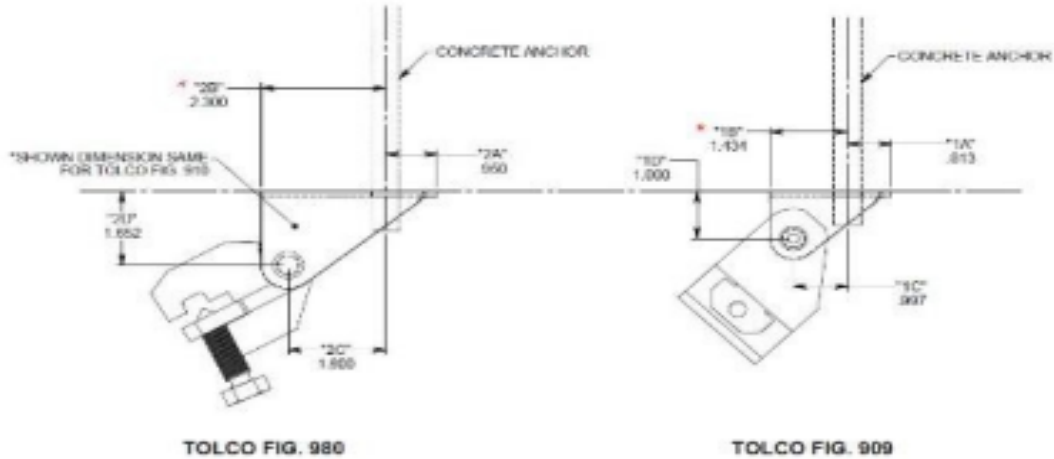
#### Conclusiones

Carga Ajustada Total de Tubería en la Zona de Influ	347 lbs (157 kg)
Capacidad del Mater	1310 lbs (594 kg)
Capacidad del Sujet	460 lbs (209 kg)
Fig. 4L Clamp	1180 lbs (535 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)
Miembros Estructura	Losa de concreto

Calculaciones preparadas px Danny /Kenneth

\* La descripción del miembro estructural es únicamente de carácter informativo.  
TOLBrace™ calcula solamente los componentes Anti-Sísmicos, y no la estructura a cual están adjuntos.  
Calculado con TOLBrace™ 8  
Visitenos en [www.tolco.com](http://www.tolco.com)

## DETAIL PER NFPA 13, 2016 FIGURE A9.3.5.12.1(a - c)



Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete slab decks									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	1.461	1.820	2.894	3.478	2.459	2.008	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	

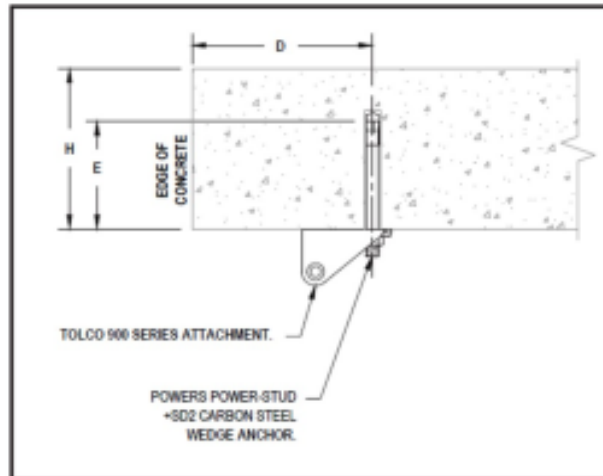
Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	-	-	-	-	-	-	

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1.125" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.003	1.230	-	-	-	-	-	-	

\*When installed in a concrete metal deck (Type W 4 1/2" x 3"), dimension 'B' would be dependent upon the contact area. For SD2 anchors the max offset is 1" so 'B' would be 1.25". For Bang-It and Wood-Knocker B+ anchors, the max offset is 1.125" so 'B' would be 1.125".



## POWERS POWER-STUD+SD2 WEDGE ANCHORS IN 3,000 PSI LIGHT WEIGHT CONCRETE



NFPA BRACE ORIENTATIONS A, B, AND C SHOWN ABOVE (MINUS ANGLES), OTHER ORIENTATIONS SIMILAR

Fig. 980/ Fig. 910													
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)								
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)								
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR								
					A	B	C	D	E	F	G	H	I
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	3.275	1.156	1.738	1.461	1.850	2.894	3.478	2.459	2.008
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	222	460	355	315	340	262	177	250	308
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	225	473	363	326	347	262	181	255	314
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	287	644	483	453	461	325	241	340	418

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-16 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

Fig. 909													
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)								
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)								
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR								
					A	B	C	D	E	F	G	H	I
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	2.626	1.002	1.250	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	264	499	444	310	394	337	221	311	384
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	268	514	455	320	403	341	227	320	394
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	350	706	618	443	542	423	309	434	535

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-16 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

**NOTES:**

- 1.) ALLOWABLE LOADS ARE FOR ANCHORS INSTALLED IN STONE AGGREGATE CONCRETE HAVING A MIN. COMPRESSIVE STRENGTH OF 3,000 PSI AT THE TIME OF INSTALLATION AND DETERMINED PER ICC ESR-2892 FOR ANCHORS IN CRACKED CONCRETE. ALLOWABLE LOADS HAVE BEEN CALCULATED IN ACCORDANCE WITH ACI 318-14, CHAPTER 17
- 2.) PER ICC-ESR, PERIODIC SPECIAL INSPECTIONS ARE REQUIRED IN ACCORDANCE WITH SECTION 1705.1.1 AND TABLE 1705.3 OF THE 2015 AND 2012 IBC. THE SPECIAL INSPECTOR MUST MAKE PERIODIC INSPECTIONS DURING THE ANCHOR INSTALLATION TO VERIFY ANCHOR TYPE, ANCHOR DIMENSIONS CONCRETE TYPE, CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH, HOLE DIMENSIONS, HOLE CLEANING PROCEDURE, ANCHOR SPACING, EDGE DISTANCES, CONCRETE MEMBER THICKNESS, ANCHOR EMBEDMENT, TIGHTENING TORQUE AND ADHERENCE TO THE MANUFACTURER'S INSTALLATION INSTRUCTIONS. CONSULT LOCAL CODES FOR ANY ADDITIONAL SPECIAL INSPECTION REQUIREMENTS.
- 3.) FOLLOW ALL WEDGE ANCHOR INSTALLATION REQUIREMENTS PER ICC ESR-2892
- 4.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN REINFORCED CONCRETE, AVOID DAMAGING REINFORCING STEEL
- 5.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN PRESTRESSED CONCRETE, LOCATE PRESTRESSING STEEL AND AVOID DAMAGING PRESTRESSING STEEL
- 6.) STRUCTURAL ENGINEER OF RECORD SHALL VERIFY ADEQUACY OF THE STRUCTURE FOR THE TABULATED ALLOWABLE LOADS.
- 7.) TOLCO 900 SERIES ATTACHMENT DIAMETER SHALL BE EQUAL TO THE ANCHOR DIAMETER
- 8.) IF SUBSTRATE CONDITIONS DIFFER FROM WHAT IS LISTED IN THE ABOVE TABLES, CONTACT EATON B-LINE AT TOLCO.SUPPORT@EATON.COM

## TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations

**Project Address:** TFG UCR-Atlica  
 San Jose  
 Escazu  
 Job # 001

**Contractor:**  
**Address:**  
**Phone:**  
**Licence:**



Calculations based on 2016 NFPA Pamphlet #13

Información de Arriostramiento sísmico	Componentes de TOLCO™																		
Máximo Largo del Arrios 7' 0" (2,134 m) Diameter of Brace 1" Type of Brace Sch.40 Angulo desde el Verti 45° Min. Radio de giro mínimo 0,42" (11 mm) Valor de L/R 200 Carga Horizontal Máx 1310 lbs (594 kg)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Numero de Figura de</th> <th>Listed Load</th> <th>Carga Ajustada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fig. 1001 Clamp</td> <td>1130 lbs (513 kg)</td> <td>1130 lbs (513 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 Universal Swivel</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">See Fastener Information</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">* Cálculo basado en carga concéntrica</td> </tr> <tr> <td colspan="3">* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</td> </tr> </tbody> </table>	Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	Fig. 1001 Clamp	1130 lbs (513 kg)	1130 lbs (513 kg)	Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)	See Fastener Information			* Cálculo basado en carga concéntrica			* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.		
Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada																	
Fig. 1001 Clamp	1130 lbs (513 kg)	1130 lbs (513 kg)																	
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)																	
See Fastener Information																			
* Cálculo basado en carga concéntrica																			
* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.																			
Other Requirements - FM Approved Loads <b>Información de Sujetador</b>	<b>Seismic Brace Assembly Detail</b>																		
Orientación de Sujetador NFPA Type B Sujetador Tipo POWERS POWER-STUD +SD2 Diámetro 1/2in. Largo 3 1/4in. Carga Máxima 618 lbs (280 kg)																			
Prying Factor 1.156	<b>Identificación en Planes de Comp.</b> 2.5° N-3 & N-4 <b>Tipo de Arriostramiento</b> Longitudinal [ ] 4-Way [ ]																		

Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = 0,64					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
2,5" (65 mm)	Sch. 10	22 ft (6,7 m)	22 ft (6,7 m)	5,89 lb/ft (8,77 kg/m)	130 lbs (59 kg)
1,5" (40 mm)	Sch. 40	20 ft (6,1 m)	20 ft (6,1 m)	3,61 lb/ft (5,37 kg/m)	72 lbs (33 kg)
1,25" (32 mm)	Sch. 40	82 ft (25 m)	82 ft (25 m)	2,93 lb/ft (4,36 kg/m)	240 lbs (109 kg)
1" (25 mm)	Sch. 40	61 ft (18,6 m)	61 ft (18,6 m)	2,05 lb/ft (3,05 kg/m)	125 lbs (57 kg)
Subtotal Weight					567 lbs (257 kg)
Wp (incl. 15%)					652 lbs (296 kg)
Main Size 2,5"	Type/Sch. Sch. 10	Spacing (ft) 22	Total (Fpw)		417 lbs (189 kg)
Maximum Fpw per 9.3.5.5.2 (if applicable)					513 lb (232 kg)

(TOLBrace™ Version 8)

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

## Calculaciones Sísmicas de TOL

TFG UCR-Attica

Job # 001

San Jose



Brace Identification	LAT-2.5" N-3 & N-4
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type B
Tubería sujeta	2.5" Sch.10 Steel Pipe
Separación de Tuber	22' 0" (6,71 m)
Orientation of Brace	Lateral
Material del Arriostro	1" Sch.40
Máximo Largo del Arriostran	7' 0" (2,13 m)
Relación de Tenuidad usada para la Calculació	200
Angulo del Componente Sísmico para C	45°
Tipo de Sujetador	POWERS POWER-STUD +SD2 1/2in. x 3 1/4in. (3,000 PSI Normal Wt
Largo del Sujetador	3 1/4in.

### Resumen de Tubería dentro de la Zona de Influencia

2.5" Sch.10 Steel Pipe (63,5 mm)	22 ft (6,7 m)
1.5" Sch.40 Steel Pipe (38,1 mm)	20 ft (6,1 m)
1.25" Sch.40 Steel Pipe (31,75 mm)	82 ft (25 m)
1" Sch.40 Steel Pipe (25,4 mm)	61 ft (18,6 m)

G-Factor Used 0,64

Tolerancia para la cabeza de rociadores 15%

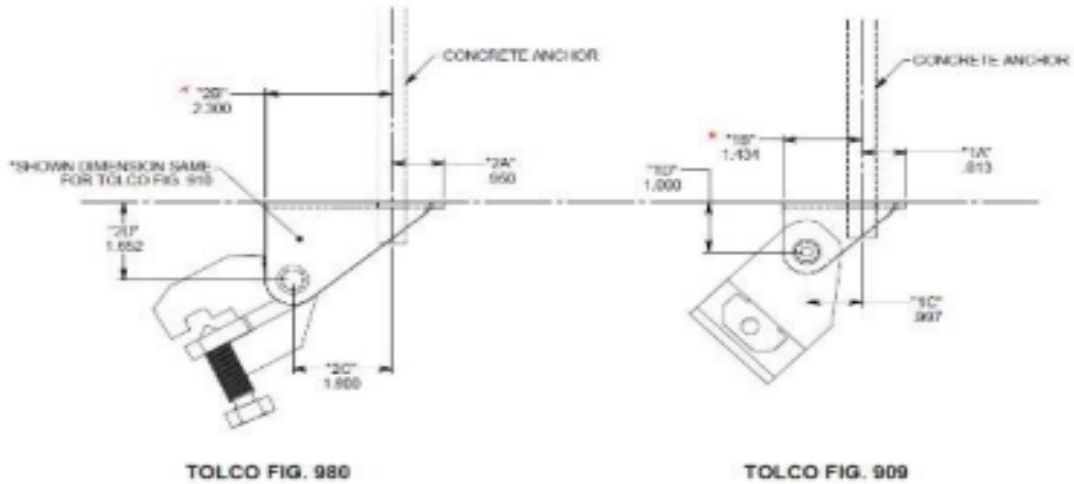
#### Conclusiones

Carga Ajustada Total de Tubería en la Zona de Influencia	417 lbs (189 kg)
Capacidad del Material	1310 lbs (594 kg)
Capacidad del Sujeto	618 lbs (280 kg)
Fig. 1001 Clamp	1130 lbs (513 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)
Miembros Estructura	Losa de concreto

Calculaciones preparadas por Danny /Kenneth

\* La descripción del miembro estructural es únicamente de carácter informativo.  
TOLBrace™ calcula solamente los componentes Anti-Sísmicos, y no la estructura a cual están adjuntos.  
Calculado con TOLBrace™ 8  
Visítanos en [www.tolco.com](http://www.tolco.com)

## DETAIL PER NFPA 13, 2016 FIGURE A9.3.5.12.1(a - c)



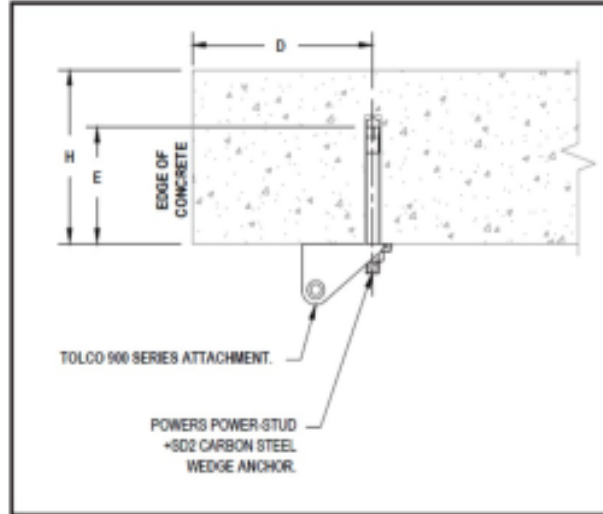
Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete slab decks									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	1.461	1.830	2.894	3.478	2.459	2.008	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	-	-	-	-	-	-	

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal decks with 1.125" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.003	1.230	-	-	-	-	-	-	

\*When installed in a concrete metal deck (Type W 4 1/2" x 3"), dimension 'B' would be dependent upon the contact area. For SD2 anchors the max offset is 1" so 'B' would be 1.25". For Bang-It and Wood-Knocker II+ anchors, the max offset is 1.125" so 'B' would be 1.125".

## POWERS POWER-STUD+SD2 WEDGE ANCHORS IN 3,000 PSI NORMAL WEIGHT CONCRETE



NFPA BRACE ORIENTATIONS A, B, AND C SHOWN ABOVE (MINUS ANGLES), OTHER ORIENTATIONS SIMILAR

**Fig. 980/ Fig. 910**

ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)										
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)										
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR										
					A	B	C	D	E	F	G	H	I		
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	5.275	1.156	1.758	1.461	1.850	2.894	5.478	2.459	2.008		
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	140	296	227	204	217	163	113	159	196		
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	292	618	473	427	453	339	236	332	409		
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	331	696	534	479	511	386	267	375	462		
					422	929	700	650	669	478	350	493	606		

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-16 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

**Fig. 909**

ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)										
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)										
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR										
					A	B	C	D	E	F	G	H	I		
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	2.626	1.002	1.250	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420		
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	167	322	285	201	252	211	142	200	247		
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	348	672	595	419	526	440	297	417	515		
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	394	756	670	471	594	501	335	470	580		
					509	1017	892	637	784	621	446	627	773		

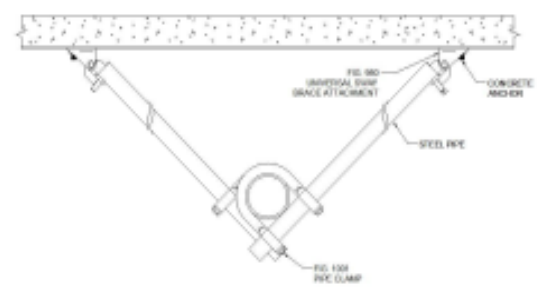
VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-16 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

**NOTES:**

- 1.) ALLOWABLE LOADS ARE FOR ANCHORS INSTALLED IN STONE AGGREGATE CONCRETE HAVING A MIN. COMPRESSIVE STRENGTH OF 3,000 PSI AT THE TIME OF INSTALLATION AND DETERMINED PER ICC ESR-2692 FOR ANCHORS IN CRACKED CONCRETE. ALLOWABLE LOADS HAVE BEEN CALCULATED IN ACCORDANCE WITH ACI 318-14, CHAPTER 17
- 2.) PER ICC-ESR, PERIODIC SPECIAL INSPECTIONS ARE REQUIRED IN ACCORDANCE WITH SECTION 1705.1.1 AND TABLE 1705.3 OF THE 2015 AND 2012 IBC. THE SPECIAL INSPECTOR MUST MAKE PERIODIC INSPECTIONS DURING THE ANCHOR INSTALLATION TO VERIFY ANCHOR TYPE, ANCHOR DIMENSIONS, CONCRETE TYPE, CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH, HOLE DIMENSIONS, HOLE CLEANING PROCEDURE, ANCHOR SPACING, EDGE DISTANCES, CONCRETE MEMBER THICKNESS, ANCHOR EMBEDMENT, TIGHTENING TORQUE AND ADHERENCE TO THE MANUFACTURER'S INSTALLATION INSTRUCTIONS. CONSULT LOCAL CODES FOR ANY ADDITIONAL SPECIAL INSPECTION REQUIREMENTS.
- 3.) FOLLOW ALL WEDGE ANCHOR INSTALLATION REQUIREMENTS PER ICC ESR-2692
- 4.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN REINFORCED CONCRETE, AVOID DAMAGING REINFORCING STEEL
- 5.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN PRESTRESSED CONCRETE, LOCATE PRESTRESSING STEEL AND AVOID DAMAGING PRESTRESSING STEEL.
- 6.) STRUCTURAL ENGINEER OF RECORD SHALL VERIFY ADEQUACY OF THE STRUCTURE FOR THE TABULATED ALLOWABLE LOADS.
- 7.) TOLCO 900 SERIES ATTACHMENT DIAMETER SHALL BE EQUAL TO THE ANCHOR DIAMETER
- 8.) IF SUBSTRATE CONDITIONS DIFFER FROM WHAT IS LISTED IN THE ABOVE TABLES, CONTACT EATON'S LINE AT TOLCO.SUPPORT@EATON.COM

## TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations

<b>Project Address:</b> <u>TFG UCR-Atlica</u> <u>San Jose</u> <u>Escazu</u> <u>Job # 001</u>	<b>Contractor:</b> <b>Address:</b> <b>Phone:</b> <b>Licence:</b>	 <small>Powering Business Worldwide</small>
Calculations based on 2016 NFPA Pamphlet #13		

Información de Arriostamiento sísmico	Componentes de TOLCO™																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Máximo Largo del Arrios</td><td><u>9' 0" (2,743 m)</u></td></tr> <tr><td>Diameter of Brace</td><td><u>1.25"</u></td></tr> <tr><td>Type of Brace</td><td><u>Sch.40</u></td></tr> <tr><td>Angulo desde el Verti</td><td><u>45° Min.</u></td></tr> <tr><td>Radio de giro mínimo</td><td><u>0,54" (14 mm)</u></td></tr> <tr><td>Valor de L/R</td><td><u>200</u></td></tr> <tr><td>Carga Horizontal Máx</td><td><u>1774 lbs (805 kg)</u></td></tr> </table> <p><b>Other Requirements - FM Approved Loads</b></p>	Máximo Largo del Arrios	<u>9' 0" (2,743 m)</u>	Diameter of Brace	<u>1.25"</u>	Type of Brace	<u>Sch.40</u>	Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>	Radio de giro mínimo	<u>0,54" (14 mm)</u>	Valor de L/R	<u>200</u>	Carga Horizontal Máx	<u>1774 lbs (805 kg)</u>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Numero de Figura de</th> <th style="text-align: left;">Listed Load</th> <th style="text-align: left;">Carga Ajustada</th> </tr> <tr> <td>Fig. 1001 Clamp</td> <td>730 lbs (331 kg)</td> <td>730 lbs (331 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 Universal Swivel</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> <td>1970 lbs (894 kg)</td> </tr> </table> <p>See Fastener Information                  * Cálculo basado en carga concentrada                  * Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</p>	Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	Fig. 1001 Clamp	730 lbs (331 kg)	730 lbs (331 kg)	Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)
Máximo Largo del Arrios	<u>9' 0" (2,743 m)</u>																							
Diameter of Brace	<u>1.25"</u>																							
Type of Brace	<u>Sch.40</u>																							
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>																							
Radio de giro mínimo	<u>0,54" (14 mm)</u>																							
Valor de L/R	<u>200</u>																							
Carga Horizontal Máx	<u>1774 lbs (805 kg)</u>																							
Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada																						
Fig. 1001 Clamp	730 lbs (331 kg)	730 lbs (331 kg)																						
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)	1970 lbs (894 kg)																						
<b>Información de Sujetador</b>	<b>Seismic Brace Assembly Detail</b>																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Orientación de Sujetador</td><td><u>NFPA Type B</u></td></tr> <tr><td>Sujetador</td><td></td></tr> <tr><td>Tipo</td><td><u>POWERS POWER-STUD +SD2</u></td></tr> <tr><td>Diámetro</td><td><u>1/2in.</u></td></tr> <tr><td>Largo</td><td><u>3 1/4in.</u></td></tr> <tr><td>Carga Máxima</td><td><u>460 lbs (209 kg)</u></td></tr> <tr><td>Prying Factor</td><td><u>1.156</u></td></tr> </table>	Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>	Sujetador		Tipo	<u>POWERS POWER-STUD +SD2</u>	Diámetro	<u>1/2in.</u>	Largo	<u>3 1/4in.</u>	Carga Máxima	<u>460 lbs (209 kg)</u>	Prying Factor	<u>1.156</u>	 <p>The diagram shows a cross-section of a seismic brace assembly. It features a horizontal steel pipe (Fig. 980 Universal Swivel Brace Attachment) connected to a vertical steel pipe (Fig. 1001 RVC Clamp). The assembly is mounted on a concrete anchor (Concrete Anchor). Labels include: FIG. 980 UNIVERSAL SWIVEL BRACE ATTACHMENT, CONCRETE ANCHOR, STEEL PIPE, and FIG. 1001 RVC CLAMP.</p>									
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>																							
Sujetador																								
Tipo	<u>POWERS POWER-STUD +SD2</u>																							
Diámetro	<u>1/2in.</u>																							
Largo	<u>3 1/4in.</u>																							
Carga Máxima	<u>460 lbs (209 kg)</u>																							
Prying Factor	<u>1.156</u>																							
	<b>Identificación en Planes de Construcción</b> Tipo de Arriostamiento: Longitudinal [ ]      4-Way [X]																							

Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = <u>0,64</u>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
6" (150 mm)	Sch. 10	10 ft (3 m)	10 ft (3 m)	23,03 lb/ft (34,27 kg/m)	230 lbs (104 kg)
Subtotal Weight					230 lbs (104 kg)
Wp (incl. 15%)					264 lbs (120 kg)
Total (Fpw)					189 lbs (77 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 9.3.5.5.2 (if applicable)		
6"	Sch. 10	10	N/A		

(TOLBrace™ Version 8)

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

## Calculaciones Sísmicas de TOL

TFG UCR-Atlica

Job # 001

San Jose



Brace Identification	4 VIAS 6" RISER TIPICO
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type B
Tubería sujeta	6" Sch.10 Steel Pipe
Separación de Tuber	10' 0" (3,05 m)
Orientation of Brace	Riser
Material del Arriostro	1.25" Sch.40
Máximo Largo del Arriostran	9' 0" (2,74 m)
Relación de Tenuidad usada para la Calculació	200
Angulo del Componente Sísmico para C	45°
Tipo de Sujetador	POWERS POWER-STUD +SD2 1/2in. x 3 1/4in. (3,000 PSI Light Weig
Largo del Sujetador	3 1/4in.

### Resumen de Tubería dentro de la Zona de Influencia

6" Sch.10 Steel Pipe (152,4 mm)	10 ft (3 m)

G-Factor Used 0,64

Tolerancia para la cabeza de rociadores 15%

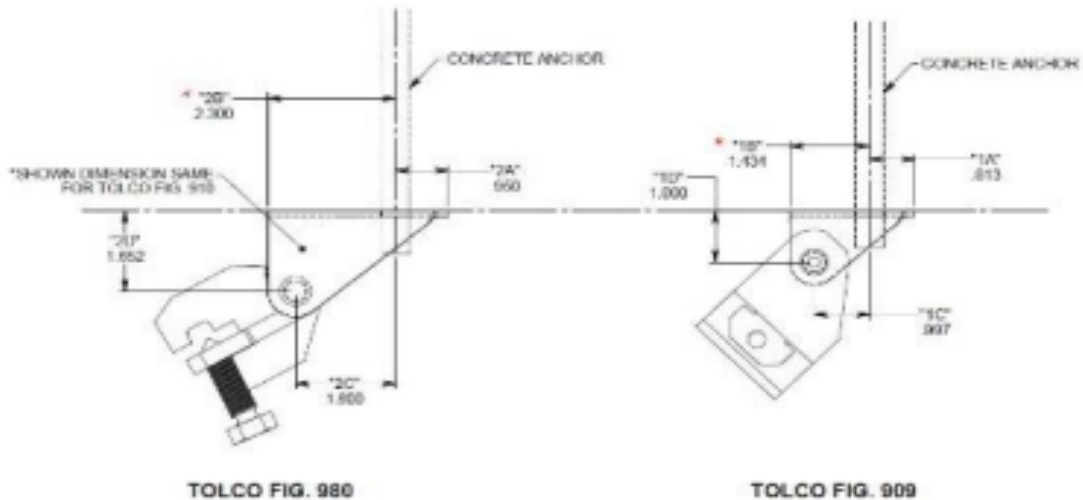
#### Conclusiones

Carga Ajustada Total de Tubería en la Zona de Influencia	170 lbs (77 kg)
Capacidad del Material	1774 lbs (805 kg)
Capacidad del Sujeto	460 lbs (209 kg)
Fig. 1001 Clamp	730 lbs (331 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1970 lbs (894 kg)
Miembros Estructurales	Losa de concreto

Calculaciones preparadas por Danny /Kenneth

\* La descripción del miembro estructural es únicamente de carácter informativo.  
TOLBrace™ calcula solamente los componentes Anti-Sísmicos, y no la estructura a cual están adjuntos.  
Calculado con TOLBrace™ 8  
Visítanos en [www.tolco.com](http://www.tolco.com)

## DETAIL PER NFPA 13, 2016 FIGURE A9.3.5.12.1(a - c)



Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete slab ceilings									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	1.461	1.820	2.894	3.478	2.459	2.008	
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	1.513	1.487	2.226	2.460	1.740	1.420	

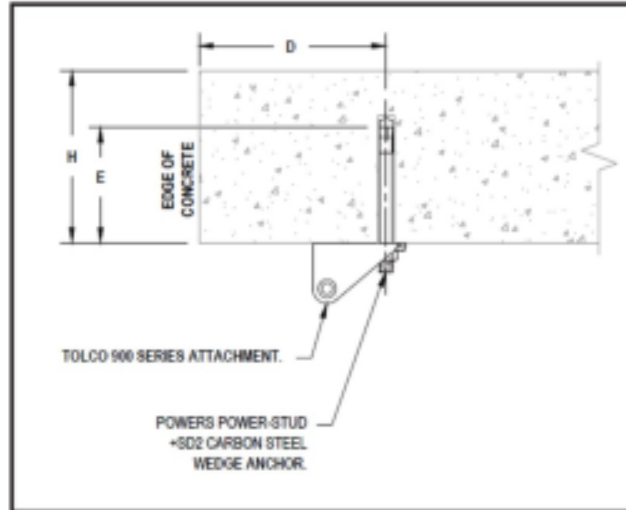
Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal ceilings with 1" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.002	1.230	-	-	-	-	-	-	-

Prying Factors per NFPA 13, 2016 Section 9.3.5.12 when installed in concrete metal ceilings with 1.125" center offset									
Fig. 980/910									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
3.275	1.156	1.738	-	-	-	-	-	-	-
Fig. 909									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$	$P_r$
2.626	1.003	1.230	-	-	-	-	-	-	-

\*When installed in a concrete metal deck (Type W 4 1/2" x 3"), dimension "B" would be dependent upon the contact area. For SD2 anchors the max offset is 1" so "B" would be 1.25". For Bang-It and Wood-Knocker II+ anchors, the max offset is 1.125" so "B" would be 1.125".



## POWERS POWER-STUD+SD2 WEDGE ANCHORS IN 3,000 PSI LIGHT WEIGHT CONCRETE



NFPA BRACE ORIENTATIONS A, B, AND C SHOWN ABOVE (MINUS ANGLES), OTHER ORIENTATIONS SIMILAR

Fig. 980/ Fig. 910													
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)								
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)								
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR								
					A	B	C	D	E	F	G	H	I
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	3,275	1,156	1,738	1,461	1,850	2,894	3,478	2,459	2,008
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	222	460	355	315	340	262	177	250	308
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	225	473	363	326	347	262	181	255	314
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	287	644	483	453	461	325	241	340	418

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-19 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

Fig. 909													
ANCHOR DIA.	NOMINAL EMBED. DEPTH	"E" MIN. EFFECTIVE EMBED. DEPTH	"D" DESIGN EDGE DISTANCE	"H" MIN. BASE MATERIAL THICKNESS	ALLOWABLE STRENGTH DESIGN (ASD)								
					MAX. ALLOWABLE HORIZONTAL LOAD (LBS.)								
					NFPA BRACE ORIENTATION   PRYING FACTOR								
					A	B	C	D	E	F	G	H	I
3/8"	2 3/8"	2"	4"	4"	2,626	1,002	1,230	1,513	1,487	2,226	2,460	1,740	1,420
1/2"	3 3/4"	3 1/4"	6"	5 3/4"	264	499	444	310	394	337	221	311	384
5/8"	3 7/8"	3 1/4"	6"	5 3/4"	268	514	455	320	403	341	227	320	394
3/4"	4 1/2"	3 3/4"	8"	7"	350	706	618	443	542	423	309	434	535

VALUES CALCULATED IN ACCORDANCE WITH NFPA 13-19 ANNEX E.7 AND INCLUDE OVER STRENGTH FACTOR  $\phi = 2.0$  AND AMPLIFIED BY 1.2

**NOTES:**

- 1.) ALLOWABLE LOADS ARE FOR ANCHORS INSTALLED IN STONE AGGREGATE CONCRETE HAVING A MIN. COMPRESSIVE STRENGTH OF 3,000 PSI AT THE TIME OF INSTALLATION AND DETERMINED PER ICC ESR-2802 FOR ANCHORS IN CRACKED CONCRETE. ALLOWABLE LOADS HAVE BEEN CALCULATED IN ACCORDANCE WITH ACI 318-14, CHAPTER 17
- 2.) PER ICC-ESR, PERIODIC SPECIAL INSPECTIONS ARE REQUIRED IN ACCORDANCE WITH SECTION 1705.1.1 AND TABLE 1705.3 OF THE 2015 AND 2012 IBC. THE SPECIAL INSPECTOR MUST MAKE PERIODIC INSPECTIONS DURING THE ANCHOR INSTALLATION TO VERIFY ANCHOR TYPE, ANCHOR DIMENSIONS, CONCRETE TYPE, CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH, HOLE DIMENSIONS, HOLE CLEANING PROCEDURE, ANCHOR SPACING, EDGE DISTANCES, CONCRETE MEMBER THICKNESS, ANCHOR EMBEDMENT, TIGHTENING TORQUE AND ADHERENCE TO THE MANUFACTURER'S INSTALLATION INSTRUCTIONS. CONSULT LOCAL CODES FOR ANY ADDITIONAL SPECIAL INSPECTION REQUIREMENTS.
- 3.) FOLLOW ALL WEDGE ANCHOR INSTALLATION REQUIREMENTS PER ICC ESR-2802
- 4.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN REINFORCED CONCRETE, AVOID DAMAGING REINFORCING STEEL.
- 5.) WHEN INSTALLING ANCHORS IN PRESTRESSED CONCRETE, LOCATE PRESTRESSING STEEL AND AVOID DAMAGING PRESTRESSING STEEL.
- 6.) STRUCTURAL ENGINEER OF RECORD SHALL VERIFY ADEQUACY OF THE STRUCTURE FOR THE TABULATED ALLOWABLE LOADS.
- 7.) TOLCO 900 SERIES ATTACHMENT DIAMETER SHALL BE EQUAL TO THE ANCHOR DIAMETER
- 8.) IF SUBSTRATE CONDITIONS DIFFER FROM WHAT IS LISTED IN THE ABOVE TABLES, CONTACT EATON B-LINE AT TOLCOSUPPORT@EATON.COM

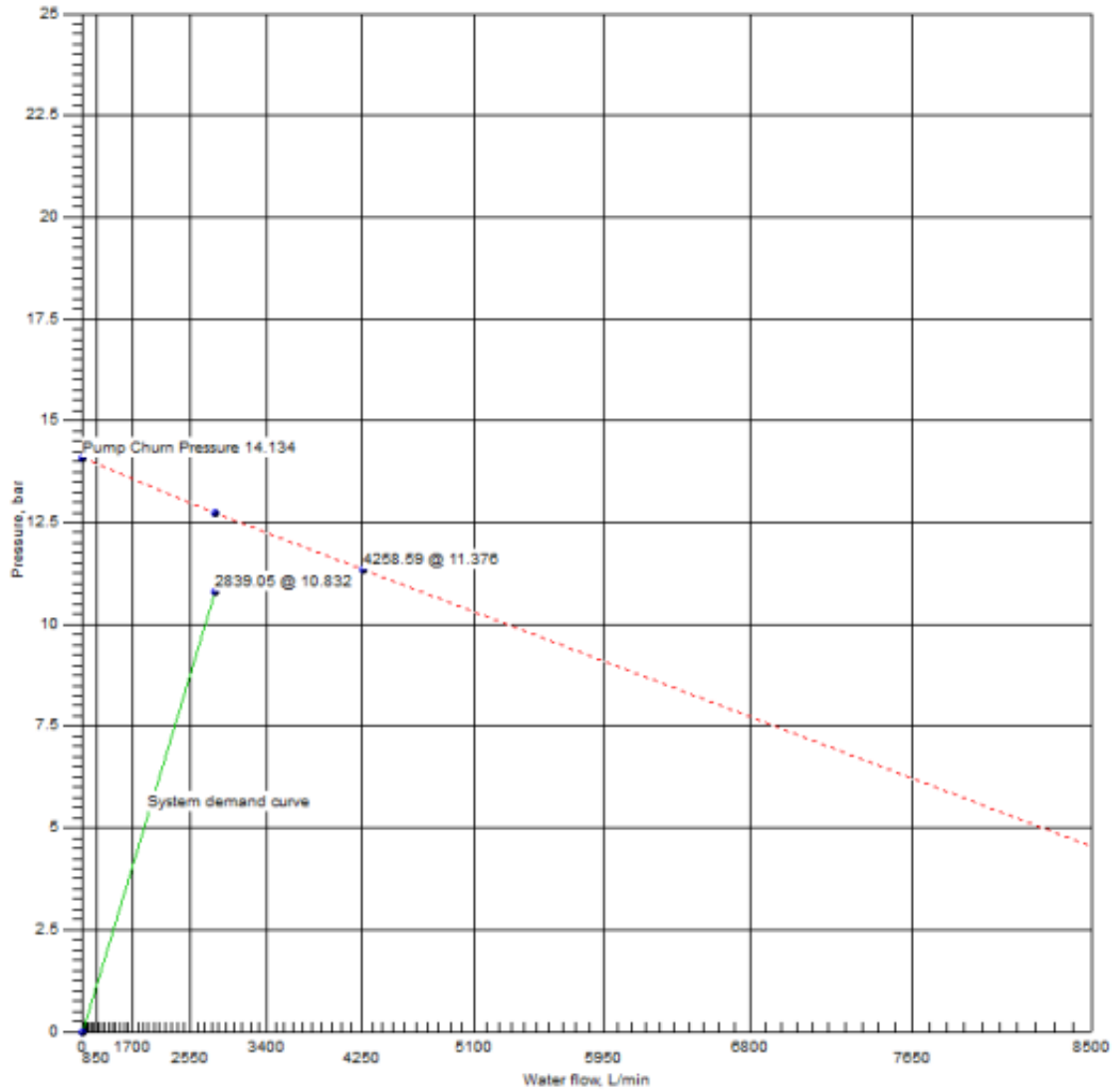
# ANEXO C.

## C. Cálculos hidráulicos del sistema de supresión de incendios:

A continuación, en este anexo se presentan los cálculos hidráulicos más críticos para el sistema de supresión de incendios, se usó el software autosprink®, en donde los resultados se generan en unidades basadas en el sistema internacional, pero el texto el programa lo brinda en idioma Inglés por defecto.

Hydraulic Summary		Job Number: 01							
Job		Report Description: Tomas Clase I Edificio A							
Job Number	01	Design Engineer	-						
Job Name	Condominio Horizontal y vertical ATTICA	Main Contributor/Source Number	-						
Address 1	SAN JOSE	Agency	BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA						
Address 2	ESCAZU	Job Identification	SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIOS						
Address 3	SAN JOSECITO	Drawing Name	FP16 Nivel Residencial N+7 16-09-2020						
System		Remote Area(s)							
Most Demanding Sprinkler Code	K-Factor at	Occupancy	NA						
Hose Allowance At Source	0.00	Job Style	Manually Flowing						
Additional Water Supplies		Density	NA						
Node	Flow(L/min)	Area of Application	NA						
Hose At Node 301	946.35	Number Of Sprinklers Calculated	0						
Hose At Node 302	946.35	Coverage Per Sprinkler	NA						
Hose At Node 486	946.35	AutoPeak Residual Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area							
Total Hose Demand	2839.05								
System Flow Demand	2839.05	Total Water Required (Including Hose Allowance)	2839.05						
Maximum Pressure Unbalance In Loop	0.000								
Maximum Velocity Above Ground	5.11 between nodes 411 and 486								
Maximum Velocity Under Ground	2.37 between nodes 9 and 8								
Volume Capacity of Wet Pipes	8.92m <sup>3</sup>	Volume Capacity of Dry Pipes							
Supplies									
Node	Name	Hose Flow (L/min)	Static (bar)	Residual (bar)	Flow (L/min)	Available (bar)	Total Demand (L/min)	Required (bar)	Safety Margin (bar)
307	Pump		14.134	12.755	2839.06	12.748	2839.05	10.832	1.916
Pump: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)									
Contractor									
Contractor Number	Contract Name		Contract Title						
Name of Contractors	Phone		Extension						
Address 1	FAX								
Address 2	Email								
Address 3	Website								

**Pump at Node 307**



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 307	14.134	12.755 @ 2839.06
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	14.134	
Rated Pump Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	12.748 @ 2839.05	
System Demand		
10.832 @ 2839.05		



## Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Clase I Edificio A

Device	Actual Flow (L/min)	Minimum Flow (L/min)	K-Factor (K bar)	Pressure (bar)	Density (mm/min)	Coverage (Meter)
Hose 301	946.35	946.35	0	7.270		
Hose 302	946.35	946.35	360.4	6.895		
Hose 486	946.35	946.35	0	7.571		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



## Node Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Tomas, Clase I Edificio A

Node	Elevation(Meter)	Fittings	Pressure(bar)	Discharge(L/min)
301	-2.29m	Gauge 11, Hose(9.45m)	7.270	946.35
302	1.52m	Gauge 12, Hose(-6.895)(9.45m)	6.895	946.35
486	-4.81m	Gauge 21, Hose(9.45m)	7.571	946.35
3	-29.53m	LIE(4.32m)	10.787	
6	-28.00m		10.629	
8	-29.53m	T(11.87m)	10.826	
9	-28.01m		10.681	
41	-32.66m	LIE(4.32m)	11.009	
42	-30.53m		10.798	
110	-25.10m	E(5.37m), Gauge 1	10.301	
217	-2.29m	T(3.66m)	7.923	
222	1.52m	T(3.66m)	7.549	
307	-27.69m	P2(-12.755)	10.832	
411	-4.81m	T(3.66m)	8.225	



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Clase I Edificio A

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure		
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary		
Upstream						Total Length			
<b>Route 1</b>									
BL	62.7126	946.35	5.11	120	0.048727	0.31m	Pf 0.654		
302	1.52m	946.35		6.895	Gauge 12, Hose(-6.895)(9.4	13.11m	Pe 0.373		
222	1.52m			7.549	5m)	13.41m	Pv		
					T(3.66m)				
FM	161.4678	946.35	0.77	120	0.000487	3.80m	Pf 0.002		
222	1.52m			7.549			Pe 0.373		
217	-2.29m			7.923		3.80m	Pv		
FM	161.4678	1892.70	1.54	120	0.001756	57.88m	Pf 0.141		
217	-2.29m	946.35		7.923	Flow (q) from Route 2	22.23m	Pe 2.237		
110	-25.10m			10.301	T(11.50m), 2E(5.37m),	80.11m	Pv		
					Gauge 1				
FM	161.4678	1892.70	1.54	120	0.001756	4.61m	Pf 0.043		
110	-25.10m			10.301		19.93m	Pe 0.285		
6	-28.00m			10.629	E(5.37m), f(-0.000), ALV(10.7	24.54m	Pv		
					3m), BV(3.83m)				
LIG	159.5120	1892.70	1.58	140	0.001401	1.53m	Pf 0.008		
6	-28.00m			10.629		4.32m	Pe 0.150		
3	-29.53m			10.787	LtE(4.32m)	5.85m	Pv		
LIG	149.3520	1892.70	1.80	150	0.001699	9.87m	Pf 0.039		
3	-29.53m			10.787		13.06m	Pe -0.000		
8	-29.53m			10.826	PIV(1.19m), T(11.87m)	22.93m	Pv		
LIG	159.5120	2839.05	2.37	140	0.002966	1.52m	Pf 0.005		
8	-29.53m	946.35		10.826	Flow (q) from Route 3		Pe -0.149		
9	-28.01m			10.681		1.52m	Pv		
FM	161.4678	2839.05	2.31	120	0.003717	11.33m	Pf 0.182		
9	-28.01m			10.681		37.56m	Pe -0.031		
307	-27.69m			10.832	4E(5.37m), BV(3.83m), CV(1	48.89m	Pv		
					2.26m)				
<b>Pump</b>		<b>Velocity</b>							
307		2839.05		10.832	Rating: 12.755 @ 2839.06				
306		Q=2839.05	0.66	-1.916	Chum Pressure: 14,134				
		0.00			Hose Allowance At Source				
307		2839.05							
<b>Route 2</b>									
BL	62.7126	946.35	5.11	120	0.048727	0.31m	Pf 0.654		
301	-2.29m	946.35		7.270	Gauge 11, Hose(9.45m)	13.11m	Pe		
217	-2.29m			7.923	T(3.66m)	13.41m	Pv		
<b>Route 3</b>									
BL	62.7126	946.35	5.11	120	0.048727	0.31m	Pf 0.654		
486	-4.81m	946.35		7.571	Gauge 21, Hose(9.45m)	13.11m	Pe		
411	-4.81m			8.225	T(3.66m)	13.41m	Pv		
FM	161.4678	946.35	0.77	120	0.000487	62.49m	Pf 0.051		
411	-4.81m			8.225		42.16m	Pe 2.522		
42	-30.53m			10.798	T(11.50m), 3E(5.37m), f(-0.0	104.65m	Pv		
					00), ALV(10.73m), BV(3.83m)				
LIG	159.5120	946.35	0.79	140	0.000389	2.13m	Pf 0.003		
42	-30.53m			10.798		4.32m	Pe 0.209		
41	-32.66m			11.009	LtE(4.32m)	6.46m	Pv		
LIG	149.3520	946.35	0.90	150	0.000471	195.16m	Pf 0.124		
41	-32.66m			11.009		67.68m	Pe -0.307		
8	-29.53m			10.826	PIV(1.19m), 5LtE(3.56m), 2T(	262.84m	Pv		
					11.87m), 8EE(2.77m), Ee2(2.				
					77m)				
<b>Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)</b>					<b>C Value Multiplier</b>				
$\left( \frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$					Value Of C	100	130	140	150
					Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Clase I Edificio A

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Pipe Type Legend</b>		<b>Units Legend</b>			<b>Fittings Legend</b>		
AO	Arm-Over	Diameter	Millimeter	ALV	Alarm Valve		
BL	Branch Line	Elevation	Meter	AngV	Angle Valve		
CM	Cross Main	Flow	L/min	b	Bushing		
DN	Drain	Discharge	L/min	BaV	Ball Valve		
DR	Drop	Velocity	mps	BFP	Backflow Preventer		
DY	Dynamic	Pressure	bar	BV	Butterfly Valve		
FM	Feed Main	Length	Meter	C	Cross Flow Turn 90°		
FR	Feed Riser	Friction Loss	bar/Meter	cpIq	Coupling		
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant	Cr	Cross Run		
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe	CV	Check Valve		
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe	DeIV	Deluge Valve		
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points	DPV	Dry Pipe Valve		
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points	E	90° Elbow		
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe	EE	45° Elbow		
				Ee1	11¼° Elbow		
				Ee2	22½° Elbow		
				f	Flow Device		
				fd	Flex Drop		
				FDC	Fire Department Connection		
				fE	90° FireLock(TM) Elbow		
				fEE	45° FireLock(TM) Elbow		
				fIq	Flange		
				FN	Floating Node		
				fT	FireLock(TM) Tee		
				q	Gauge		
				GloV	Globe Valve		
				GV	Gate Valve		
				Ho	Hose		
				Hose	Hose		
				HV	Hose Valve		
				Hyd	Hydrant		
				LIE	Long Turn Elbow		
				mecT	Mechanical Tee		
				Noz	Nozzle		
				P1	Pump In		
				P2	Pump Out		
				PIV	Post Indicating Valve		
				PO	Pipe Outlet		
				PrV	Pressure Relief Valve		
				PRV	Pressure Reducing Valve		
				red	Reducer/Adapter		
				S	Supply		
				sCV	Swing Check Valve		
				SFx	Seismic Flex		
				Spr	Sprinkler		
				St	Strainer		
				T	Tee Flow Turn 90°		
				Tr	Tee Run		
				U	Union		
				WtF	Wttsbo		
				WMV	Water Meter Valve		
				Z	Cap		



### Check Point Gauge Data

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Clase I Edificio A

Gauge	Pressure(bar)	K-Factor(K bar)	Flow(L/min)	Inlet Static Pressure(bar)	Elevation(Meter)
Gauge 1	10.301	589.7	1892.70	13.873	-25.10m
Gauge 10	6.895	0	0.00	11.979	-5.79m
Gauge 11	7.270	350.99	946.35	11.636	-2.29m
Gauge 12	6.895	360.4	946.35	11.263	1.52m
Gauge 13	6.895	0	0.00	15.021	-36.81m
Gauge 14	0.000	0	0.00	14.285	-29.31m
Gauge 15	6.895	0	0.00	14.285	-29.31m
Gauge 16	6.895	0	0.00	13.599	-22.31m
Gauge 17	6.895	0	0.00	13.256	-18.81m
Gauge 18	6.895	0	0.00	12.913	-15.31m
Gauge 19	6.895	0	0.00	12.570	-11.81m
Gauge 2	0.000	0	0.00	14.773	-34.28m
Gauge 20	6.895	0	0.00	12.226	-8.31m
Gauge 21	7.571	343.94	946.35	11.883	-4.81m
Gauge 22	0.000	0	0.00	0.000	-2.29m
Gauge 3	0.000	0	0.00	14.038	-26.78m
Gauge 32	0.000	0	0.00	0.000	1.52m
Gauge 4	0.000	0	0.00	14.038	-26.78m
Gauge 5	0.000	0	0.00	13.695	-23.29m
Gauge 6	0.000	0	0.00	13.352	-19.79m
Gauge 7	0.000	0	0.00	13.008	-16.29m
Gauge 8	0.000	0	0.00	12.665	-12.79m
Gauge 9	0.000	0	0.00	12.322	-9.29m



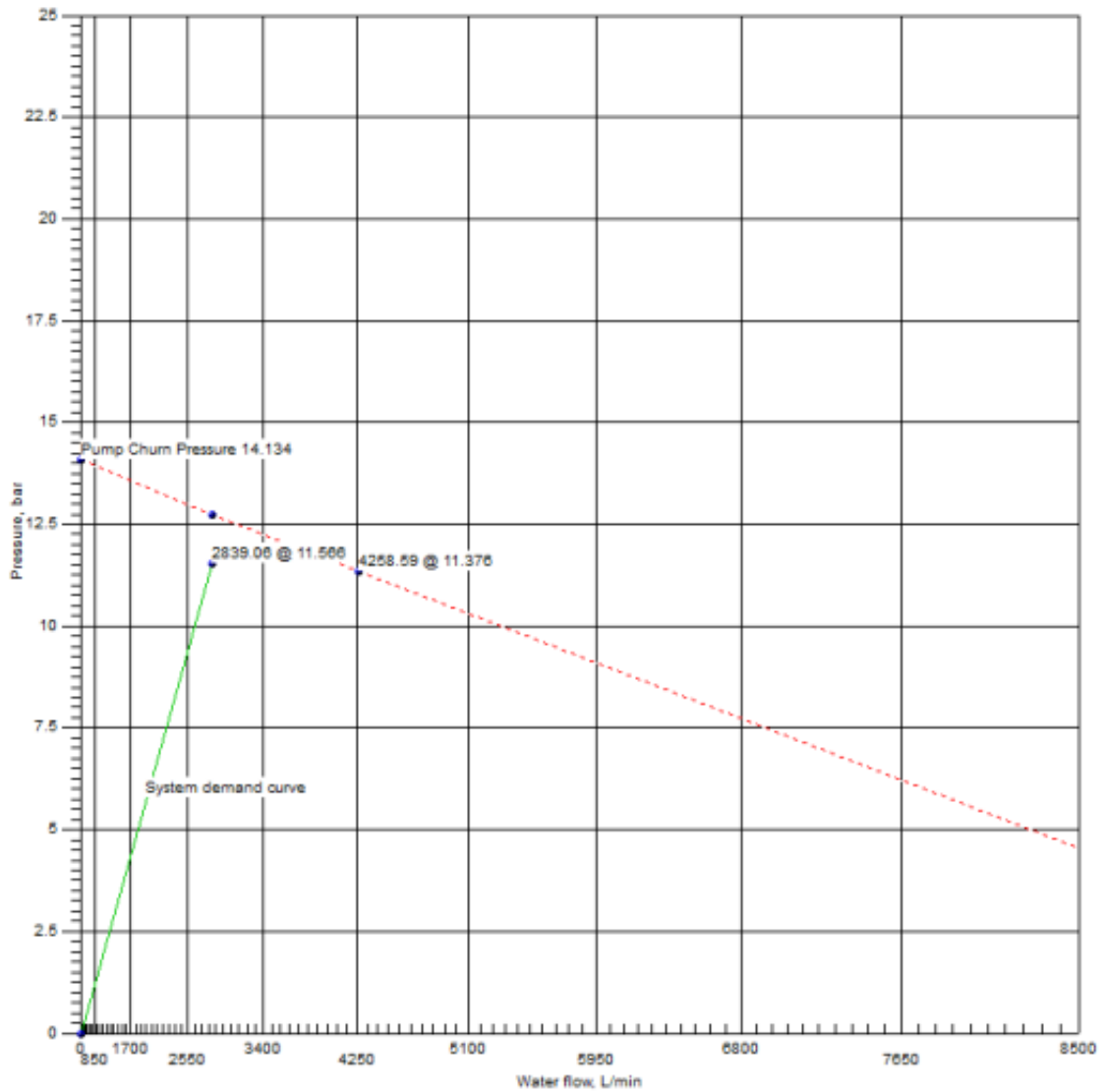
# Hydraulic Summary

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Clase I Edificio C

<b>Job</b>									
Job Number 01	Design Engineer -								
Job Name Condominio Horizontal y vertical ATTICA	State Code/County/Zone Number								
Address 1 SAN JOSE	Agency BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA								
Address 2 ESCAZU	Job Description SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIOS								
Address 3 SAN JOSECITO	Drawing Name FP16 Nivel Residencial N+7 16-09-2020								
<b>System</b>									
Remote Area(s)									
Water Demanding System Data K-Factor at	Occupancy NA	Job Title Manually Flowing							
Hose Allowance At Source 0.00	Density NA	Area of Application NA							
Additional Hose Supplies	Number Of Sprinklers Calculated 0	Coverage Per Sprinkler NA							
Node	Flow(L/min)								
Hose At Node 359	946.35								
Hose At Node 486	946.35								
Hose At Node 487	946.35								
AutoPeak Results Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area									
Total Hose Streams 2839.06									
System Flow Demand 2839.06	Total Water Required (Including Hose Allowance) 2839.06								
Maximum Pressure Undersize In Loops 0.000									
Maximum Velocity Above Ground 5.11 between nodes 411 and 486									
Maximum Velocity Under Ground 2.70 between nodes 8 and 41									
Volume capacity of Wet Pipes 8.92m <sup>3</sup>	Volume capacity of Dry Pipes								
<b>Supplies</b>									
Node	Name	Hose Flow (L/min)	Static (bar)	Residual (bar)	Flow (L/min)	Available (bar)	Total Demand (L/min)	Required (bar)	Safety Margin (bar)
307	Pump		14.134	12.755	2839.06	12.748	2839.06	11.566	1.181
Pump: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)									
<b>Contractor</b>									
Contractor Number		Contract Name		Contract Title					
Name of Contractor		Phone		Extension					
Address 1		FAX							
Address 2		Email							
Address 3		Website							



### Pump at Node 307



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 307	14.134	12.755 @ 2839.06
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	14.134	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	12.748 @ 2839.06	
System Demand		
11.566 @ 2839.06		



## Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Class I Edificio C

Device	Actual Flow (L/min)	Minimum Flow (L/min)	K-Factor (K bar)	Pressure (bar)	Density (mm/min)	Coverage (Meter)
Hose 359	946.35	946.35	0	9.788		
Hose 486	946.35	946.35	0	7.270		
Hose 487	946.35	946.35	360.41	6.895		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



## Node Analysis

Job Number: 01

Report Description: Tomas Clase I Edificio C

Node	Elevation(Meter)	Fittings	Pressure(bar)	Discharge(L/min)
359	-29.31m	Gauge 14, Hose(9.45m)	9.788	946.35
486	-4.81m	Gauge 21, Hose(9.45m)	7.270	946.35
487	-1.01m	Hose(-6.895)(9.45m)	6.895	946.35
8	-29.53m	T(11.87m)	11.561	
9	-28.01m		11.416	
41	-32.66m	LIE(4.32m)	10.923	
42	-30.53m		10.694	
307	-27.69m	P2(-12.755)	11.566	
347	-27.62m	T(11.50m)	10.286	
354	-29.31m	T(3.66m)	10.441	
411	-4.81m	T(3.66m)	7.923	
414	-1.01m	T(3.66m)	7.548	

# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Case I Edificio C

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Route 1</b>							
BL	62.7126	946.35	5.11	120	0.048727	0.31m	Pf 0.654
487	-1.01m	946.35		6.895	Hose(-6.895)(9.45m)	13.11m	Pe
414	-1.01m			7.548	T(3.66m)	13.41m	Pv
FM	161.4678	946.35	0.77	120	0.000487	3.80m	Pf 0.002
414	-1.01m			7.548			Pe 0.373
411	-4.81m			7.923		3.80m	Pv
FM	161.4678	1892.71	1.54	120	0.001756	54.60m	Pf 0.125
411	-4.81m	946.35		7.923	Flow (q) from Route 2	16.86m	Pe 2.237
347	-27.62m			10.286	T(11.50m), E(5.37m)	71.46m	Pv
FM	161.4678	2839.06	2.31	120	0.003717	7.89m	Pf 0.123
347	-27.62m	946.35		10.286	Flow (q) from Route 3	25.29m	Pe 0.285
42	-30.53m			10.694	2E(5.37m), f(-0.000), ALV(10.73m), BV(3.83m)	33.18m	Pv
UG	159.5120	2839.06	2.37	140	0.002966	2.13m	Pf 0.019
42	-30.53m			10.694		4.32m	Pe 0.209
41	-32.66m			10.923	LtE(4.32m)	6.46m	Pv
UG	149.3520	2839.06	2.70	150	0.003596	195.16m	Pf 0.945
41	-32.66m			10.923		67.68m	Pe -0.307
8	-29.53m			11.561	PIV(1.19m), 5LtE(3.56m), 2T(11.87m), 8EE(2.77m), Ee2(2.77m)	262.84m	Pv
UG	159.5120	2839.06	2.37	140	0.002966	1.52m	Pf 0.005
8	-29.53m			11.561			Pe -0.149
9	-28.01m			11.416		1.52m	Pv
FM	161.4678	2839.06	2.31	120	0.003717	11.33m	Pf 0.182
9	-28.01m			11.416		37.56m	Pe -0.031
307	-27.69m			11.566	4E(5.37m), BV(3.83m), CV(1.26m)	48.89m	Pv
<b>Pump</b>		<b>Velocity</b>					
307		2839.06		11.566	Rating: 12.755 @ 2839.06		
306		Q=2839.06	0.66	-1.181	Chum Pressure: 14.134		
		0.00			Hose Allowance At Source		
307		2839.06					
<b>Route 2</b>							
BL	62.7126	946.35	5.11	120	0.048727	0.31m	Pf 0.654
486	-4.81m	946.35		7.270	Gauge 21, Hose(9.45m)	13.11m	Pe
411	-4.81m			7.923	T(3.66m)	13.41m	Pv
<b>Route 3</b>							
BL	62.7126	946.35	5.11	120	0.048727	0.31m	Pf 0.654
359	-29.31m	946.35		9.788	Gauge 14, Hose(9.45m)	13.11m	Pe
354	-29.31m			10.441	T(3.66m)	13.41m	Pv
FM	161.4678	946.35	0.77	120	0.000487	2.49m	Pf 0.009
354	-29.31m			10.441		16.86m	Pe -0.165
347	-27.62m			10.286	E(5.37m), T(11.50m)	19.35m	Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)		C Value Multiplier				
$\left( \frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$		Value Of C	100	130	140	150
		Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Tomas, Clase I Edificio C

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC		Friction Loss	Length	Pressure	
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Eq. Length	Summary	
Upstream							Total Length		
<b>Pipe Type Legend</b>		<b>Units Legend</b>				<b>Fittings Legend</b>			
AO	Arm-Over	Diameter	Millimeter	ALV	Alarm Valve				
BL	Branch Line	Elevation	Meter	AngV	Angle Valve				
CM	Cross Main	Flow	L/min	b	Bushing				
DN	Drain	Discharge	L/min	BaV	Ball Valve				
DR	Drop	Velocity	mps	BFP	Backflow Preventer				
DY	Dynamic	Pressure	bar	BV	Butterfly Valve				
FM	Feed Main	Length	Meter	C	Cross Flow Turn 90°				
FR	Feed Riser	Friction Loss	bar/Meter	cplg	Coupling				
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant	Cr	Cross Run				
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe	CV	Check Valve				
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe	DeV	Deluge Valve				
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points	DPV	Dry Pipe Valve				
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points	E	90° Elbow				
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe	EE	45° Elbow				
				Ee1	1 1/4" Elbow				
				Ee2	2 1/2" Elbow				
				f	Flow Device				
				fd	Flex Drop				
				FDC	Fire Department Connection				
				fE	90° FireLock(TM) Elbow				
				fEE	45° FireLock(TM) Elbow				
				fq	Flange				
				FN	Floating Node				
				fT	FireLock(TM) Tee				
				q	Gauge				
				GloV	Globe Valve				
				GV	Gate Valve				
				Ho	Hose				
				Hose	Hose				
				HV	Hose Valve				
				Hyd	Hydrant				
				LtE	Long Turn Elbow				
				mect	Mechanical Tee				
				Noz	Nozzle				
				P1	Pump In				
				P2	Pump Out				
				PIV	Post Indicating Valve				
				PO	Pipe Outlet				
				PrV	Pressure Relief Valve				
				PRV	Pressure Reducing Valve				
				red	Reducer/Adapter				
				S	Supply				
				sCV	Swing Check Valve				
				SFx	Seismic Flex				
				Spr	Sprinkler				
				St	Strainer				
				T	Tee Flow Turn 90°				
				Tr	Tee Run				
				U	Union				
				WirF	Wirsbo				
				WMV	Water Meter Valve				
				Z	Cap				



### Check Point Gauge Data

Job Number: 01  
Report Description: Tomas Case I Edifio C

Gauge	Pressure(bar)	K-Factor(K bar)	Flow(L/min)	Inlet Static Pressure(bar)	Elevation(Meter)
Gauge 1	11.126	0	0.00	13.873	-25.10m
Gauge 10	6.895	0	0.00	11.979	-5.79m
Gauge 11	0.000	0	0.00	11.636	-2.29m
Gauge 12	6.895	0	0.00	11.263	1.52m
Gauge 13	6.895	0	0.00	15.021	-36.81m
Gauge 14	9.788	302.49	946.35	14.285	-29.31m
Gauge 15	6.895	0	0.00	14.285	-29.31m
Gauge 16	6.895	0	0.00	13.599	-22.31m
Gauge 17	6.895	0	0.00	13.256	-18.81m
Gauge 18	6.895	0	0.00	12.913	-15.31m
Gauge 19	6.895	0	0.00	12.570	-11.81m
Gauge 2	0.000	0	0.00	14.773	-34.28m
Gauge 20	6.895	0	0.00	12.226	-8.31m
Gauge 21	7.270	350.99	946.35	11.883	-4.81m
Gauge 22	0.000	0	0.00	0.000	-2.29m
Gauge 3	0.000	0	0.00	14.038	-26.78m
Gauge 32	0.000	0	0.00	0.000	1.52m
Gauge 4	0.000	0	0.00	14.038	-26.78m
Gauge 5	0.000	0	0.00	13.695	-23.29m
Gauge 6	0.000	0	0.00	13.352	-19.79m
Gauge 7	0.000	0	0.00	13.008	-16.29m
Gauge 8	0.000	0	0.00	12.665	-12.79m
Gauge 9	0.000	0	0.00	12.322	-9.29m



# Hydraulic Summary

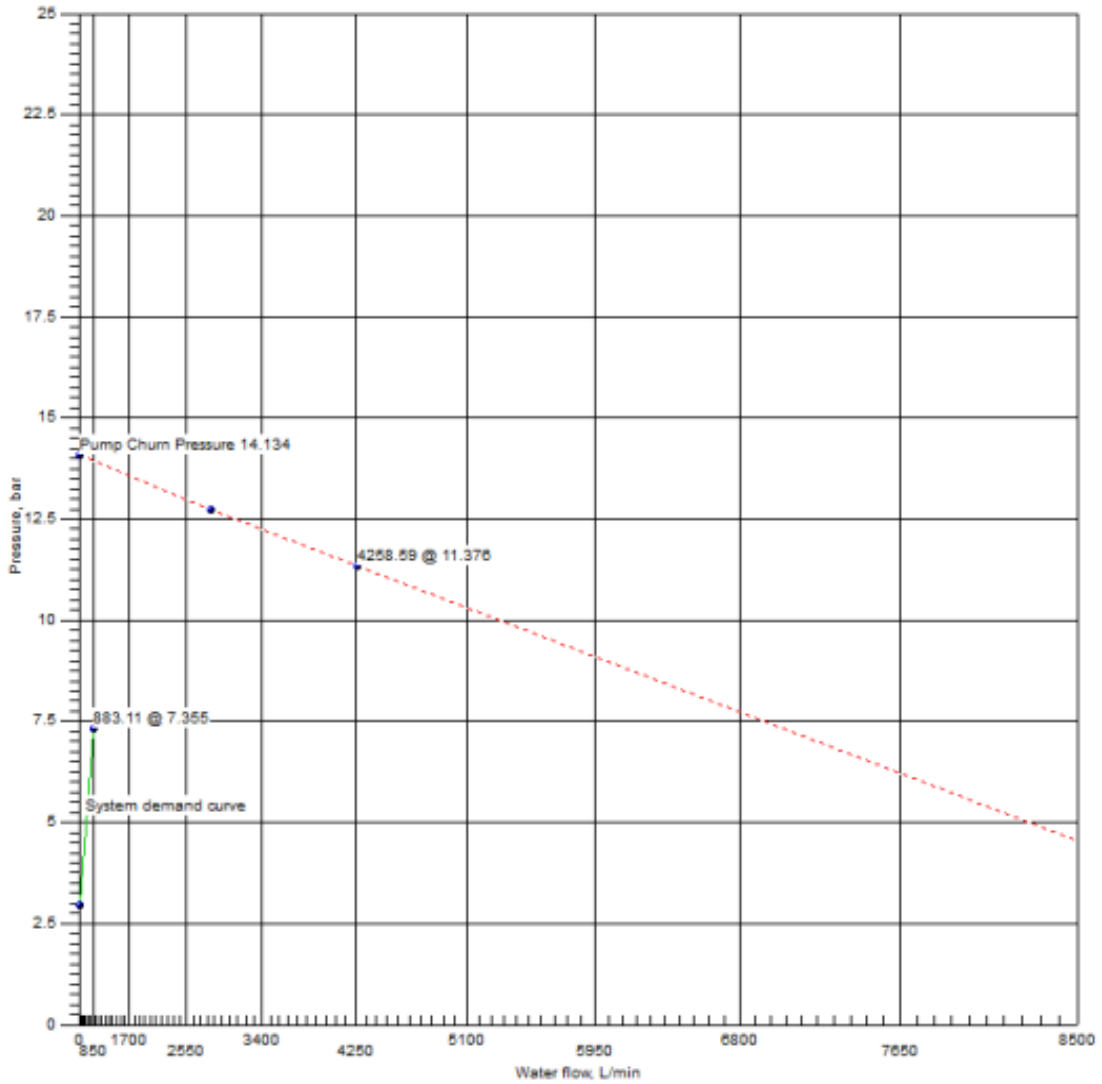
Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7

<b>Job</b>									
Job Number 01	Design Engineer -								
Job Name Condominio Horizontal y vertical ATTICA	State Contractor License Number								
Address 1 SAN JOSE	AKA BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA								
Address 2 ESCAZU	Job Site/Building SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIOS								
Address 3 SAN JOSECITO	Drawing Name FP16 Nivel Residencial N+7 16-09-2020								
<b>System</b>	<b>Remote Area(s)</b>								
Wet Demanding Sprinkler Code 70.64 K-Factor 75.71 at 1.149	Occupancy Residential								
Hose Allowance At Source 0.00	Density 4.07mmv/min								
Additional Hose Supplies Node Hose At Node 302	Area of Application 84m <sup>2</sup> (Actual 69m <sup>2</sup> )								
Flow(L/min) 378.54	Number Of Sprinklers Calculated 6								
	Coverage Per Sprinkler 0m <sup>2</sup>								
	Additional Remarks (Pressure For Remote Areas) Adjacent To Used Remote Area								
Total Hose Allowance 378.54									
System Flow Demand 883.11	Total Water Required (Including Hose Allowance) 883.11								
Maximum Pressure Undersize In Loops 0.000									
Maximum Velocity Above Ground 6.50 between nodes 144 and 80									
Maximum Velocity Under Ground 0.84 between nodes 8 and 3									
Volume capacity of Wet Pipes 8.92m <sup>3</sup>	Volume capacity of Dry Pipes								
<b>Supplies</b>									
Node	Name	Hose Flow (L/min)	Static (bar)	Residual (bar)	Flow (L/min)	Available (bar)	Total Demand (L/min)	Required (bar)	Safety Margin (bar)
307	Pump		14.134	12.755	2839.06	13.968	883.11	7.355	6.613
Pump: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)									
<b>Contractor</b>									
Contractor Number		Contract Name		Contract Title					
Name of Contractor		Phone		Extension					
Address 1		Fax							
Address 2		Email							
Address 3		Website							





### Pump at Node 307



Hydraulic Graph	Side - Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 307	14.134	12.755 @ 2839.06
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	14.134	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	13.968 @ 883.11	
System Demand		
7.355 @ 883.11		



## Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7

Device		Actual Flow (L/min)	Minimum Flow (L/min)	K-Factor (K bar)	Pressure (bar)	Density (mmomln)	Coverage (Meter)
Hose	302	378.54	378.54	0	4.291		
Sprinkler	507	88.78	75.71	70.64	1.579	N/A	N/A
Sprinkler	508	78.27	75.71	70.64	1.228	N/A	N/A
Sprinkler	513	88.49	75.71	70.64	1.569	N/A	N/A
⇒ Sprinkler	514	75.71	75.71	70.64	1.149	N/A	N/A
Sprinkler	515	80.58	75.71	70.64	1.301	N/A	N/A
Sprinkler	517	92.74	75.71	70.64	1.724	N/A	N/A

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



# Node Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7

Node	Elevation(Meter)	Fittings	Pressure(bar)	Discharge(L/min)
302	1.52m	Gauge 12, Hose(9.45m)	4.291	378.54
507	2.89m	Sprf-1.579\ Tr(0.30m)	1.579	88.78
508	2.89m	Sprf-1.228)	1.228	78.27
513	2.89m	Sprf-1.569\ Tr(0.30m)	1.569	88.49
514	2.89m	Sprf-1.149)	1.149	75.71
515	2.89m	Sprf-1.301)	1.301	80.58
517	2.89m	Sprf-1.724)	1.724	92.74
3	-29.53m	LIE(4.32m)	7.504	
6	-28.00m		7.352	
8	-29.53m	Tr(11.87m)	7.514	
9	-28.01m		7.365	
72	2.89m	Tr(1.52m)	1.694	
78	2.89m	Tr(0.91m), Tr(0.30m)	1.366	
79	2.89m	Tr(1.83m), Tr(0.30m)	1.734	
80	2.89m	Tr(0.91m), Tr(0.30m)	1.801	
110	-25.10m	E(5.37m), Gauge 1	7.057	
144	2.89m		3.374	
166	2.89m	cola(0.30m)	3.806	
200	1.71m	mesTr(3.05m)	4.392	
217	-2.29m	Tr(3.66m)	4.785	
220	2.30m	CV(4.13m)	4.108	
222	1.52m	Tr(3.66m)	4.411	
307	-27.69m	P2(-13.975)	7.355	



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Route 1</b>							
BL	22.1996	75.71	3.26	150	0.047383	2.15m	PF 0.217
514	2.89m	75.71	70.64	1.149	Sprinkler,	2.44m	Pe
78	2.89m			1.366	E(2.13m), Tr(0.30m)	4.59m	Pv
BL	27.9654	156.28	4.24	150	0.058831	3.15m	PF 0.203
78	2.89m	80.58		1.366	Flow (q) from Route 3	0.30m	Pe
513	2.89m			1.569	Tr(0.30m)	3.45m	Pv
BL	35.4076	244.77	4.14	150	0.042758	2.02m	PF 0.164
513	2.89m	88.49	70.64	1.569	Sprinkler,	1.83m	Pe
79	2.89m			1.734	T(1.83m)	3.84m	Pv
BL	40.5892	411.82	5.30	150	0.057565	0.87m	PF 0.067
79	2.89m	167.05		1.734	Flow (q) from Route 2	0.30m	Pe
80	2.89m			1.801	Tr(0.30m)	1.17m	Pv
BL	40.5892	504.57	6.50	150	0.083820	14.50m	PF 1.573
80	2.89m	92.74		1.801	Flow (q) from Route 4	4.27m	Pe
144	2.89m			3.374	5Tr(0.30m), E(2.74m)	18.76m	Pv
BL	50.8762	504.57	4.14	150	0.027898	9.11m	PF 0.433
144	2.89m			3.374		6.40m	Pe -0.000
166	2.89m			3.806	4Tr(0.61m), BV, 3cplg(0.30m), T(3.05m)	15.52m	Pv
CM	54.7878	504.57	3.57	120	0.029390	1.90m	PF 0.243
166	2.89m			3.806		6.38m	Pe 0.058
220	2.30m			4.108	2LIE(1.13m), CV(4.13m)	8.28m	Pv
BL	52.5018	504.57	3.88	120	0.036169	0.47m	PF 0.226
220	2.30m			4.108		5.79m	Pe 0.058
200	1.71m			4.392	PRV(0.00m), BV(1.83m), LIE(0.91m), mectT(3.05m)	6.26m	Pv
FM	161.4678	504.57	0.41	120	0.000152	0.19m	PF 0.000
200	1.71m			4.392		0.19m	Pe 0.019
222	1.52m			4.411		0.19m	Pv
FM	161.4678	883.11	0.72	120	0.000428	3.80m	PF 0.002
222	1.52m	378.54		4.411	Flow (q) from Route 5	Pe 0.373	Pv
217	-2.29m			4.785		3.80m	Pv
FM	161.4678	883.11	0.72	120	0.000428	57.88m	PF 0.034
217	-2.29m			4.785		22.23m	Pe 2.237
110	-25.10m			7.057	T(11.50m), 2E(5.37m), Gauge 1	80.11m	Pv
FM	161.4678	883.11	0.72	120	0.000428	4.61m	PF 0.011
110	-25.10m			7.057		19.93m	Pe 0.285
6	-28.00m			7.352	E(5.37m), f(-0.000), ALV(10.73m), BV(3.83m)	24.54m	Pv
UG	159.5120	883.11	0.74	140	0.000342	1.53m	PF 0.002
6	-28.00m			7.352		4.32m	Pe 0.150
3	-29.53m			7.504	LIE(4.32m)	5.85m	Pv
UG	149.3520	883.11	0.84	150	0.000415	9.87m	PF 0.010
3	-29.53m			7.504		13.06m	Pe -0.000
8	-29.53m			7.514	PIV(1.19m), T(11.87m)	22.93m	Pv
UG	159.5120	883.11	0.74	140	0.000342	1.52m	PF 0.001
8	-29.53m			7.514		Pe -0.149	Pv
9	-28.01m			7.365		1.52m	Pv
FM	161.4678	883.11	0.72	120	0.000428	11.33m	PF 0.021
9	-28.01m			7.365		37.56m	Pe -0.031
307	-27.69m			7.355	4E(5.37m), BV(3.83m), CV(1.2.26m)	48.89m	Pv
<b>Pump</b>		<b>Velocity</b>					
307		883.11		7.355	Rating: 12.755 @ 2839.06		
306		Q=883.11	0.20	-6.613	Chum Pressure: 14.134		
		0.00			Hose Allowance At Source		
307		883.11					
<b>Route 2</b>							
BL	22.1996	78.27	3.37	150	0.050395	4.54m	PF 0.352
508	2.89m	78.27	70.64	1.228	Sprinkler,	2.44m	Pe
507	2.89m			1.579	E(2.13m), Tr(0.30m)	6.98m	Pv

# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
BL	27.9654	167.05	4.53	150	0.066546	0.20m	Pf 0.115
507	2.89m	88.78	70.64	1.579	Sprinkler,	1.52m	Pe
72	2.89m			1.694	T(1.52m)	1.73m	Pv
BL	40.5892	167.05	2.15	150	0.010844	3.30m	Pf 0.039
72	2.89m			1.694		0.30m	Pe
79	2.89m			1.734	Tr(0.30m)	3.60m	Pv
***** Route 3 *****							
BL	22.1996	80.58	3.47	150	0.053173	0.30m	Pf 0.065
515	2.89m	80.58	70.64	1.301	Sprinkler,	0.91m	Pe
78	2.89m			1.366	T(0.91m)	1.22m	Pv
***** Route 4 *****							
BL	22.1996	92.74	3.99	150	0.068975	0.20m	Pf 0.077
517	2.89m	92.74	70.64	1.724	Sprinkler,	0.91m	Pe
80	2.89m			1.801	T(0.91m)	1.12m	Pv
***** Route 5 *****							
BL	62.7126	378.54	2.04	120	0.008945	0.31m	Pf 0.120
302	1.52m	378.54		4.291	Gauge 12, Hose(9.45m)	13.11m	Pe
222	1.52m			4.411	T(3.66m)	13.41m	Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)		C Value Multiplier				
$\left( \frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$		Value Of C	100	130	140	150
		Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01

Report Description: Nivel N+7

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Pipe Type Legend</b>		<b>Units Legend</b>			<b>Fittings Legend</b>		
AO	Arm-Over	Diameter	Millimeter	ALV	Alarm Valve		
BL	Branch Line	Elevation	Meter	AngV	Angle Valve		
CM	Cross Main	Flow	L/min	b	Bushing		
DN	Drain	Discharge	L/min	BaV	Ball Valve		
DR	Drop	Velocity	mps	BFP	Backflow Preventer		
DY	Dynamic	Pressure	bar	BV	Butterfly Valve		
FM	Feed Main	Length	Meter	C	Cross Flow Turn 90°		
FR	Feed Riser	Friction Loss	bar/Meter	cpIq	Coupling		
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant	Cr	Cross Run		
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe	CV	Check Valve		
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe	DeV	Deluge Valve		
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points	DPV	Dry Pipe Valve		
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points	E	90° Elbow		
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe	EE	45° Elbow		
				Ee1	11¼° Elbow		
				Ee2	22½° Elbow		
				f	Flow Device		
				fd	Flex Drop		
				FDC	Fire Department Connection		
				fE	90° FireLock(TM) Elbow		
				fEE	45° FireLock(TM) Elbow		
				fIq	Flange		
				FN	Floating Node		
				IT	FireLock(TM) Tee		
				q	Gauge		
				GloV	Globe Valve		
				GV	Gate Valve		
				Ho	Hose		
				Hose	Hose		
				HV	Hose Valve		
				Hyd	Hydrant		
				LtE	Long Turn Elbow		
				mecT	Mechanical Tee		
				Noz	Nozzle		
				P1	Pump In		
				P2	Pump Out		
				PIV	Post Indicating Valve		
				PO	Pipe Outlet		
				PrV	Pressure Relief Valve		
				PRV	Pressure Reducing Valve		
				red	Reducer/Adapter		
				S	Supply		
				sCV	Swing Check Valve		
				SFx	Seismic Flex		
				Spr	Sprinkler		
				St	Strainer		
				T	Tee Flow Turn 90°		
				Tr	Tee Run		
				U	Union		
				Wlrf	Wlrsbo		
				WMV	Water Meter Valve		
				Z	Cap		



### Check Point Gauge Data

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7

Gauge	Pressure(bar)	K-Factor(K bar)	Flow(L/min)	Inlet Static Pressure(bar)	Elevation(Meter)
Gauge 1	7.057	332.43	883.11	13.873	-25.10m
Gauge 10	6.895	0	0.00	11.979	-5.79m
Gauge 11	0.000	0	0.00	11.636	-2.29m
Gauge 12	4.291	182.74	378.54	11.263	1.52m
Gauge 13	6.895	0	0.00	15.021	-36.81m
Gauge 14	0.000	0	0.00	14.285	-29.31m
Gauge 15	6.895	0	0.00	14.285	-29.31m
Gauge 16	6.895	0	0.00	13.599	-22.31m
Gauge 17	6.895	0	0.00	13.256	-18.81m
Gauge 18	6.895	0	0.00	12.913	-15.31m
Gauge 19	6.895	0	0.00	12.570	-11.81m
Gauge 2	0.000	0	0.00	14.773	-34.28m
Gauge 20	6.895	0	0.00	12.226	-8.31m
Gauge 21	0.000	0	0.00	11.883	-4.81m
Gauge 22	0.000	0	0.00	0.000	-2.29m
Gauge 3	0.000	0	0.00	14.038	-26.78m
Gauge 32	0.000	0	0.00	0.000	1.52m
Gauge 4	0.000	0	0.00	14.038	-26.78m
Gauge 5	0.000	0	0.00	13.695	-23.29m
Gauge 6	0.000	0	0.00	13.352	-19.79m
Gauge 7	0.000	0	0.00	13.008	-16.29m
Gauge 8	0.000	0	0.00	12.665	-12.79m
Gauge 9	0.000	0	0.00	12.322	-9.29m



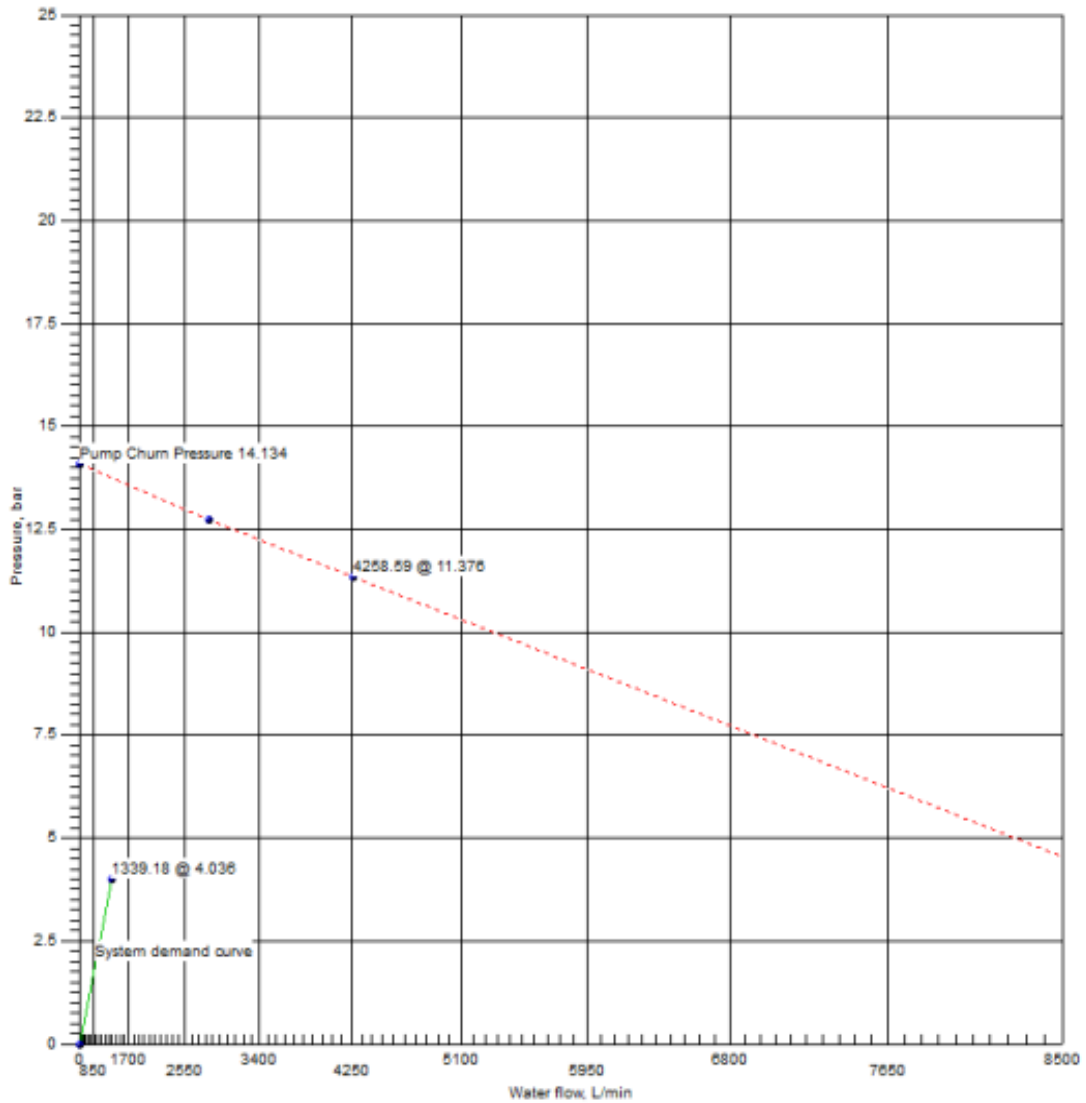
# Hydraulic Summary

Job Number: 01  
Report Description: N-3 & N-4

<b>Job</b>											
Job Number 01	Design Engineer -										
Job Name Condominio Horizontal y vertical ATTICA	State/Contributor/Service Number										
Address 1 SAN JOSE	City BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA										
Address 2 ESCAZU	Job Description SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIOS										
Address 3 SAN JOSECITO	Drawing Name FP07 Nivel Sotano N-3 & N-4 Casa Club 15-09-2020										
<b>System</b>	<b>Remote Area(s)</b>										
Worst Demanding Sprinkler Data 80.73 K-Factor 74.83 at 0.859	Occupancy Light Hazard										
Hose Allowance @ Zone 0.00	Density 4.07mm/mIn										
Additional Hose Supplies Node Hose At Node 194	Area of Application 139m <sup>2</sup> (Actual 185m <sup>2</sup> )										
Flow(L/mIn) 378.54	Number Of Sprinklers Calculated 12										
	Coverage Per Sprinkler 18m <sup>2</sup>										
	Available Residual Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Worst Remote Area Left: 3.621										
<b>Total Hose Allowance</b> 378.54											
<b>System Flow Demand</b> 1339.18	<b>Total Water Required (Including Hose Allowance)</b> 1339.18										
<b>Maximum Pressure Underrun In Loop</b> 0.000											
<b>Maximum Velocity Above Ground</b> 4.55 between nodes 156 and 253											
<b>Maximum Velocity Under Ground</b> 1.27 between nodes 4 and 1											
<b>Volume capacity of Wet Pipes</b> 8.27m <sup>3</sup>	<b>Volume capacity of Dry Pipes</b>										
<b>Supplies</b>											
Node	Name	Hose Flow (L/mIn)	Static (bar)	Residual (bar)	@	Flow (L/mIn)	Available (bar)	@	Total Demand (L/mIn)	Required (bar)	Safety Margin (bar)
515	Pump		14.134	12.755		2839.06	13.783		1339.18	4.036	9.747
Pump: Static + Churn (Pressure @ Zero Flow)											
<b>Contractor</b>											
Contractor Number		Contact Name				Contact Title					
Name of Contractor		Phone				Extension					
Address 1		FAX									
Address 2		Email									
Address 3		Website									



### Pump at Node 515



Hydraulic Graph	Static - Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 515	14.134	12.755 @ 2839.06
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	14.134	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure of Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	13.783 @ 1339.18	
System Demand		
4.036 @ 1339.18		



## Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 01  
Report Description: N-3 & N-4

Device	Actual Flow (L/min)	Minimum Flow (L/min)	K-Factor (K bar)	Pressure (bar)	Density (mm/min)	Coverage (Meter)
Hose	194	378.54	378.54	0	4.271	
Sprinkler	705	78.92	74.83	80.73	0.956	N/A
Sprinkler	706	76.09	74.83	80.73	0.888	N/A
Sprinkler	707	75.09	74.83	80.73	0.865	N/A
⇒ Sprinkler	708	74.83	74.83	80.73	0.859	N/A
Sprinkler	715	82.83	74.83	80.73	1.053	N/A
Sprinkler	716	79.88	74.83	80.73	0.979	N/A
Sprinkler	717	78.83	74.83	80.73	0.953	N/A
Sprinkler	718	78.57	74.83	80.73	0.947	N/A
Sprinkler	729	86.82	74.83	80.73	1.157	N/A
Sprinkler	730	83.75	74.83	80.73	1.076	N/A
Sprinkler	731	82.66	74.83	80.73	1.048	N/A
Sprinkler	732	82.38	74.83	80.73	1.041	N/A

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



# Node Analysis

Job Number: 01

Report Description: N-3 & N-4

Node	Elevation(Meter)	Fittings	Pressure(bar)	Discharge(L/min)
194	1.22m	Hose(9.45m)	4.271	378.54
705	6.74m	Spr(-0.956)	0.956	78.92
706	6.74m	Spr(-0.888)	0.888	76.09
707	6.74m	Spr(-0.865)	0.865	75.09
708	6.74m	Spr(-0.859)	0.859	74.83
715	6.74m	Spr(-1.053)	1.053	82.83
716	6.74m	Spr(-0.979)	0.979	79.88
717	6.74m	Spr(-0.953)	0.953	78.83
718	6.74m	Spr(-0.947)	0.947	78.57
729	6.74m	Spr(-1.157)	1.157	86.82
730	6.74m	Spr(-1.076)	1.076	83.75
731	6.74m	Spr(-1.048)	1.048	82.66
732	6.74m	Spr(-1.041)	1.041	82.38
1	5.47m	LIF(4.32m)	4.150	
2	7.00m		3.996	
4	5.47m	T(11.87m)	4.171	
5	6.99m		4.022	
81	6.60m	T(1.52m)	1.156	
83	6.60m	T(1.52m)	1.076	
85	6.60m	T(1.52m)	1.049	
87	6.60m	T(1.52m)	1.042	
123	6.60m	T(1.52m)	1.268	
125	6.60m	T(1.52m)	1.181	
127	6.60m	T(1.52m)	1.151	
129	6.60m	T(1.52m)	1.143	
142	4.90m	E(0.91m)	1.834	
155	1.22m	mecT(3.66m), T(3.66m), C(3.66m)	4.456	
156	1.85m	T(5.02m)	4.394	
216	4.90m	T(1.52m)	1.786	
219	4.90m	T(1.52m)	1.746	
221	4.90m	T(1.52m)	1.736	
253	4.90m	mecT(2.44m)	1.970	
257	4.90m	mecT(2.44m)	1.883	
260	4.90m	mecT(2.44m)	1.840	
263	4.90m	mecT(2.44m)	1.829	
515	7.31m	P2(-13.791)	4.036	



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01

Report Description: N-3 & N-4

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Route 1</b>							
SP	26.6446	74.83	2.24	120	0.028808	4.65m	Pf 0.169
708	6.74m	74.83	80.73	0.859	Sprinkler,	1.22m	Pe 0.013
87	6.60m			1.042	2E(0.61m)	5.87m	Pv
BL	35.0520	153.40	2.65	120	0.028588	3.56m	Pf 0.102
87	6.60m	78.57		1.042	Flow (q) from Route 4		Pe
129	6.60m			1.143		3.56m	Pv
BL	35.0520	235.78	4.07	120	0.063324	4.89m	Pf 0.426
129	6.60m	82.38		1.143	Flow (q) from Route 8	1.83m	Pe 0.167
221	4.90m			1.736	2E(0.91m)	6.72m	Pv
BL	40.8940	235.78	2.99	120	0.029891	0.70m	Pf 0.094
221	4.90m			1.736		2.44m	Pe -0.000
263	4.90m			1.829	mecT(2.44m)	3.13m	Pv
CM	66.9290	235.78	1.12	120	0.002714	4.00m	Pf 0.011
263	4.90m			1.829			Pe
260	4.90m			1.840		4.00m	Pv
CM	66.9290	472.35	2.24	120	0.009814	4.37m	Pf 0.043
260	4.90m	236.58		1.840	Flow (q) from Route 2		Pe
257	4.90m			1.883		4.37m	Pv
CM	66.9290	712.07	3.37	120	0.020971	4.15m	Pf 0.087
257	4.90m	239.71		1.883	Flow (q) from Route 3		Pe
253	4.90m			1.970		4.15m	Pv
CM	66.9290	960.64	4.55	120	0.036491	39.39m	Pf 2.125
253	4.90m	248.57		1.970	Flow (q) from Route 6	18.83m	Pe 0.300
156	1.85m			4.394	3LiE(1.67m), f(-0.000), CV(5.86m), BV(2.93m), T(5.02m)	58.22m	Pv
FR	161.4678	1339.18	1.09	120	0.000926	25.72m	Pf 0.106
156	1.85m	378.54		4.394	Flow (q) from Route 13	88.91m	Pe -0.505
2	7.00m			3.996	2LiE(3.45m), 4E(5.37m), 3C(11.50m), T(11.50m), f(-0.000), ALV(10.73m), BV(3.83m)	114.63m	Pv
UG	159.5120	1339.18	1.12	140	0.000739	1.53m	Pf 0.004
2	7.00m			3.996		4.32m	Pe 0.150
1	5.47m			4.150	LiE(4.32m)	5.85m	Pv
UG	149.3520	1339.18	1.27	150	0.000896	9.87m	Pf 0.021
1	5.47m			4.150		13.06m	Pe -0.000
4	5.47m			4.171	PiV(1.19m), T(11.87m)	22.93m	Pv
UG	159.5120	1339.18	1.12	140	0.000739	1.52m	Pf 0.001
4	5.47m			4.171			Pe -0.149
5	6.99m			4.022		1.52m	Pv
FM	161.4678	1339.18	1.09	120	0.000926	11.33m	Pf 0.045
5	6.99m			4.022		37.56m	Pe -0.031
515	7.31m			4.036	4E(5.37m), BV(3.83m), CV(12.26m)	48.89m	Pv
<b>Pump</b>							
515		1339.18	Velocity	4.036	Rating: 12.755 @ 2839.06		
514		Q=1339.18	0.31	-9.747	Chum Pressure: 14.134		
		0.00			Hose Allowance At Source		
515		1339.18					
<b>Route 2</b>							
SP	26.6446	75.09	2.24	120	0.028990	4.65m	Pf 0.170
707	6.74m	75.09	80.73	0.865	Sprinkler,	1.22m	Pe 0.013
85	6.60m			1.049	2E(0.61m)	5.87m	Pv
BL	35.0520	153.92	2.66	120	0.028769	3.56m	Pf 0.102
85	6.60m	78.83		1.049	Flow (q) from Route 5		Pe
127	6.60m			1.151		3.56m	Pv
BL	35.0520	236.58	4.09	120	0.063722	4.89m	Pf 0.428
127	6.60m	82.66		1.151	Flow (q) from Route 9	1.83m	Pe 0.167
219	4.90m			1.746	2E(0.91m)	6.72m	Pv
BL	40.8940	236.58	3.00	120	0.030079	0.70m	Pf 0.094
219	4.90m			1.746		2.44m	Pe -0.000
260	4.90m			1.840	mecT(2.44m)	3.13m	Pv
<b>Route 3</b>							



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: N-3 & N-4

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
SP	26.6446	76.09	2.27	120	0.029710	4.65m	Pf 0.174
706	6.74m	76.09	80.73	0.888	Sprinkler,	1.22m	Pe 0.013
83	6.60m			1.076	2E(0.61m)	5.87m	Pv
BL	35.0520	155.96	2.69	120	0.029481	3.56m	Pf 0.105
83	6.60m	79.88		1.076	Flow (q) from Route 7		Pe
125	6.60m			1.181		3.56m	Pv
BL	35.0520	239.71	4.14	120	0.065293	4.89m	Pf 0.439
125	6.60m	83.75		1.181	Flow (q) from Route 11	1.83m	Pe 0.167
216	4.90m			1.786	2E(0.91m)	6.72m	Pv
BL	40.8940	239.71	3.04	120	0.030820	0.70m	Pf 0.097
216	4.90m			1.786		2.44m	Pe -0.000
257	4.90m			1.883	mecT(2.44m)	3.13m	Pv
<b>Route 4</b>							
SP	26.6446	78.57	2.35	120	0.031524	0.44m	Pf 0.081
718	6.74m	78.57	80.73	0.947	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
87	6.60m			1.042	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 5</b>							
SP	26.6446	78.83	2.36	120	0.031723	0.44m	Pf 0.082
717	6.74m	78.83	80.73	0.953	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
85	6.60m			1.049	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 6</b>							
SP	26.6446	78.92	2.36	120	0.031786	4.65m	Pf 0.187
705	6.74m	78.92	80.73	0.956	Sprinkler,	1.22m	Pe 0.013
81	6.60m			1.156	2E(0.61m)	5.87m	Pv
BL	35.0520	161.75	2.79	120	0.031534	3.56m	Pf 0.112
81	6.60m	82.83		1.156	Flow (q) from Route 10		Pe
123	6.60m			1.268		3.56m	Pv
BL	35.0520	248.57	4.29	120	0.069826	3.89m	Pf 0.399
123	6.60m	86.82		1.268	Flow (q) from Route 12	1.83m	Pe 0.167
142	4.90m			1.834	2E(0.91m)	5.72m	Pv
BL	40.8940	248.57	3.15	120	0.032960	1.70m	Pf 0.136
142	4.90m			1.834		2.44m	Pe -0.000
253	4.90m			1.970	mecT(2.44m)	4.13m	Pv
<b>Route 7</b>							
SP	26.6446	79.88	2.39	120	0.032505	0.44m	Pf 0.084
716	6.74m	79.88	80.73	0.979	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
83	6.60m			1.076	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 8</b>							
SP	26.6446	82.38	2.46	120	0.034416	0.44m	Pf 0.089
732	6.74m	82.38	80.73	1.041	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
129	6.60m			1.143	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 9</b>							
SP	26.6446	82.66	2.47	120	0.034631	0.44m	Pf 0.089
731	6.74m	82.66	80.73	1.048	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
127	6.60m			1.151	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 10</b>							
SP	26.6446	82.83	2.48	120	0.034761	0.44m	Pf 0.090
715	6.74m	82.83	80.73	1.053	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
81	6.60m			1.156	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 11</b>							
SP	26.6446	83.75	2.50	120	0.035480	0.44m	Pf 0.091
730	6.74m	83.75	80.73	1.076	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
125	6.60m			1.181	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 12</b>							
SP	26.6446	86.82	2.60	120	0.037928	0.44m	Pf 0.098
729	6.74m	86.82	80.73	1.157	Sprinkler,	2.13m	Pe 0.013
123	6.60m			1.268	E(0.61m), T(1.52m)	2.57m	Pv
<b>Route 13</b>							
FR	62.7126	378.54	2.04	120	0.008945	0.26m	Pf 0.185
194	1.22m	378.54		4.271	Hose(9.45m)	20.42m	Pe
155	1.22m			4.456	mecT(3.66m), T(3.66m), C(3.66m)	20.68m	Pv
FR	161.4678	378.54	0.31	120	0.000089	0.63m	Pf 0.000
155	1.22m			4.456			Pe -0.062
156	1.85m			4.394		0.63m	Pv



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01

Report Description: N-3 & N-4

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss		Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Eq. Length	Summary
Upstream							Total Length	

Pipe Type Legend	
AO	Arm-Over
BL	Branch Line
CM	Cross Main
DN	Drain
DR	Drop
DY	Dynamic
FM	Feed Main
FR	Feed Riser
MS	Miscellaneous
OR	Outrigger
RN	Riser Nipple
SP	Sprink
ST	Stand Pipe
UG	Underground

Units Legend	
Diameter	Millimeter
Elevation	Meter
Flow	L/min
Discharge	L/min
Velocity	mps
Pressure	bar
Length	Meter
Friction Loss	bar/Meter
HWC	Hazen-Williams Constant
Pt	Total pressure at a point in a pipe
Pn	Normal pressure at a point in a pipe
Pf	Pressure loss due to friction between points
Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points
Pv	Velocity pressure at a point in a pipe

Fittings Legend	
ALV	Alarm Valve
AnqV	Angle Valve
b	Bushing
BaIV	Ball Valve
BFP	Backflow Preventer
BV	Butterfly Valve
C	Cross Flow Turn 90°
cpIq	Coupling
Cr	Cross Run
CV	Check Valve
DeIV	Deluge Valve
DPV	Dry Pipe Valve
E	90° Elbow
EE	45° Elbow
Ee1	1 1/4" Elbow
Ee2	2 1/2" Elbow
f	Flow Device
fd	Flex Drop
FDC	Fire Department Connection
fE	90° FireLock(TM) Elbow
fEE	45° FireLock(TM) Elbow
fIq	Flange
FN	Floating Node
fT	FireLock(TM) Tee
g	Gauge
GloV	Globe Valve
GV	Gate Valve
Ho	Hose
Hose	Hose
HV	Hose Valve
Hyd	Hydrant
LIE	Long Turn Elbow
mecT	Mechanical Tee
Noz	Nozzle
P1	Pump In
P2	Pump Out
PIV	Post Indicating Valve
PO	Pipe Outlet
PrV	Pressure Relief Valve
PRV	Pressure Reducing Valve
red	Reducer/Adapter
S	Supply
sCV	Swing Check Valve
SFx	Seismic Flex
Spr	Sprinkler
St	Strainer
T	Tee Flow Turn 90°
Tr	Tee Run
U	Union
WirF	Wirubo
WMV	Water Meter Valve
Z	Cap



### Check Point Gauge Data

Job Number: 01  
Report Description: N-3 & N-4

Gauge	Pressure(bar)	K-Factor(K bar)	Flow(L/min)	Inlet Static Pressure(bar)	Elevation(Meter)
Gauge 10	6.895	0	0.00	0.000	29.21m
Gauge 11	6.895	0	0.00	0.000	32.71m
Gauge 12	0.000	0	0.00	0.000	36.52m
Gauge 13	6.895	0	0.00	0.000	-1.81m
Gauge 14	6.895	0	0.00	0.000	5.69m
Gauge 15	6.895	0	0.00	0.000	5.69m
Gauge 16	6.895	0	0.00	0.000	12.69m
Gauge 17	6.895	0	0.00	0.000	16.19m
Gauge 18	6.895	0	0.00	0.000	19.69m
Gauge 19	6.895	0	0.00	0.000	23.19m
Gauge 20	6.895	0	0.00	0.000	26.69m
Gauge 21	0.000	0	0.00	0.000	30.19m
Gauge 22	0.000	0	0.00	0.000	32.71m
Gauge 3	0.000	0	0.00	0.000	8.22m
Gauge 4	0.000	0	0.00	0.000	8.22m
Gauge 5	0.000	0	0.00	0.000	11.71m
Gauge 6	0.000	0	0.00	0.000	15.21m
Gauge 7	0.000	0	0.00	0.000	18.71m
Gauge 8	0.000	0	0.00	0.000	22.21m
Gauge 9	0.000	0	0.00	0.000	25.71m

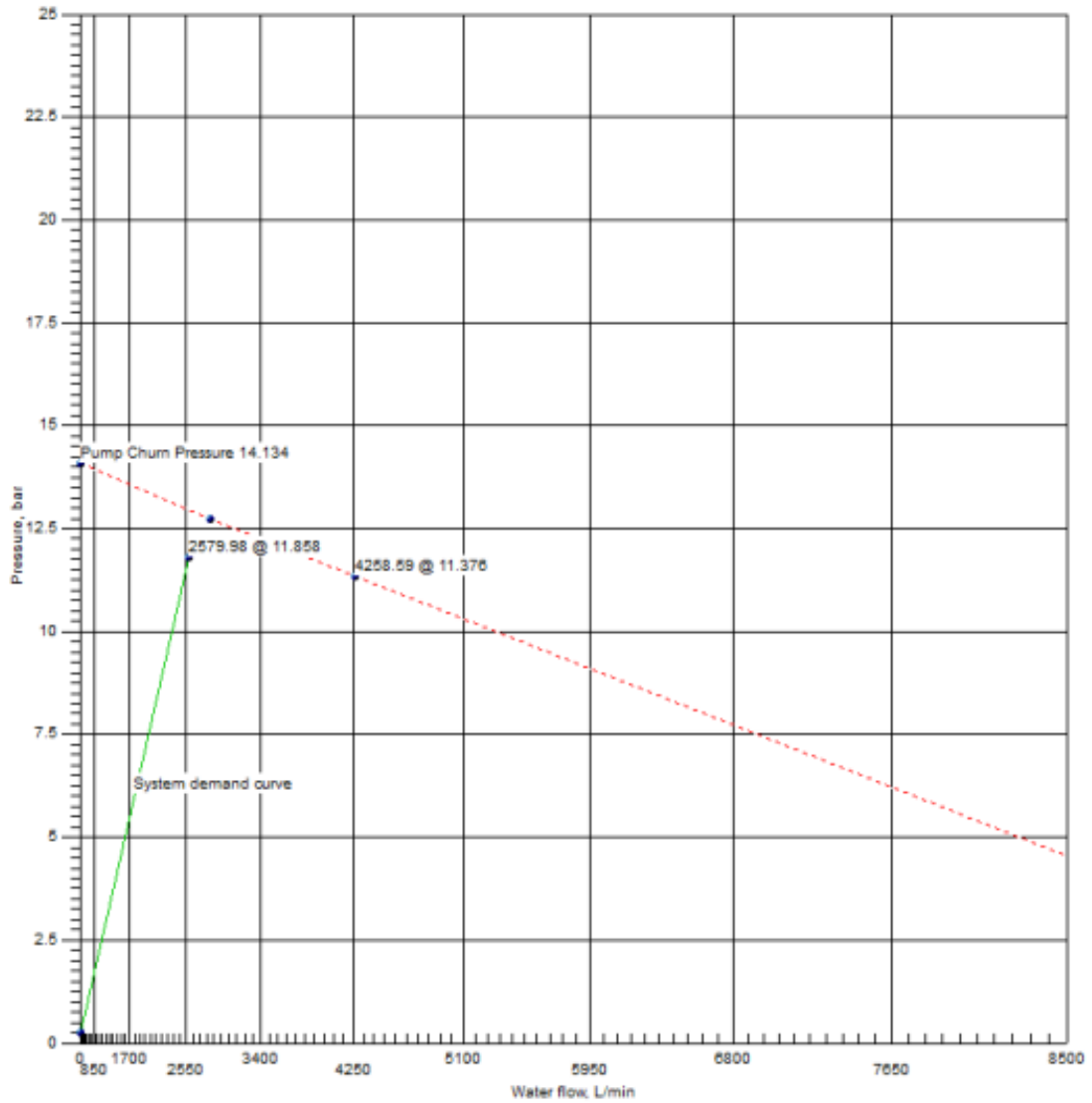
# Hydraulic Summary

Job Number: 01  
Report Description: N-2

<b>Job</b>									
Job Number 01	Design Engineer -								
Job Name: Condominio Horizontal y vertical ATTICA	State/Contract/Access Number								
Address 1 SAN JOSE	Agency BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA								
Address 2 ESCAZU	Job Description SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIOS								
Address 3 SAN JOSECITO	Drawing Name FP08 Nivel Sotano N-2 Parqueo 16-09-2020								
<b>System</b>	<b>Remote Area(s)</b>								
Most Demanding Sprinkler Data 161.46 K-Factor 227.12 at 1.979	Occupancy Ordinary Group I								
Hose Allowance @ Source 0.00	Density 6.11mm/min								
Additional Hose Supplies	Area of Application 139m <sup>2</sup> (Actual 149m <sup>2</sup> )								
Node Hose At Node 357	Flow(L/min) 946.35								
	Number Of Sprinklers Calculated 6								
	Coverage Per Sprinkler 25m <sup>2</sup>								
	Additional Results Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area								
Total Hose Allowance 946.35									
System Flow Demand 2579.98	Total Water Required (Including Hose Allowance) 2579.98								
Maximum Pressure Unbalance In Loop 0.000									
Maximum Velocity Above Ground 9.33 between nodes 172 and 831									
Maximum Velocity Under Ground 2.45 between nodes 11 and 1									
Volume capacity of Wet Pipes 16.35m <sup>3</sup>	Volume capacity of Dry Pipes								
<b>Supplies</b>									
Node	Name	Hose Flow (L/min)	Static (bar)	Residual (bar)	Flow (L/min)	Available (bar)	Total Demand (L/min)	Required (bar)	Safety Margin (bar)
440	Pump		14.134	12.755	2639.06	12.972	2579.98	11.858	1.113
Pump: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)									
<b>Contractor</b>									
Contractor Number		Contact Name			Contact Title				
Name of Contractor		Phone			Extension				
Address 1		Fax							
Address 2		Email							
Address 3		Website							



**Pump at Node 440**



Hydraulic Graph	Node - Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 440	14.134	12.755 @ 2639.06
Static Pressure	14.134	
0.000		
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	12.972 @ 2579.98	
System Demand		
11.858 @ 2579.98		



## Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 01  
Report Description: N-2

Device		Actual Flow (L/min)	Minimum Flow (L/min)	K-Factor (K bar)	Pressure (bar)	Density (mm/min)	Coverage (Meter)
Hose	357	946.35	946.35	0	10.484		
⇒ Sprinkler	802	227.12	227.12	161.46	1.979	N/A	N/A
Sprinkler	803	230.00	227.12	161.46	2.029	N/A	N/A
Sprinkler	817	276.33	227.12	161.46	2.929	N/A	N/A
Sprinkler	818	279.76	227.12	161.46	3.002	N/A	N/A
Sprinkler	830	308.31	227.12	161.46	3.646	N/A	N/A
Sprinkler	831	312.10	227.12	161.46	3.736	N/A	N/A

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



# Node Analysis

Job Number: 01  
Report Description: N-2

Node	Elevation(Meter)	Fittings	Pressure(bar)	Discharge(L/min)
357	1.22m	Gauge 4, Hose(9.45m)	10.484	946.35
802	3.34m	Spr(-1.979)	1.979	227.12
803	3.34m	Spr(-2.029)	2.029	230.00
817	3.34m	Spr(-2.929)	2.929	276.33
818	3.34m	Spr(-3.002)	3.002	279.76
830	3.35m	Spr(-3.646)	3.646	308.31
831	3.35m	Spr(-3.736)	3.736	312.10
1	-1.53m	T(11.87m), 2LIE(3.56m)	11.789	
2	-0.00m		11.579	
11	-1.53m	T(11.87m)	11.862	
12	-0.01m		11.717	
121	3.20m	T(1.52m)	3.479	
122	3.20m	T(1.52m)	3.564	
143	3.20m	mecT(1.83m)	4.802	
145	3.20m	mecT(1.83m)	4.918	
171	3.20m	T(1.52m)	4.321	
172	3.20m	T(1.52m)	4.427	
186	2.90m	2E(5.37m), T(11.50m), Gauge 1	11.148	
193	2.90m	2E(5.37m), T(11.50m)	11.093	
237	1.94m	PO(11.50m), T(-0.000)	11.293	
240	2.90m	2E(5.37m)	11.188	
280	1.22m	mecT(3.66m)	11.137	
281	1.57m	mecT(5.02m)	11.103	
337	2.15m	T(0.91m)	9.470	
342	2.26m	Z	9.450	
349	2.15m	PO(1.83m)	9.470	
350	2.26m	mecT(1.52m)	9.450	
440	0.31m	P2(-12.979)	11.858	



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: N-2

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Route 1</b>							
SP	26.6446	227.12	6.79	120	0.224678	6.01m	Pf 1.487
802	3.34m	227.12	161.46	1.979	Sprinkler,	0.61m	Pe 0.013
121	3.20m			3.479	E(0.61m)	6.62m	Pv
BL	35.0520	503.45	8.70	120	0.257670	3.31m	Pf 1.323
121	3.20m	276.33		3.479	Flow (q) from Route 3	1.83m	Pe
143	3.20m			4.802	mecT(1.83m)	5.13m	Pv
CM	66.9290	811.77	3.85	120	0.026724	4.35m	Pf 0.116
143	3.20m	308.31		4.802	Flow (q) from Route 5	Pe	
145	3.20m			4.918		4.35m	Pv
CM	66.9290	1633.62	7.74	120	0.097449	35.51m	Pf 4.439
145	3.20m	509.76 + 312.10		4.918	Flow (q) from Route 2 and 6	10.04m	Pe 0.093
350	2.26m			9.450	T(5.02m), 2E(2.51m)	45.55m	Pv
CM	66.9290	1626.69	7.71	120	0.096686	0.10m	Pf 0.010
350	2.26m			9.450		Pe 0.010	
349	2.15m			9.470		0.10m	Pv
CM	66.9290	1633.62	7.74	120	0.097449	0.69m	Pf 1.576
349	2.15m	6.93		9.470	Flow (q) from Route 9	15.48m	Pe 0.057
281	1.57m			11.103	CV(5.86m), BV(2.93m), LtE(1.67m), mecT(5.02m)	16.17m	Pv
FR	161.4678	2579.98	2.10	120	0.003114	4.90m	Pf 0.120
281	1.57m	946.35		11.103	Flow (q) from Route 7	33.72m	Pe -0.130
193	2.90m			11.093	2T(11.50m), 2E(5.37m)	38.63m	Pv
CM	161.4678	1169.60	0.95	120	0.000721	31.48m	Pf 0.055
193	2.90m			11.093	2E(5.37m), T(11.50m)	44.46m	Pe
186	2.90m			11.148	2E(5.37m), T(11.50m), Gauge 1	75.94m	Pv
FM	161.4678	2579.98	2.10	120	0.003114	2.18m	Pf 0.040
186	2.90m	1410.38		11.148	Flow (q) from Route 10	10.73m	Pe
240	2.90m			11.188	2E(5.37m)	12.91m	Pv
CM	161.4678	1307.47	1.06	120	0.000886	0.96m	Pf 0.010
240	2.90m			11.188	2E(5.37m)	10.73m	Pe 0.094
237	1.94m			11.293	f(-0.000)	11.69m	Pv
FR	161.4678	2579.98	2.10	120	0.003114	1.64m	Pf 0.096
237	1.94m	1272.50		11.293	Flow (q) from Route 8	29.13m	Pe 0.190
2	-0.00m			11.579	2ALV(10.73m), 2BV(3.83m)	30.77m	Pv
UG	159.5120	2579.98	2.15	140	0.002484	1.52m	Pf 0.061
2	-0.00m			11.579		23.06m	Pe 0.149
1	-1.53m			11.789	T(14.41m), 2LtE(3.56m)	24.58m	Pv
UG	149.3520	2579.98	2.45	150	0.003013	9.87m	Pf 0.073
1	-1.53m			11.789		14.25m	Pe 0.000
11	-1.53m			11.862	2PIV(1.19m), T(11.87m)	24.12m	Pv
UG	159.5120	2579.98	2.15	140	0.002484	1.52m	Pf 0.004
11	-1.53m			11.862		Pe -0.149	
12	-0.01m			11.717		1.52m	Pv
FM	161.4678	2579.98	2.10	120	0.003114	10.26m	Pf 0.173
12	-0.01m			11.717		45.22m	Pe -0.031
440	0.31m			11.858	2E(5.37m), 2LtE(3.45m), BV(3.83m), T(11.50m), CV(12.26m)	55.48m	Pv
<b>Pump</b>		<b>Velocity</b>					
440		2579.98		11.858	Rating: 12.755 @ 2639.06		
439		Q=2579.98	0.60	-1.113	Churn Pressure: 14.134		
		0.00			Hose Allowance At Source		
440		2579.98					
<b>Route 2</b>							
SP	26.6446	230.00	6.87	120	0.229869	6.01m	Pf 1.522
803	3.34m	230.00	161.46	2.029	Sprinkler,	0.61m	Pe 0.013
122	3.20m			3.564	E(0.61m)	6.62m	Pv
BL	35.0520	509.76	8.80	120	0.263666	3.31m	Pf 1.354
122	3.20m	279.76		3.564	Flow (q) from Route 4	1.83m	Pe
145	3.20m			4.918	mecT(1.83m)	5.13m	Pv
<b>Route 3</b>							



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: N-2

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
SP	26.6446	276.33	8.26	120	0.322934	0.14m	PF 0.536
817	3.34m	276.33	161.46	2.929	Sprinkler,	1.52m	Pe 0.013
121	3.20m			3.479	T(1.52m)	1.66m	Pv
●●●●● Route 4 ●●●●●							
SP	26.6446	279.76	8.36	120	0.330379	0.14m	PF 0.549
818	3.34m	279.76	161.46	3.002	Sprinkler,	1.52m	Pe 0.013
122	3.20m			3.564	T(1.52m)	1.66m	Pv
●●●●● Route 5 ●●●●●							
SP	26.6446	308.31	9.22	120	0.395459	0.15m	PF 0.661
830	3.35m	308.31	161.46	3.646	Sprinkler,	1.52m	Pe 0.014
171	3.20m			4.321	T(1.52m)	1.67m	Pv
BL	35.0520	308.31	5.33	120	0.104008	2.79m	PF 0.480
171	3.20m			4.321		1.83m	Pe
143	3.20m			4.802	mecT(1.83m)	4.62m	Pv
●●●●● Route 6 ●●●●●							
SP	26.6446	312.10	9.33	120	0.404496	0.15m	PF 0.676
831	3.35m	312.10	161.46	3.736	Sprinkler,	1.52m	Pe 0.014
172	3.20m			4.427	T(1.52m)	1.67m	Pv
BL	35.0520	312.10	5.39	120	0.106385	2.79m	PF 0.491
172	3.20m			4.427		1.83m	Pe
145	3.20m			4.918	mecT(1.83m)	4.62m	Pv
●●●●● Route 7 ●●●●●							
CM	62.7126	946.35	5.11	120	0.048727	0.31m	PF 0.654
357	1.22m	946.35		10.484	Gauge 4, Hose(9.45m)	13.11m	Pe
280	1.22m			11.137	mecT(3.66m)	13.41m	Pv
FR	161.4678	946.35	0.77	120	0.000487	0.36m	PF 0.000
280	1.22m			11.137			Pe -0.035
281	1.57m			11.103		0.36m	Pv
●●●●● Route 8 ●●●●●							
FR	161.4678	1272.50	1.04	120	0.000842	0.80m	PF 0.010
240	2.90m	1307.47		11.188	Flow (q) from Route 1	11.50m	Pe 0.094
237	1.94m			11.293	PO(11.50m), T(-0.000)	12.30m	Pv
●●●●● Route 9 ●●●●●							
DY	26.6446	6.93	0.21	120	0.000353	0.00m	PF 0.001
350	2.26m			9.450	mecT(1.52m)	1.52m	Pe 0.000
342	2.26m			9.450	Z	1.52m	Pv
MS	15.7988	6.93	0.59	120	0.004500	0.19m	PF 0.009
342	2.26m			9.450		1.83m	Pe 0.010
337	2.15m			9.470	2T(0.91m)	2.02m	Pv
MS	35.0520	6.93	0.12	120	0.000093	0.16m	PF 0.000
337	2.15m			9.470		1.83m	Pe
349	2.15m			9.470	PO(1.83m)	1.99m	Pv
●●●●● Route 10 ●●●●●							
FM	161.4678	1410.38	1.15	120	0.001019	31.48m	PF 0.055
193	2.90m	1169.60		11.093	Flow (q) from Route 1	22.23m	Pe
186	2.90m			11.148	2E(5.37m), T(11.50m), Gauge 1	53.71m	Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)	C Value Multiplier										
$\left( \frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$	<table border="1"> <tr> <td>Value Of C</td> <td>100</td> <td>130</td> <td>140</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Multiplying Factor</td> <td>0.713</td> <td>1.16</td> <td>1.33</td> <td>1.51</td> </tr> </table>	Value Of C	100	130	140	150	Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51
Value Of C	100	130	140	150							
Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51							



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: N-2

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Pipe Type Legend</b>		<b>Units Legend</b>			<b>Fittings Legend</b>		
AO Arm-Over	Diameter	Millimeter			ALV Alarm Valve		
BL Branch Line	Elevation	Meter			AngV Angle Valve		
CM Cross Main	Flow	L/min			b Bushing		
DN Drain	Discharge	L/min			BalV Ball Valve		
DR Drop	Velocity	mps			BFP Backflow Preventer		
DY Dynamic	Pressure	bar			BV Butterfly Valve		
FM Feed Main	Length	Meter			C Cross Flow Turn 90°		
FR Feed Riser	Friction Loss	bar/Meter			cplg Coupling		
MS Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant			Cr Cross Run		
OR Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe			CV Check Valve		
RN Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe			DelV Deluge Valve		
SP Sprng	Pf	Pressure loss due to friction between points			DPV Dry Pipe Valve		
ST Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points			E 90° Elbow		
UG Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe			EE 45° Elbow		
					Ee1 1 1/4" Elbow		
					Ee2 2 1/2" Elbow		
					f Flow Device		
					fd Flex Drop		
					FDC Fire Department Connection		
					IE 90° FireLock(TM) Elbow		
					IEE 45° FireLock(TM) Elbow		
					flq Flange		
					FN Floating Node		
					IT FireLock(TM) Tee		
					q Gauge		
					GloV Globe Valve		
					GV Gate Valve		
					Ho Hose		
					Hose Hose		
					HV Hose Valve		
					Hyd Hydrant		
					LIE Long Turn Elbow		
					mecT Mechanical Tee		
					Noz Nozzle		
					P1 Pump In		
					P2 Pump Out		
					PIV Post Indicating Valve		
					PO Pipe Outlet		
					PrV Pressure Relief Valve		
					PRV Pressure Reducing Valve		
					red Reducer/Adapter		
					S Supply		
					sCV Swing Check Valve		
					SFx Seismic Flex		
					Spr Sprinkler		
					St Strainer		
					T Tee Flow Turn 90°		
					Tr Tee Run		
					U Union		
					WtrF Wtrubo		
					WMV Water Meter Valve		
					Z Cap		



### Check Point Gauge Data

Job Number: 01  
Report Description: N-2

Gauge	Pressure(bar)	K-Factor(K bar)	Flow(L/min)	Inlet Static Pressure(bar)	Elevation(Meter)
Gauge 1	11.148	772.72	2579.98	13.873	2.90m
Gauge 10	6.895	0	0.00	11.979	22.21m
Gauge 11	0.000	0	0.00	11.636	25.71m
Gauge 12	6.895	0	0.00	11.263	29.52m
Gauge 13	6.895	0	0.00	15.021	-8.81m
Gauge 14	0.000	0	0.00	14.285	-1.31m
Gauge 15	6.895	0	0.00	14.285	-1.31m
Gauge 16	6.895	0	0.00	13.599	5.69m
Gauge 17	6.895	0	0.00	13.256	9.19m
Gauge 18	6.895	0	0.00	12.913	12.69m
Gauge 19	6.895	0	0.00	12.570	16.19m
Gauge 20	6.895	0	0.00	12.226	19.69m
Gauge 21	0.000	0	0.00	11.883	23.19m
Gauge 22	0.000	0	0.00	0.000	25.71m
Gauge 3	0.000	0	0.00	0.000	1.22m
Gauge 4	10.484	292.28	946.35	14.038	1.22m
Gauge 5	0.000	0	0.00	13.695	4.71m
Gauge 6	0.000	0	0.00	13.352	8.21m
Gauge 7	0.000	0	0.00	13.008	11.71m
Gauge 8	0.000	0	0.00	12.665	15.21m
Gauge 9	0.000	0	0.00	12.322	18.71m

# Hydraulic Summary

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

<b>Job</b>											
Job Number 01	Design Engineer -										
Job Name Condominio Horizontal y vertical ATTICA	State Certificate License Number										
Address 1 SAN JOSE	City BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA										
Address 2 ESCAZU	Job Description SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIOS										
Address 3 SAN JOSECITO	Drawing Name FP17 Nivel Mezzanine N+7 16-09-2020										
<b>System</b>	<b>Remote Area(s)</b>										
Worst Demanding System Data 70.64 K-Factor 75.71 at 1.149	Occupancy Residential										
Hose Allowance At Source 0.00	Density 4.07mm/min										
Additional Hose Supplies	Area of Application 84m <sup>2</sup> (Actual 63m <sup>2</sup> )										
Node Hose At Node 374	Flow(L/min) 378.54										
	Number Of Sprinklers Calculated 4										
	Coverage Per Sprinkler 20m <sup>2</sup>										
	AutoPeak Residual Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Worst Remote Area										
Total Hose Demand 378.54											
System Flow Demand 699.69	Total Water Required (Including Hose Allowance) 699.69										
Maximum Pressure Undersize In Loops 0.000											
Maximum Velocity Above Ground 4.41 between nodes 147 and 622											
Maximum Velocity Under Ground 0.58 between nodes 1 and 2											
Volume capacity of Wet Pipes 14.67m <sup>3</sup>	Volume capacity of Dry Pipes										
<b>Supplies</b>											
Node	Name	Hose Flow (L/min)	Static (bar)	Residual (bar)	@	Flow (L/min)	Available (bar)	@	Total Demand (L/min)	Required (bar)	Safety Margin (bar)
391	Pump		14.134	12.755		2639.06	14.023		699.69	7.177	6.847
Pump: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)											
<b>Contractor</b>											
Contractor Number		Contract Name		Contract Title							
Name of Contractor		Phone		Extension							
Address 1		Fax									
Address 2		Email									
Address 3		Website									

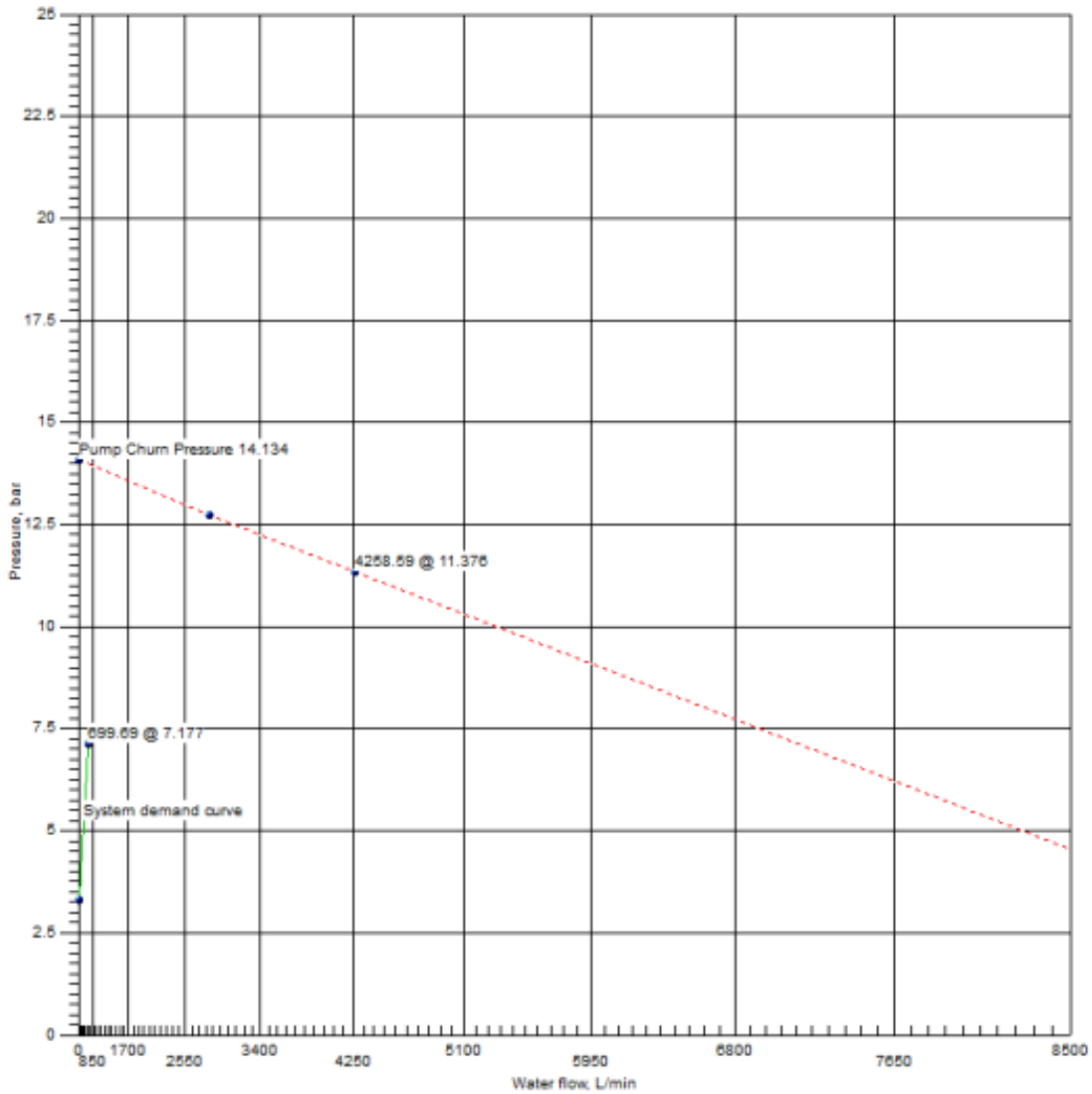




# Hydraulic Graph

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

## Pump at Node 391



Hydraulic Graph	Node - Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 391	14.134	12.755 @ 2839.06
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	14.134	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	14.023 @ 699.69	
System Demand		
7.177 @ 699.69		



## Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 01

Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

Device		Actual Flow (L/min)	Minimum Flow (L/min)	K-Factor (K bar)	Pressure (bar)	Density (mm/min)	Coverage (Meter)
Hose	374	378.54	378.54	0	4.147		
Sprinkler	604	76.99	75.71	70.64	1.188	N/A	N/A
Sprinkler	622	85.64	75.71	70.64	1.470	N/A	N/A
Sprinkler	635	82.80	75.71	70.64	1.374	N/A	N/A
⇒ Sprinkler	651	75.71	75.71	70.64	1.149	N/A	N/A

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



# Node Analysis

Job Number: 01

Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

Node	Elevation(Meter)	Fittings	Pressure(bar)	Discharge(L/min)
374	29.52m	Gauge 12_Hose(9.45m)	4.147	378.54
604	34.57m	Sprj-1.188)	1.188	76.99
622	34.11m	Sprj-1.470), Tr(0.30m)	1.470	85.64
635	33.80m	Sprj-1.374)	1.374	82.80
651	33.34m	Sprj-1.149)	1.149	75.71
1	-1.53m	T(11.87m), 2LIE(3.56m)	7.348	
2	-0.00m		7.192	
11	-0.01m		7.201	
12	-1.53m	T(11.87m)	7.350	
13	-1.53m	LIE(3.56m)	7.351	
14	-0.00m		7.202	
146	34.01m	T(1.52m), Tr(0.30m)	1.639	
147	34.01m	T(1.52m)	1.632	
180	33.80m	T(0.91m), Tr(0.30m)	1.442	
196	2.90m	E(5.37m), Gauge 1	6.900	
240	30.89m	cplq(0.30m)	3.733	
262	30.89m	cplq(0.30m)	3.921	
298	29.52m	T(3.66m)	4.267	
299	29.71m	mecT(3.05m)	4.248	
319	30.89m	LIE(1.13m)	3.969	
320	30.89m	LIE(0.91m)	3.949	
391	0.31m	P2(-14.031)	7.177	
395	1.29m	CVI(12.26m)	7.078	



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
<b>Route 1</b>							
BL	22.1996	75.71	3.26	150	0.047363	4.70m	PF 0.338
651	33.34m	75.71	70.64	1.149	Sprinkler,	2.44m	Pe -0.045
180	33.80m			1.442	E(2.13m), Tr(0.30m)	7.14m	Pv
BL	27.9654	158.51	4.30	150	0.060392	2.08m	PF 0.218
180	33.80m	82.80		1.442	Flow (q) from Route 3	1.52m	Pe -0.021
146	34.01m			1.639	T(1.52m)	3.61m	Pv
BL	40.5892	321.15	4.14	150	0.036337	29.71m	PF 1.789
146	34.01m	162.63		1.639	Flow (q) from Route 2	19.51m	Pe 0.306
240	30.89m			3.733	10Tr(0.30m), 2T(2.44m), 4E(2.74m), 2cplg(0.30m)	49.22m	Pv
BL	50.8762	321.15	2.63	150	0.012094	9.11m	PF 0.188
240	30.89m			3.733		6.40m	Pe -0.000
262	30.89m			3.921	4Tr(0.61m), BV, 3cplg(0.30m), T(3.05m)	15.52m	Pv
BL	52.5018	321.15	2.47	120	0.015680	0.87m	PF 0.028
262	30.89m			3.921		0.91m	Pe
320	30.89m			3.949	LtE(0.91m)	1.79m	Pv
CM	54.7878	321.15	2.27	120	0.012741	0.44m	PF 0.020
320	30.89m			3.949		1.13m	Pe
319	30.89m			3.969	LtE(1.13m)	1.57m	Pv
BL	52.5018	321.15	2.47	120	0.015680	1.27m	PF 0.163
319	30.89m			3.969		9.14m	Pe 0.116
299	29.71m			4.248	CV(3.35m), PRV(0.00m), BV(1.83m), LtE(0.91m), mecT(3.05m)	10.42m	Pv
FM	161.4678	321.15	0.26	120	0.000066	0.19m	PF 0.000
299	29.71m			4.248			Pe 0.019
298	29.52m			4.267		0.19m	Pv
FM	161.4678	699.69	0.57	120	0.000279	61.68m	PF 0.023
298	29.52m	378.54		4.267	Flow (q) from Route 4	22.23m	Pe 2.610
196	2.90m			6.900	T(11.50m), 2E(5.37m), Gauge 1	83.91m	Pv
FM	161.4678	699.69	0.57	120	0.000279	4.61m	PF 0.007
196	2.90m			6.900		19.93m	Pe 0.285
2	-0.00m			7.192	E(5.37m), f(-0.00), ALV(10.73m), BV(3.83m)	24.54m	Pv
UG	159.5120	699.69	0.58	140	0.000222	1.53m	PF 0.005
2	-0.00m			7.192		23.06m	Pe 0.150
1	-1.53m			7.348	T(14.41m), 2LtE(3.56m)	24.58m	Pv
UG	149.3520	405.90	0.39	150	0.000098	9.87m	PF 0.002
1	-1.53m			7.348		14.25m	Pe 0.000
12	-1.53m			7.350	2PIV(1.19m), T(11.87m)	24.12m	Pv
UG	159.5120	405.90	0.34	140	0.000081	1.52m	PF 0.000
12	-1.53m			7.350			Pe -0.149
11	-0.01m			7.201		1.52m	Pv
FM	161.4678	405.90	0.33	120	0.000102	9.61m	PF 0.004
11	-0.01m			7.201		32.19m	Pe -0.127
395	1.29m			7.078	3E(5.37m), BV(3.83m), CV(1.26m)	41.80m	Pv
FM	161.4678	699.69	0.57	120	0.000279	1.72m	PF 0.003
395	1.29m	293.79		7.078	Flow (q) from Route 5	10.73m	Pe 0.096
391	0.31m			7.177	2E(5.37m)	12.45m	Pv
<b>Pump</b>		<b>Velocity</b>					
391		699.69		7.177	Rating: 12.755 @ 2839.06		
390		Q=699.69	0.16	-6.847	Chum Pressure: 14.134		
		0.00			Hose Allowance At Source		
391		699.69					
<b>Route 2</b>							
BL	22.1996	76.99	3.32	150	0.048880	4.52m	PF 0.236
604	34.57m	76.99	70.64	1.188	Sprinkler,	0.30m	Pe 0.046
622	34.11m			1.470	Tr(0.30m)	4.83m	Pv



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01  
Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure										
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary										
Upstream					Fittings	Total Length											
BL	27.9654	162.63	4.41	150	0.063329	0.90m	Pf 0.154										
622	34.11m	85.64	70.64	1.470	Sprinkler,	1.52m	Pe 0.009										
147	34.01m			1.632	T(1.52m)	2.42m	Pv										
BL	40.5892	162.63	2.09	150	0.010320	0.32m	Pf 0.006										
147	34.01m			1.632		0.30m	Pe										
146	34.01m			1.639	Tr(0.30m)	0.62m	Pv										
***** Route 3 *****																	
BL	22.1996	82.80	3.57	150	0.055925	0.30m	Pf 0.068										
635	33.80m	82.80	70.64	1.374	Sprinkler,	0.91m	Pe -0.000										
180	33.80m			1.442	T(0.91m)	1.22m	Pv										
***** Route 4 *****																	
BL	62.7126	378.54	2.04	120	0.008945	0.31m	Pf 0.120										
374	29.52m	378.54		4.147	Gauge 12, Hose(9.45m)	13.11m	Pe										
298	29.52m			4.267	T(3.66m)	13.41m	Pv										
***** Route 5 *****																	
UG	149.3520	293.79	0.28	150	0.000054	18.05m	Pf 0.004										
1	-1.53m			7.348	T(11.87m), 2LTe(3.56m)	61.74m	Pe -0.000										
13	-1.53m			7.351	2LTe(3.56m), 3T(11.87m)	79.79m	Pv										
UG	159.5120	293.79	0.25	140	0.000045	1.52m	Pf 0.000										
13	-1.53m			7.351		1.52m	Pe -0.149										
14	-0.00m			7.202			Pv										
FM	161.4678	293.79	0.24	120	0.000056	10.05m	Pf 0.002										
14	-0.00m			7.202		32.19m	Pe -0.127										
395	1.29m			7.078	3E(5.37m), BV(3.83m), CV(1.26m)	42.24m	Pv										
Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)						C Value Multiplier											
$\left( \frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$						<table border="1"> <tr> <td>Value Of C</td> <td>100</td> <td>130</td> <td>140</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Multiplying Factor</td> <td>0.713</td> <td>1.16</td> <td>1.33</td> <td>1.51</td> </tr> </table>		Value Of C	100	130	140	150	Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51
Value Of C	100	130	140	150													
Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51													



# Hydraulic Analysis

Job Number: 01

Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream						Total Length	
<b>Pipe Type Legend</b>		<b>Units Legend</b>			<b>Fittings Legend</b>		
AO	Arm-Over	Diameter	Millimeter	ALV	Alarm Valve		
BL	Branch Line	Elevation	Meter	AngV	Angle Valve		
CM	Cross Main	Flow	L/min	b	Bushing		
DN	Drain	Discharge	L/min	BaV	Ball Valve		
DR	Drop	Velocity	mps	BFP	Backflow Preventer		
DY	Dynamic	Pressure	bar	BV	Butterfly Valve		
FM	Feed Main	Length	Meter	C	Cross Flow Turn 90°		
FR	Feed Riser	Friction Loss	bar/Meter	cplg	Coupling		
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant	Cr	Cross Run		
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe	CV	Check Valve		
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe	DeV	Deluge Valve		
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points	DPV	Dry Pipe Valve		
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points	E	90° Elbow		
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe	EE	45° Elbow		
				Ee1	1 1/4" Elbow		
				Ee2	2 1/2" Elbow		
				f	Flow Device		
				fd	Flex Drop		
				FDC	Fire Department Connection		
				fE	90° FireLock(TM) Elbow		
				fEE	45° FireLock(TM) Elbow		
				flq	Flange		
				fN	Floating Node		
				fT	FireLock(TM) Tee		
				q	Gauge		
				GloV	Globe Valve		
				GV	Gate Valve		
				Ho	Hose		
				Hose	Hose		
				HV	Hose Valve		
				Hyd	Hydrant		
				LIE	Long Turn Elbow		
				mecT	Mechanical Tee		
				Noz	Nozzle		
				P1	Pump In		
				P2	Pump Out		
				PIV	Post Indicating Valve		
				PO	Pipe Outlet		
				PrV	Pressure Relief Valve		
				PRV	Pressure Reducing Valve		
				red	Reducer/Adapter		
				S	Supply		
				scV	Swing Check Valve		
				SFx	Seismic Flex		
				Spr	Sprinkler		
				St	Strainer		
				T	Tee Flow Turn 90°		
				Tr	Tee Run		
				U	Union		
				WtF	Wt/sbo		
				WMV	Water Meter Valve		
				Z	Cap		



### Check Point Gauge Data

Job Number: 01

Report Description: Nivel N+7 Mezzanine

Gauge	Pressure(bar)	K-Factor(K bar)	Flow(L/min)	Inlet Static Pressure(bar)	Elevation(Meter)
Gauge 1	6.900	266.36	699.69	13.873	2.90m
Gauge 10	6.895	0	0.00	11.979	22.22m
Gauge 11	6.895	0	0.00	11.636	25.72m
Gauge 12	4.147	185.89	378.54	11.263	29.52m
Gauge 13	6.895	0	0.00	15.021	-8.80m
Gauge 14	6.895	0	0.00	14.285	-1.30m
Gauge 15	6.895	0	0.00	14.285	-1.30m
Gauge 16	6.895	0	0.00	13.599	5.69m
Gauge 17	6.895	0	0.00	13.256	9.19m
Gauge 18	6.895	0	0.00	12.913	12.69m
Gauge 19	6.895	0	0.00	12.570	16.19m
Gauge 2	0.000	0	0.00	14.773	-6.28m
Gauge 20	6.895	0	0.00	12.226	19.69m
Gauge 21	0.000	0	0.00	11.883	23.19m
Gauge 22	0.000	0	0.00	0.000	25.72m
Gauge 3	0.000	0	0.00	14.038	1.22m
Gauge 4	0.000	0	0.00	14.038	1.22m
Gauge 5	0.000	0	0.00	13.695	4.72m
Gauge 6	0.000	0	0.00	13.352	8.22m
Gauge 7	0.000	0	0.00	13.008	11.72m
Gauge 8	0.000	0	0.00	12.665	15.22m
Gauge 9	0.000	0	0.00	12.322	18.72m

## ANEXO D.

### D. Inspección, prueba y mantenimiento

Como complemento de este diseño se adjuntan las siguientes tablas, en donde se puede verificar la inspección prueba y mantenimiento y donde se puede revisar la frecuencia en se debe realizar.

Tabla Anexo D.1 Registro de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de rociadores

Item	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Válvulas de control	
Conexiones del cuerpo de bomberos	
Manómetros (sistemas húmedos y de diluvio)	Trimestral
Manómetros (sistemas secos y de acción previa)	Mensual/trimestral
Soportes colgantes/ arriostramientos/otros soportes	Anual
Trazado de calor	Según los requisitos del fabricante
Cartel informativo del diseño hidráulico	Anual
Carteles informativos	Anual
Condición de las tuberías internas	
Tuberías y accesorios	Anual
Rociadores	Anual
Rociadores (de repuesto)	Anual
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)	Trimestral
Válvulas del sistema	
Dispositivos de señal de supervisión de válvulas	Trimestral
Dispositivos de alarma de flujo de agua	Trimestral
<b>Prueba</b>	
Solución anticongelante	Anual
Válvulas de control	
Manómetros	5 años
Drenaje principal	
Rociadores	A los 50 años y cada 10 años a partir de entonces
Rociadores	A los 75 años y cada 5 años a partir de entonces
Rociadores (secos)	A los 10 años y cada 10 años a partir de entonces
Rociadores (tipo soldadura para temperatura extra elevada o mayor)	5 años
Rociadores (respuesta rápida)	A los 20 años y cada 10 años a partir de entonces
Rociadores (entornos adversos)	5 años
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)	
Válvulas del sistema	
Dispositivos de señal de supervisión de válvulas	
Dispositivos de alarma de flujo de agua (mecánicos)	Trimestral
Dispositivos de alarma de flujo de agua (tipo de interruptor de presión y de aleta)	Semestralmente
<b>Mantenimiento</b>	
Drenajes de punto bajo (sistemas de tubería seca y de acción previa)	
Rociadores y boquillas de pulverización automáticas que protegen equipos comerciales de cocina y sistemas de ventilación	Anual
Válvulas (todos los tipos)	



**Tabla Anexo D.2** Registro de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de tubería vertical y de manguera

Item	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Gabinete	Anual
Válvulas de control	
Manómetros	Semanal/trimestral
Manguera	Anual
Conexión de manguera	Anual
Boquilla de manguera	Anual y después de cada uso
Dispositivo de almacenamiento de manguera	Anual
Cartel informativo del diseño hidráulico	Anual
Válvulas de mangueras	
Tuberías	Anual
Dispositivos reguladores de presión	
<b>Prueba</b>	
Prueba de flujo	5 años
Manguera	Cada 5 años/Cada 3 años
Conexiones de mangueras	Anual
Válvulas de mangueras	
Prueba hidrostática	Cada 5 años
Prueba del drenaje principal	
Válvula de control de presión	
Válvula reductora de presión	
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)	
Prueba de estado de válvulas	
Dispositivos de supervisión de válvulas	
Dispositivos de alarma de flujo de agua	
<b>Mantenimiento</b>	
Conexiones de mangueras	Anual
Válvulas de mangueras	
Válvulas (todos los tipos)	Anual/según fuera necesario

**Tabla Anexo D.3** Registro de inspección, prueba y mantenimiento de tuberías para servicio privado de incendios

Item	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Casetas de mangueras	Trimestral
Hidrantes (barril seco y pared)	Anual y después de cada operación
Hidrantes (barril húmedo)	Anual y después de cada operación
Filtros de succión de línea principal	Anual y después de cada flujo significativo
Boquillas monitoras	Semestralmente
Tuberías (expuestas)	Anual
Tuberías (subterráneas)	Ver 7.2.2.2
<b>Prueba</b>	
Hidrantes	Flujo, anualmente
Boquillas monitoras	Flujo, anualmente (rango y operación)
Tuberías (expuestas y subterráneas) (prueba de flujo)	5 años
Prueba de estado de válvulas	
<b>Mantenimiento</b>	
Casetas de mangueras	Anual
Hidrantes	Anual
Filtros de succión de línea principal	Anual y después de cada operación
Boquillas monitoras	Anual

Tabla Anexo D.4 Registro de inspección, prueba y mantenimiento de bombas contra incendios

Item	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Alineación	Anual
Aislamiento de cables/conductores	Anual
Sistema de bombas diésel	Semanal
Sistema de bombas eléctricas	Semanal
Respiradero del cárter del motor	Anual
Sistema de escape y trampa de condensado de drenaje	Anual
Conexiones y mangueras flexibles	Anual
Ventilaciones de tanques de combustible y tuberías de rebose	Anual
Piezas de fontanería – en interior y exterior de paneles	Anual
Corrosión en placas de circuitos impresos (PCB)	Anual
Bomba	Semanal
Caseta/cuarto de bomba	Semanal
Movimiento u holgura longitudinal de ejes durante el funcionamiento	Anual
Sistema de bombas de vapor	Semanal
Rejillas de succión	Anual
<b>Prueba</b>	
Interruptores de transferencia automática y generadores de emergencia/reserva	Según NFPA 110
Bomba contra incendios accionada por motor diésel	Semanal
Pruebas del combustible diésel	Anual/Semestral
Bomba contra incendios accionada por motor eléctrico	Semanal/mensual
Módulo de control electrónico (MCE)	Anual
Señales de alarma de bomba contra incendios	Anual
Tanque de combustible, interruptor de flotador y señal de supervisión para espacio intersticial	Trimestral
Válvula de alivio principal	Anual
Interruptor de transferencia de energía	Anual
Condiciones ambientales apropiadas del cuarto de bombas	
Funcionamiento de la bomba (sin flujo)	
Desempeño de la bomba (con flujo)	Anual
Señal de supervisión para temperatura del agua de refrigeración alta	Anual
<b>Mantenimiento</b>	
Baterías	Anual
Filtro del agua circulante	Anual
Conexiones de cableado de la energía y controles	Anual
Controlador	Según fabricante
Sistemas activos de mantenimiento de combustible diésel	Anual o según recomendación del fabricante
Sistema de motor diésel	Según fabricante
Sistema de motor eléctrico y energía	Según fabricante
Conexiones eléctricas	Anual
Aceite lubricante de motores	Anual o después de 50 horas de funcionamiento
Filtro de aceite de motor	Anual o después de 50 horas de funcionamiento
Tanque de combustible – verificar presencia de agua y materiales extraños	Anual
Medir contrapresión en turbo de motor	Anual
Manómetros y sensores de presión	Anual
Acoplamiento y cojinetes de bombas y motores	Anual o según lo requerido
Ánodo de sacrificio	Anual

**Tabla Anexo D.5** Registro de inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua

Item	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Presión de aire — tanques con supervisión de su fuente de presión de aire	Trimestral
Presión de aire — tanques sin supervisión de su fuente de presión de aire	Mensual
Pasarelas de gato y escaleras	Trimestral
Válvulas de retención	
Válvulas de control	
Juntas de expansión	Anual
Sistema de calentamiento — tanques con supervisión de alarmas de baja temperatura conectadas a una ubicación constantemente atendidas	Semanal*
Sistema de calentamiento — tanques sin supervisión de alarmas de baja temperatura conectadas a una ubicación constantemente atendidas	Diariamente*
Anillados y alambrados	Anual
Interior — todos los otros tanques	5 años
Interior — tanques de acero sin protección contra la corrosión	Cada 3 años
Superficies pintadas/revestidas	Anual
Estructura de soporte	Trimestral
Área circundante	Trimestral
Tanque — exterior	Trimestral
Alarmas de temperatura — conectadas a una ubicación constantemente atendidas	Mensual*
Alarmas de temperatura — no conectadas a una ubicación constantemente atendida	Semanal*
Nivel de agua — tanques equipados con alarmas de supervisión del nivel de agua conectadas a una ubicación constantemente atendida	Trimestral
Nivel de agua — tanques sin alarmas de supervisión del nivel de agua conectadas a una ubicación constantemente atendida	Mensual
Temperatura del agua — alarmas de baja temperatura conectadas a una ubicación constantemente atendida	Mensual
Temperatura del agua — alarmas de baja temperatura no conectadas a una ubicación constantemente atendida	Semanal
<b>Prueba</b>	
Interruptores de limitación de temperatura alta	Mensual*
Indicadores de nivel	5 años
Alarmas de baja temperatura del agua	Mensual*
Manómetros	5 años
Sistema de calentamiento de tanques	de calentamiento
Prueba de estado de válvulas	
Alarmas del nivel de agua	Semestralmente
<b>Mantenimiento</b>	
Válvulas de retención	
Válvulas de control	
De tela revestida sostenidos por terraplenes (ESCF)	
Nivel de agua	
Nota: *Clima frío, temporada de calentamiento únicamente.	

**Tabla Anexo D.6** Registro de inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas y guarniciones

Item	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Conjuntos de montaje de interrupción de contraflujo	
Presión reducida	Semanal/mensual
Detectores de presión reducida	Semanal/mensual
Válvulas de retención	
Interior	Cada 5 años
Válvulas de control	
Selladas	Semanal
Candado (bloqueado) o eléctricamente supervisadas	Mensual
Válvulas de tubería seca/ Dispositivos de apertura rápida	
Manómetros	Semanal/Mensual
Cerramiento (durante clima frío)	Diaria/Semanal
Exterior	Mensual
Interior	Anual
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años
Válvulas de diluvio	
Cerramiento (durante clima frío)	Diaria/Semanal
Exterior	Mensual
Interior	Anual/Cada 5 años
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años
Conexiones del cuerpo de bomberos	Trimestral
Válvulas de acción previa	
Cerramiento (durante clima frío)	Diaria/Semanal
Exterior	Mensual
Interior	Anual/Cada 5 años
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años
Válvulas de reducción y de alivio de presión	
Sistemas de rociadores	Trimestral
Conexiones de mangueras	Anual
Soportes de mangueras	Anual
Bombas contra incendios	
Válvulas de alivio de cubiertas	Semanal
Válvulas de alivio de presión	Semanal
Dispositivo iniciador de señal de supervisión de válvulas	Semestral
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)	Trimestral
Válvulas de alarma	
Exterior	Mensual
Interior	Cada 5 años
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años
Válvulas de mangueras	Trimestral
<b>Prueba</b>	
Conjuntos de montaje de interrupción de contraflujo	Anual
Válvulas de control	
Posición	Anual
Funcionamiento	Anual
Prueba de estado de válvulas	Después de reabrirse la válvula de control
De supervisión	Anual
Válvulas de diluvio	
Prueba de activación	Anual/Cada 3 años
Válvulas de tubería seca/ Dispositivos de apertura rápida	
Fugas de aire	Cada 3 años
Agua de cebado	Trimestral
Alarma de baja presión de aire	Trimestral
Dispositivos de apertura rápida	Trimestral
Prueba de activación	Anual
Prueba de activación con flujo completo	Cada 3 años
Manómetros	Cada 5 años
Drenajes principales	Anual/Trimestral
Válvulas de acción previa	
Agua de cebado	Trimestral
Alarmas de baja presión de aire	Trimestral/Anual
Prueba de activación	Anual/Cada 3 años
Fugas de aire	Cada 3 años
Válvulas de reducción y de alivio de presión	
Sistemas de rociadores	Cada 5 años
Alivio de recirculación	Anual
Válvulas de alivio de presión	Anual
Conexiones de mangueras	Cada 5 años
Soportes de mangueras	Cada 5 años
Válvulas de mangueras	Anual
Alarmas de flujo de agua	Trimestral/semestral
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)	Anual
<b>Mantenimiento</b>	
Válvulas de control	Anual
Válvulas de tubería seca/ Dispositivos de apertura rápida	Anual
Válvulas de mangueras	Anual
Válvulas de acción previa	Anual
Válvulas de diluvio	Anual

**Tabla Anexo D.7** Registro de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles

Item	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Los extintores de incendio y agentes de extinción Clase D	intervalos que no excedan 31 días
<b>Prueba</b>	
Pruebas hidrostáticas	intervalos varían de 5 y 12 años
<b>Mantenimiento</b>	
Extintores	intervalos que no excedan 1 año al momento de llevarse a cabo la prueba hidrostática
Extintores, revisión interna	intervalos varían entre 1 a 6 años

## ANEXO E.

### **E. Planos del sistema de supresión de incendios:**

A continuación, se incluye en este disco compacto (CD) los planos que se realizaron para el diseño del sistema de supresión de incendios para el proyecto.