"CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LEVANTAMIENTOS, DIAGNÓSTICOS, DISEÑOS Y PRESUPUESTOS DE LAS REDES CONTRA INCENDIO (INCLUYENDO DETECCIÓN) DEL PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA CALDAS.

ANEXO 8.1.1
MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIO A BASE DE AGUA

INGENIERIA Y DISEÑO DE OCCIDENTE SAS

DIRECTOR DE PROYECTO
ALEXANDER BEDOYA DUQUE
INGENIERO ELECTRICISTA

DISEÑADOR
CARLOS ANDRÉS SÁNCHEZ CASTAÑO
INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL

MANUELA BENJUMEA OCAMPO
INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL

Rama Judicial
Consejo Superior de la Judicatura
República de Colombia

RONEY BARTOLO FLÓREZ
SUPERVISOR

MANIZALES, JULIO 2024

Calle 63 # 22-10 Télefono: (606) 879 30 09 Celular: 311-432-8696
abedoya@iyd.com.co
Manizales - Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETIVOS Y ALCANCE 5
2.1 Objetivo general 5
2.2 Objetivos específicos 5
2.3 Alcance y limitaciones 6
3. LOCALIZACION DEL PROYECTO 7
4. MARCO LEGAL 7
4.1 Normativa de referencia 7
5. METODOLOGÍA 8
6. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS 9
6.1 Descripción de la edificación y su ocupación. 9
6.2 Descripción del riesgo según la ocupación 10
6.3 Normatividad 11
6.4 Sistema de rociadores automáticos de agua pulverizada y tomas fijas para mangueras 12
6.5 Demanda del sistema 15
6.5.1 Cálculos hidráulicos Sistema de Rociadores de Cobertura Extendida. 15
6.5.2 Cálculos hidráulicos Sistema de Gabinetes Tipo III. 21
6.6 Memorias de cálculo 23
6.6.1 Modelación hidráulica 25
6.1 Cálculos para el tanque de almacenamiento. 49
6.2 Válvulas de control 51
6.3 Equipo de presión 52
6.4 Hidrante, siamesa, cabezal de pruebas y extintores 58
6.4.1 Hidrantes 58
6.4.2 Siamesa y cabezal de pruebas 59
6.4.3 Extintores. 59
7. CONCLUSIONES 63
8. BIBLIOGRAFIA 66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupos y Subgrupos de ocupación. 9
Tabla 2. Áreas según el Uso. 10
Tabla 3. Alturas entre pisos. 13
Tabla 4. Clasificación de las áreas por tipo de ocupación y riesgo. 13
Tabla 5. Área de cobertura de rociador para riesgo leve. 14
Tabla 6. Área de cobertura de rociador para riesgo ordinario. 14
Tabla 7. Características rociador de referencia. 18
Tabla 8. Cálculos diseño rociadores. 20
Tabla 9. Número de rociadores por piso. 21
Tabla 10. Número de rociadores de reserva. 21
Tabla 11. Requisitos para la asignación de chorros de manguera y duración del suministro de agua. 22
Tabla 12. Resultados por nodo, escenario N°1 parqueaderos. 30
Tabla 13. Resultados de modelación por tramos de tubería, escenario N°1 sótanos. 37
Tabla 14. Resultados por nodo, escenario N°2 oficinas. 42
Tabla 15. Resultados de modelación por tramos de tubería, escenario N°2 oficinas. 48
Tabla 16. Cálculo de demandas del sistema. 49
Tabla 17. Volumen de almacenamiento requerido en el sistema de RCI. 49
Tabla 18. Dimensiones tanque de almacenamiento. 50
Tabla 19. Características de la bomba seleccionada. 52
Tabla 20. Características de la bomba Jockey. 53
Tabla 21. Bomba Jockey comercial. 54
Tabla 22. Programación de costos (etapa previa solicitud de la bomba) 57
Tabla 23. N° hidrantes y caudal requerido 58
Tabla 24. Cálculos hidrantes 59
Tabla 25. Especificaciones para tamaño y localización de extintores de incendios Clase A. 61
Tabla 26. Especificaciones para tamaño y localización de extintores de incendios Clase B. 61
Tabla 27. Número de extintores mínimos por piso y distancia máxima de recorrido. 62
Tabla 28. Número de extintores totales 62

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del municipio de La Dorada y ubicación del proyecto. 7
Ilustración 2. Curva densidad /área. 16
Ilustración 3. Red contra incendios Sótano. 23
Ilustración 4. Red contra incendios Piso 1. 24
Ilustración 5. Red contra incendios planta Piso 2. 24
Ilustración 6. Red contra incendios planta Piso 3. 25
Ilustración 7. Área de diseño zona parqueaderos. 26
Ilustración 8. Presiones operativas, mínima y máxima. 31
Ilustración 9. Mapa de contorno de presiones, escenario N°1 sótano. 37
Ilustración 10. Área de diseño zona de oficinas. 38
Ilustración 11. Mapa de contorno de presiones, escenario N°2 oficinas. 48
Ilustración 12. Tanque de almacenamiento. 50
Ilustración 13. Curva de la bomba seleccionada y comprobada. 53
Ilustración 14. Curvas características Bomba Jockey. 54
Ilustración 15. Curva característica Bomba Jockey comercial. 55

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a las memorias de cálculo del diseño de las redes contra incendio del Edificio Palacio de Justicia La Dorada Caldas, ubicado en el municipio de La Dorada, en el departamento de Caldas. El proyecto abarca una estructura de dieciséis (3) pisos destinados a oficinas, además cuenta con un (1) piso de sótano destinado a parqueaderos, archivos, bodegas y cuartos de máquinas.

El desarrollo de este estudio cumple con los requerimientos contemplados en la NTC 1669, NTC 2301, NSR-10 Título K, y las normas NFPA correspondientes.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño detallado del sistema de protección contra incendios (incluyendo detección) del edificio Palacio de Justicia La Dorada Caldas, ubicado en Municipio de la Dorada, en el departamento de Caldas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar red externa y soportes de diseño.
- Definición de criterios para el diseño acorde a la normatividad vigente.
- Realizar los cálculos y modelaciones necesarias para analizar y seleccionar los equipos requeridos dados los requerimientos de diseño.
- Elaboración de planos y cantidades de obra para la implementación del sistema contra incendio.

2.3 ALCANCE Y LIMITACIONES

El sistema de extinción contra incendios se basará en un sistema de bombas contra incendio, un sistema de rociadores y conexiones de manguera (Gabinetes), un sistema de extinción de incendio a través de extintores. Cada uno de los sistemas y equipos estarán distribuidos en el área y ubicación que correspondan según el riesgo.

El diseño de la red contra incendios para el proyecto del Palacio de Justicia La Dorada Caldas, se llevará a cabo siguiendo las directrices de la normativa nacional (NSR10, NTC 2301, NTC 1669) y las normativas internacionales (NFPA 13, 2019; NFPA 14, 2019; NFPA 20, 2019). Para este propósito, se empleará un software especializado en diseño de sistemas a presión, EPANET®, con licencia de código abierto. Este software será utilizado para validar el diseño, generar las memorias de cálculo de los sistemas de gabinetes (red general) y sistemas de rociadores automáticos, así como para determinar gran parte de las cantidades de obra.

Adicional el alcance tendrá:

- Explicación de la metodología utilizada para la realización de los diseños.
- Clasificación y evaluación del riesgo de forma cualitativa para todas las áreas del proyecto.
- Definición de la filosofía de operación de cada uno de los sistemas contra incendio definidos.

Cualquier cambio en el uso de las áreas, actualización arquitectónica, reubicación de espacios, materiales o elementos, pueden afectar el desempeño del sistema contra incendios, por lo tanto, en caso de llegar a ser implementado estos diseños, el contratista de la instalación es responsable de revisar toda la información previa al inicio de las actividades, por tanto, todo cambio que pueda afectar los presentes diseños deberá ser informado al diseñador, y/o la entidad encargada de la extinción y control de incendios.

3. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el municipio de la Dorada en el Departamento de Caldas. Su extensión territorial es de 574 km². El proyecto se encuentra en la Carrera 2#16, en las coordenadas 5.455091° N y -74.662997° O.



Ilustración 1. Localización del municipio de La Dorada y ubicación del proyecto.
Fuente: Wikipedia-Google Maps.

4. MARCO LEGAL

4.1 NORMATIVA DE REFERENCIA

El diseño realizado del sistema de protección contra incendios se basó en la norma sismo-resistente (NSR-10) y la última edición de la normativa nacional e internacional en seguridad contra incendios vigente para el caso de diseño, teniendo presentes las normas de la National Fire Protection Association (NFPA).

Entre las principales normas se tienen:

- NSR 10 – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, títulos J y K.
- NFPA 1 – Código Uniforme de Protección Contra Incendios. Ed. 2021.

- NFPA 3 – Práctica recomendada para el condicionamiento de Sistemas de Protección contra Incendios y Seguridad Humana.
- NFPA 12 – Norma para sistemas extintores de dióxido de carbono.
- NFPA 13 – Norma para la Instalación de Rociadores Automáticos. Ed. 2019.
- NFPA 14 – Norma para la Instalación de Sistemas de Manguera. Ed. 2019.
- NFPA 20 – Norma para la Instalación de Bombas de Incendio Centrífugas. Ed. 2019.
- NFPA 22 – Norma para Tanques de Agua Sistemas de Protección Contra Incendios. Ed. 2018.
- NFPA 24 – Norma de Instalación de Redes contra Incendios y sus Accesorios. Ed. 2022.
- NFPA 25 – Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas contra Incendios a Base de Agua. Ed. 2020.
- NFPA 101 – Código de Seguridad Humana.
- NFPA 550 – Guía del Árbol De Decisiones Para La Seguridad Contra Incendios.
- NFPA. Manual de Protección Contra Incendios.

5. METODOLOGÍA

- Descripción de la edificación y su ocupación de acuerdo con la clasificación de la Norma NSR-10 título K.
- Definición del riesgo según la ocupación.
- Diseño del sistema de extinción mediante dióxido de carbono.
- Diseño del sistema de rociadores automáticos.
- Diseño del sistema de extinción mediante tomas fijas para mangueras.
- Elaboración de las memorias de cálculo de los sistemas de rociadores automáticos mediante el software especializado EPANET 2.2.

6. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y SU OCUPACIÓN.

El inmueble del Palacio de Justicia La Dorada, es un edificio de oficinas administrativas, archivos, bodegas, hall de acceso, áreas de circulación y estacionamientos. Su distribución por pisos es la siguiente:

- En el sótano cuenta con parqueaderos, subestación eléctrica, planta eléctrica, cuartos de máquinas, archivos, bodegas y celdas de reclusión.
- Desde el primer hasta el tercer piso, se distribuyen oficinas de diferentes funciones tanto administrativas como salas de audiencia.
- El edificio cuenta con un ascensor desde el sótano hasta el tercer piso.

El edificio del Palacio de Justicia La Dorada, en general, pertenece al grupo de ocupación Institucional de servicio público I-5. Para discriminar la ocupación de la edificación por piso, se tiene en cuenta la clasificación de Almacenamiento A-1 (Riesgo moderado), Fabril e Industrial, Institucional (I-5 Servicio Público, I-1 Reclusión) y circulación.

Tabla J.1.1-1
Grupos y subgrupos de ocupación

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
A	**ALMACENAMIENTO**	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	**COMERCIAL**	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	**ESPECIALES**	K.2.4
F	**FABRIL E INDUSTRIAL**	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	**INSTITUCIONAL**	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	

Tabla 1. Grupos y Subgrupos de ocupación.
Fuente: NSR-10 Capitulo J.

PISO	AREAS SEGUN EL USO (m^2)			
	ALMACENAMIENTO A-1 (Riesgo moderado)	FABRIL E INDUSTRIAL	INSTITUCIONAL (I-1, I-5)	CIRCULACION
SOTANO	356.21	61.36	12.14	173.25
PISO 1			316.31	200.44
PISO 2			312.19	110.11
PISO 3			328.36	85.56
TOTAL	356.21	61.36	969	569.36

Tabla 2. Áreas según el Uso.
Fuente: Elaboración propia.

6.2 DESCRIPCIÓN DEL RIESGO SEGÚN LA OCUPACIÓN

- El riesgo de ocupación de las áreas de cuarto de máquinas, sub estación eléctrica y depósito de residuos. Está definida por la norma NFPA 13 como Riesgo Extra Grupo 1.
- El riesgo de la ocupación de las áreas de parqueaderos en sótanos (almacenamiento) está definido por la norma NFPA 13 como Ordinario Grupo 2.
- El riesgo de ocupación de las áreas de bodegas y archivos, está definida por la norma NFPA 13 como Ordinario Grupo 1.
- El riesgo de la ocupación de las áreas de oficinas y juzgados, está definido en la norma NFPA 13 como Ordinario Grupo 1.
- El riesgo de la ocupación de los corredores de acceso está definido en la norma NFPA 13 como Leve.

6.3 NORMATIVIDAD

Como edificación de ocupación Institucional y de acuerdo a la clasificación de la ocupación definida en el título K de la norma NSR-10, el proyecto del Palacio de Justicia La Dorada, pertenece en su gran mayoría a la ocupación institucional de servicio público (I5) desde el primer al tercer piso, y la zona de parqueaderos en el sótano pertenece a la ocupación de almacenamiento A1 (Riesgo moderado).

Para la ocupación institucional de servicio público I5, la NSR-10 especifica que deben estar protegidas por un sistema de alarmas contra incendio diseñado tomando como referencia la norma NFPA 72.

J.4.3.4.1 – Rociadores Automáticos. *Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y como referencia la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13.*

J.4.3.4.2 – Tomas fijas de agua para bomberos. *Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y como referencia el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14.*

J.4.3.4.3 – Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y como referencia la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10.

Para la ocupación de almacenamiento A1, la NSR-10 especifica que deben estar protegidas por un sistema de alarmas contra incendio diseñado tomando como referencia la norma NFPA 72.

J.4.3.1.1 – Rociadores Automáticos. *Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación A (Almacenamiento) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última*

versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y como referencia la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13.

J.4.3.1.2 – Tomas fijas de agua para bomberos y mangueras para extinción de incendio. *Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación A (Almacenamiento) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y como referencia el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14.*

J.4.3.1.3 – Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación A (Almacenamiento) debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y como referencia la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10.

Por tanto, se realiza el diseño del sistema de rociadores automáticos con sistema de tomas fijas de agua para bomberos y mangueras (gabinetes), así como extintores de fuego portátiles.

6.4 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA PULVERIZADA Y TOMAS FIJAS PARA MANGUERAS

Para el caso del sistema de rociadores a implementar en el edificio del Palacio de Justicia La Dorada, se plantea de la siguiente manera:

La red contra incendios de rociadores, estará compuesta con una columna vertical que alimentará cada uno de los sistemas principales tipo árbol por piso. Esta columna se ubicará cerca del ascensor, al lado de la columna de gabinetes existente, y proveerá agua a la red desde el sótano hasta el tercer piso. Cada piso contará con su respectivo sistema equipado con válvulas de control y ramales secundarios, a los cuales se conectarán los rociadores automáticos.

Para el sistema de extinción de incendios de gabinetes, se mantendrá el sistema actual, que consta de una columna de suministro que proporciona alimentación a los gabinetes en cada nivel.

La altura disponible entre piso terminado y parte inferior de la losa es la siguiente:

DESDE	HASTA	ALTURA
SOTANO	PISO 1	3.0
PISO 1	PISO 2	3.0
PISO 2	PISO 3	3.0
PISO 2	PISO 3	3.0

Tabla 3. Alturas entre pisos.
Fuente: Elaboración propia.

El área total del sistema será de 1960 m^2 aproximadamente.

Área (m^2)	Ocupación	Tipo de riesgo	Protección que aplica según normatividad					
			Detección y alarma	Rociadores	Gabinetes (mangueras)	Extintores	Hidrante	Toma fija para bomberos
102.5	Almacenamiento A-1 (Parqueaderos)	Riesgo Ordinario (grupo 2)						
61.4	Fabril e Industrial	Riesgo Extra (grupo 1)						
253.7	Almacenamiento A-1 (Archivo y bodegas)	Riesgo Ordinario (grupo 1)						
969.0	Institucional (I-1, I-5)	Riesgo Ordinario (grupo 1)						
569.4	Circulación	Riesgo Leve						

Tabla 4. Clasificación de las áreas por tipo de ocupación y riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

• El tipo de rociador a utilizar será pulverizador cobertura extendida, tendrá un coeficiente de descarga de K=5.6 en toda la edificación. Con una orientación del deflector colgante (*pendent)*.

• Cada rociador tendrá una temperatura de activación de 68 grados Celsius, a diferencia de algunos rociadores con una temperatura de activación mayor

correspondiente a 79 grados Celsius, como los que queden instalados bajo marquesinas.

• El área de cobertura por cada rociador será de 225 pies^2 (20.9 m^2) para riesgo leve y 130 pies^2 (12.1 m^2) para riesgo ordinario.

Tabla 8.6.2.2.1(a). Áreas de protección y espaciamiento máximo (rociado estándar montante/rociado estándar colgante) para riesgo leve

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento (máximo)	
		pies^2	m^2	pies	m
Incombustible obstruida y sin obstrucciones, y combustible sin obstrucciones con miembros a 3 pies o más entre centros	Por tablas de cálculo	200	18,6	15	4,6
Incombustible obstruida y sin obstrucciones, y combustible sin obstrucciones con miembros a 3 pies o más entre centros	Calculado hidráulica-mente	225	20,9	15	4,6

Tabla 5. Área de cobertura de rociador para riesgo leve.
Fuente: *NTC 2301*

Tabla 8.6.2.2.1(b). Áreas de protección y espaciamiento máximo (Rociador estándar montante/rociador estándar colgante) para riesgo ordinario

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento (máximo)	
		pies^2	m^2	pies	m
Todos	Todos	130	12,1	15	4,6

Tabla 6. Área de cobertura de rociador para riesgo ordinario.
Fuente: *NTC 2301*

• El cálculo de las necesidades de caudal y presión se realizará sobre la base de la activación de doce (12) rociadores ubicados dentro del área de diseño obtenida para riesgo ordinario, donde cada uno debe cumplir con una presión mínima de operación de 7 psi según lo establecido en la NFPA 13. Y un caudal teórico mínimo de 26 gpm (1.56 L/s) para parqueaderos y 19.5 gpm (1.17 L/s) para el resto de la edificación. (los cálculos se evidencian más adelante en el documento).

• La demanda adicional para las mangueras, se consideró únicamente de 100 gpm para la primera conexión más alejada de la edificación ubicada en el piso 3.

• La duración de la operación del sistema será de una hora (60 minutos).

Adicionalmente se contará con la red general que también alimenta el sistema de gabinetes con conexiones fijas para mangueras y tendrá las siguientes características:

• Gabinetes Tipo III con tomas fijas para mangueras de 1.1/2" para el uso de los ocupantes del edificio y tomas fijas para mangueras de 2.1/2" para el uso de los Bomberos.

• La ubicación de los gabinetes obedece a un alcance real máximo por manguera de 30 metros.

• En el edificio del Palacio de Justicia La Dorada, se ubicarán en total cuatro tomas fijas para conectar mangueras de 2.1/2", desde el sótano hasta el tercer piso, considerando una por piso.

• En el acceso a la edificación la red general tendrá una conexión "Siamesa", ubicada en el mismo lugar donde se encuentra actualmente en la entrada principal sobre la carrera 2 del Palacio de Justicia La Dorada, no obstante, se requiere cambiar la red interna para la conexión de los bomberos, donde dicha conexión tendrá un diámetro de 4" la tubería principal y dos (2) conexiones en 2 ½".

6.5 DEMANDA DEL SISTEMA

Para obtener la demanda total, primero se realiza el cálculo del sistema de rociadores automáticos, después, se añade la demanda requerida para las conexiones de mangueras y el sistema de tuberías principal que alimenta los gabinetes. Por lo tanto, la demanda total del sistema será:

6.5.1 Cálculos hidráulicos Sistema de Rociadores de Cobertura Extendida.

Para obtener los cálculos del abastecimiento de agua para el sistema de rociadores se implementa la curva de densidad/área, como uno de los métodos de cálculo hidráulico recomendado por la NFPA 13.

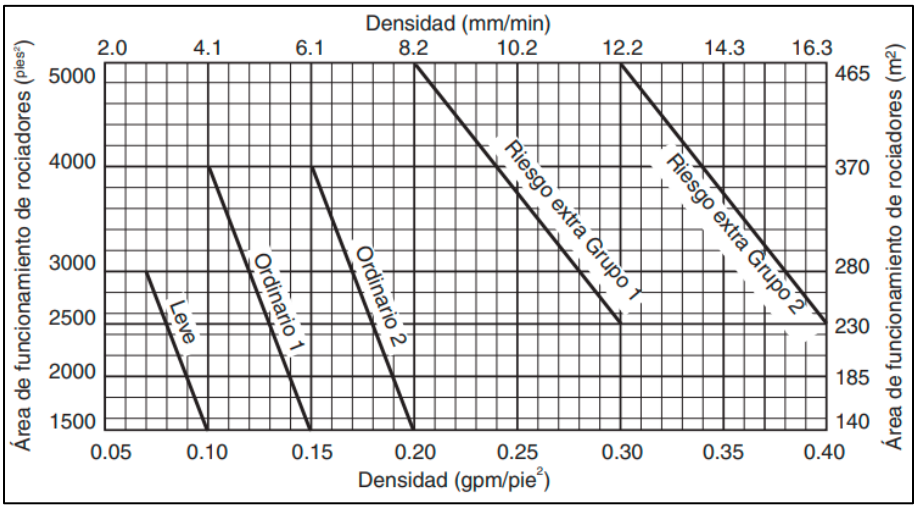


Ilustración 2. Curva densidad /área.
Fuente: NFPA 13.

Calculo 1: Para rociadores separados cada 3,0 m y con un área de cobertura 12.1 m^2 –(Cobertura Extendida)

6.5.1.1 Riesgo Ordinario Grupo 1 (Oficinas, bodegas, archivo)

Según la curva de densidad/área para riesgo ordinario grupo 1, se obtiene un área mínima de diseño de 1500 ft^2 (140 m^2) y una densidad de 0.15 gpm/ft^2.

El área máxima de cubrimiento por rociador que permite la Norma NTC 2301 es de 400 ft^2 (36 m^2) (cobertura Extendida). En este caso, se está trabajando con cobertura de 130 ft^2 (12.1 m^2).

• <u>Total de rociadores a calcular</u>

$$N°_{rociadores} = \frac{Area\ de\ diseño}{Cubrimiento\ por\ rociador}$$

$$N°_{rociadores} = \frac{1500}{130} = 11.50$$

Es decir, 12 rociadores operando al mismo tiempo. Según norma, se permite que sean mínimo 5 rociadores funcionando simultáneamente.

• Caudal por Rociador

$$Q_{rociador} = Densidad \times Cubrimiento\ Rociador$$

$$Q_{rociador} = 0.15\ \frac{gpm}{ft^2} \times 130 ft^2 = 19.53\ gpm$$

El caudal de 19.53 gpm, es el caudal mínimo que requiere el rociador más lejano para funcionar en el área clasificada como riesgo ordinario grupo 1.

• Caudal por total de rociadores

$$Q_{total} = Q_{rociador} \times N°_{rociadores}$$

$$Q_{total} = 19.53\ gpm \times 12 = 234.35 gpm$$

234,35 gpm, es el caudal calculado del Sistema para que funcionen 12 rociadores simultáneamente, es decir, que este caudal debe llegar a los rociadores más lejanos del riesgo ordinario grupo 1.

• Cálculo de presión a la entrada para cada rociador

Para un rociador de cobertura extendida riesgo ordinario grupo 1, se tiene que:

Q= Caudal

k= Coeficiente de Descarga del Rociador (K=5.6)

p= Presión

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

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 = \left(\frac{19.53}{5.6}\right)^2 = 12.16\ psi$$

Se debe garantizar que la presión mínima a la salida del rociador más lejano sea la obtenida, P=12.16 psi. Además, tener en cuenta la distancia recorrida desde el punto inicial hasta la salida del rociador, las diferencias de alturas y las pérdidas por fricción causadas por los accesorios.

El rociador propuesto como referencia a utilizar para riesgo ordinario grupo 1, es pulverizador de cobertura extendida con un coeficiente de descarga K=5.6, una orientación del deflector colgante PENDENT, con características iguales o similares a la siguiente opción que satisface los criterios de caudal, presión y área de cobertura. El caudal del rociador de referencia es de 26gpm, mayor a la obtenida en los cálculos de 19.53 gpm. En cuanto a presión, opera con 21 psi, por encima del mínimo requerido por norma de 7psi. Además, su área de cobertura corresponde a 256 ft^2, superando el área mínima requerida de130 ft^2 (12.1m2).

DESCRIPTION	AREA	GPM	PSI
TY3232 (K=5.6) PENDENT	16 x 16	26	21.6
	18 x 18	33	34.7
	20 x 20	40	51.0

Tabla 7. Características rociador de referencia.
Fuente: Ficha-Tecnica-Rociador-K5.6-Pendent-Respuesta-rapida-COBERTURA-EXTENDIDA-TYREF.3232(26GPM)

6.5.1.2 Riesgo Ordinario Grupo 2 (Parqueaderos)

Según la curva de densidad/área para riesgo ordinario grupo 2, se obtiene un área mínima de diseño de 1500 ft^2 (140 m^2) y una densidad de 0.20 gpm/ft^2.

El área máxima de cubrimiento por rociador que permite la Norma NTC 2301 es de 400 ft^2 (36 m^2) (cobertura Extendida). En este caso, se está trabajando con cobertura de 130 ft^2 (12.1 m^2).

• Total de rociadores a calcular

$$N°_{rociadores} = \frac{Area\ de\ diseño}{Cubrimiento\ por\ rociador}$$

$$N°_{rociadores} = \frac{1500}{130} = 11.50$$

Es decir, 12 rociadores operando al mismo tiempo. Según norma, se permite que sean mínimo 5 rociadores funcionando simultáneamente.

• Caudal por Rociador

$$Q_{rociador} = Densidad \times Cubrimiento\ Rociador$$

$$Q_{rociador} = 0.20\ \frac{gpm}{ft^2} \times 130 ft^2 = 26\ gpm$$

El caudal de 26 gpm, es el caudal mínimo que requiere el rociador más lejano para funcionar en el área clasificada como riesgo ordinario grupo 2.

• Caudal por total de rociadores

$$Q_{total} = Q_{rociador} \times N°_{rociadores}$$

$$Q_{total} = 26\ gpm \times 12 = 312.5 gpm$$

312,5 gpm, es el caudal calculado del Sistema para que funcionen 12 rociadores simultáneamente, es decir, que este caudal debe llegar a los rociadores más lejanos del riesgo ordinario grupo 2.

• Cálculo de presión a la entrada para cada rociador

Para un rociador de cobertura extendida riesgo ordinario grupo 2, se tiene que:

Q= Caudal

k= Coeficiente de Descarga del Rociador (K=5.6)

p= Presión

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

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 = \left(\frac{26}{5.6}\right)^2 = 21.52\ psi$$

Se debe garantizar que la presión mínima a la salida del rociador más lejano sea la obtenida, P=21.5 psi. Además, tener en cuenta la distancia recorrida desde el punto inicial hasta la salida del rociador, las diferencias de alturas y las pérdidas por fricción causadas por los accesorios.

El rociador propuesto como referencia a utilizar para el riesgo ordinario grupo 2, es pulverizador de cobertura extendida con un coeficiente de descarga K=5.6, una orientación del deflector colgante PENDENT, con características iguales o similares a la siguiente opción que satisface los criterios de caudal, presión y área de cobertura. El caudal del rociador de referencia es de 26gpm, cumpliendo con el obtenido en los cálculos de 26 gpm. En cuanto a presión, opera con 21 psi, por encima del mínimo requerido por norma de 7psi. Además, su área de cobertura corresponde a 256 ft^2, superando el área mínima requerida de130 ft^2 (12.1m2).

CARACTERISTICAS DEL ROCIADOR	RIESGO GRUPO 1	RIESGO GRUPO 2	UNIDAD
	VALOR		
Separación entre rociadores	3	3	m
Área de protección o cobertura de rociadores	12.1	12.1	m2
	130.2	130.2	ft2
N° rociadores	12	12	un
Largo del área de diseño (W)	14.2	14.2	m
Ancho del área de diseño	9.9	9.9	m
Caudal por rociador	19.5	26.0	gpm
	1.17	1.56	l/s
Caudal por todos los rociadores	234.4	312.5	gpm
	14.1	18.7	l/s
K	5.6	5.6	
P	12.2	21.6	psi
Rociador Propuesto	K=5.6, PENDENT, A=256 ft^2, Q=26 gpm, P=21.6 psi,		

Tabla 8. Cálculos diseño rociadores.
Fuente: elaboración propia.

Es imprescindible contar con rociadores de repuesto para agilizar el reemplazo o mantenimiento cuando sea necesario. La cantidad requerida varía según el tamaño del sistema.

NÚMERO DE ROCIADORES EN LA EDIFICACIÓN		
PISO	**68°c**	**79°c**
Sótano	55	-
Piso 1	55	-
Piso 2	51	-
Piso 3	53	4
TOTAL	**214**	**4**

Tabla 9. Número de rociadores por piso.
Fuente: Elaboración propia

Tamaño del sistema	Número de rociadores en reserva
Hasta 300 rociadores	6.0
De 300 a 1000 rociadores	12.0
Más de 1000 rociadores	24.0

Tabla 10. Número de rociadores de reserva.
Fuente: Fire Protection Handbook. Edition 20. Section 16. Chapter 2. Automatic Sprinklers

Según las tablas anteriores, se deben dejar 6 rociadores en reserva, en los que 5 pertenezca a los de 68°C y 1 (menos del 10% de los rociadores totales), pertenezca a los de temperatura de activación de 79°C. Estos deben estar ubicados en un lugar en el que la temperatura ambiente no supere nunca los 38°C.

6.5.2 Cálculos hidráulicos Sistema de Gabinetes Tipo III.

En el edificio del Palacio de Justicia Fanny González Franco, se ubicará una toma fija por piso para conectar mangueras de 2 1/2" desde el sótano hasta el tercer piso, así como una conexión de manguera de 1.1/2".

Para el diseño de la red de gabinetes, se tiene una (1) columna vertical de agua desde el sótano hasta el piso 3, en la que se consideran los siguientes requerimientos de cálculo hidráulico:

Columna de agua 1 en el tercer piso con una demanda de 100 gpm, siendo esta la primera conexión de manguera más alejada de la edificación (por normativa para riesgo ordinario).

Tabla 19.3.3.1.2 Requisitos de asignación para chorros de mangueras y duración del suministro de agua para sistemas calculados hidráulicamente

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

Tabla 11. Requisitos para la asignación de chorros de manguera y duración del suministro de agua.
Fuente: NFPA 13

Con fines de diseño se obtiene como resultado una demanda requerida de 100 gpm para el sistema.

Según (NFPA 13, 2019) Numeral 19.3.3.1.2 se requieren mínimo 60 minutos de suministro de agua, por tratarse de una ocupación de Riesgo Ordinario.

6.5.2.1 Presiones Mínimas y Máximas:

Según la NTC 1669, los sistemas para conexión de mangueras contra incendio diseñados hidráulicamente se deben proyectar para suministrar el caudal requerido a una presión residual mínima de 65 psi (4,5 bar) en la salida de la estación de manguera de 1 1/2 pulgadas (40 mm) hidráulicamente más remota.

Cuando la presión residual en una salida de 1 1/2 pulgadas (40 mm) sobre una conexión de manguera disponible para uso de personal entrenado excede 100 psi (6,9 bar), se debe suministrar de un dispositivo regulador de presión aprobado para limitar la presión residual en el flujo.

Por lo anterior, se recomienda instalar en el proyecto válvulas reguladoras de presión en las salidas de conexión de manguera para evitar que se supere la presión mínima de 100 psi o 70 mca.

6.6 MEMORIAS DE CÁLCULO

Se muestran a continuación las características de cada uno de los sistemas propuestos:

La memoria de todo el sistema contra incendios integrado se realiza con el software especializado para redes de presión EPANET V2.2, con el cual se busca cumplir con las recomendaciones de cálculo de la Norma NFPA 13.

Se adjuntan los cálculos y resultados para el sistema con la información de los datos de la red, Nodos, tuberías, diámetros, los resultados de los cálculos para cada uno de los tramos y el resultado de los cálculos para cada uno de los nodos. En general se lee en cada punto de la red los datos de caudal y presión cumpliendo con las condiciones mínimas estipuladas en el listado de los parámetros de diseño mencionados anteriormente.

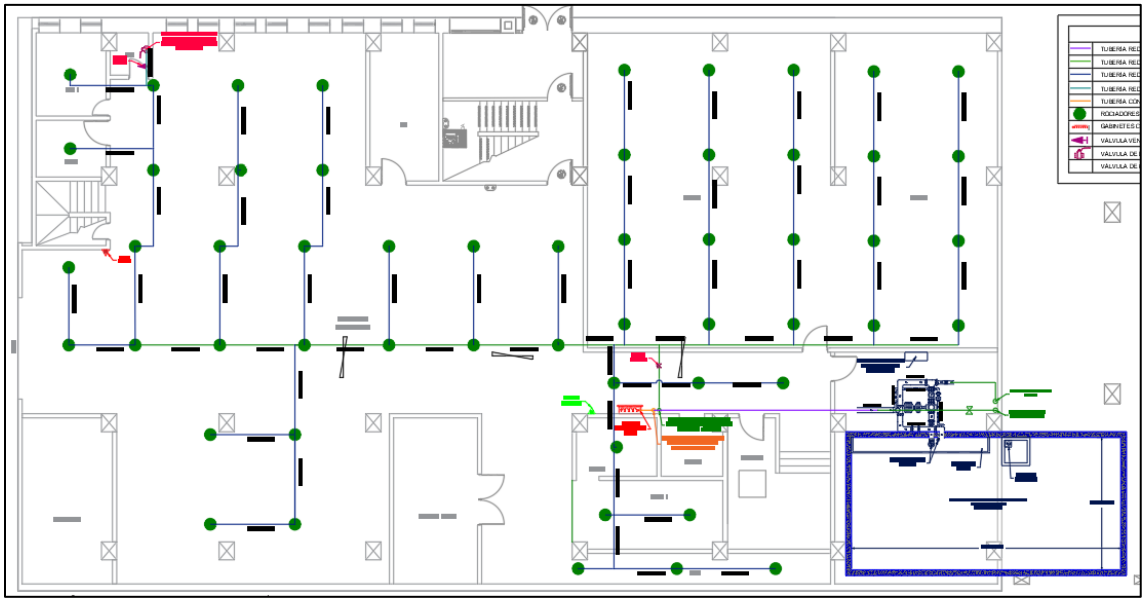


Ilustración 3. Red contra incendios Sótano.
Fuente: Elaboración propia.

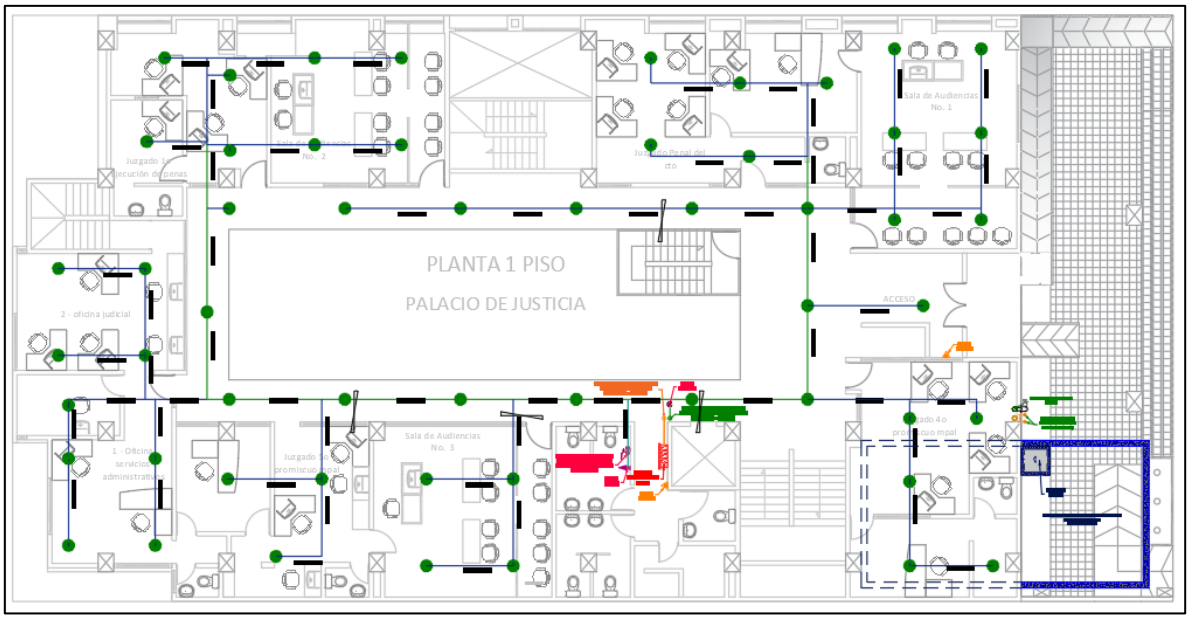


Ilustración 4. Red contra incendios Piso 1.
Fuente: Elaboración propia.

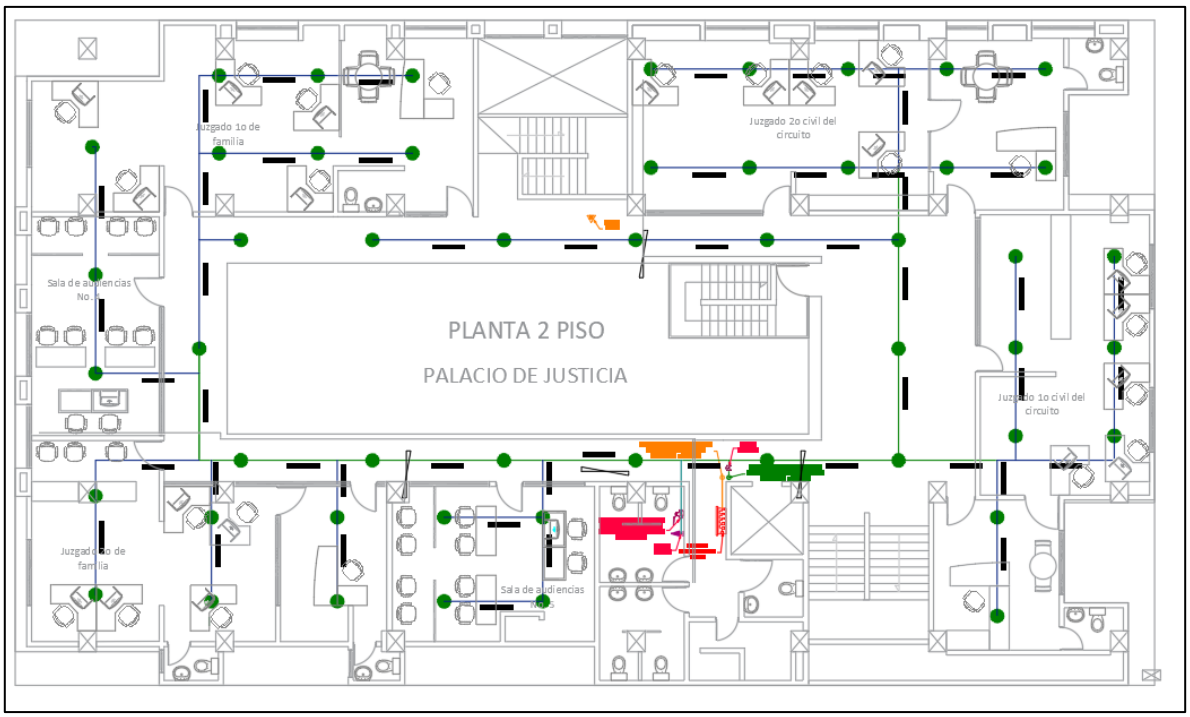


Ilustración 5. Red contra incendios planta Piso 2.
Fuente: Elaboración propia.

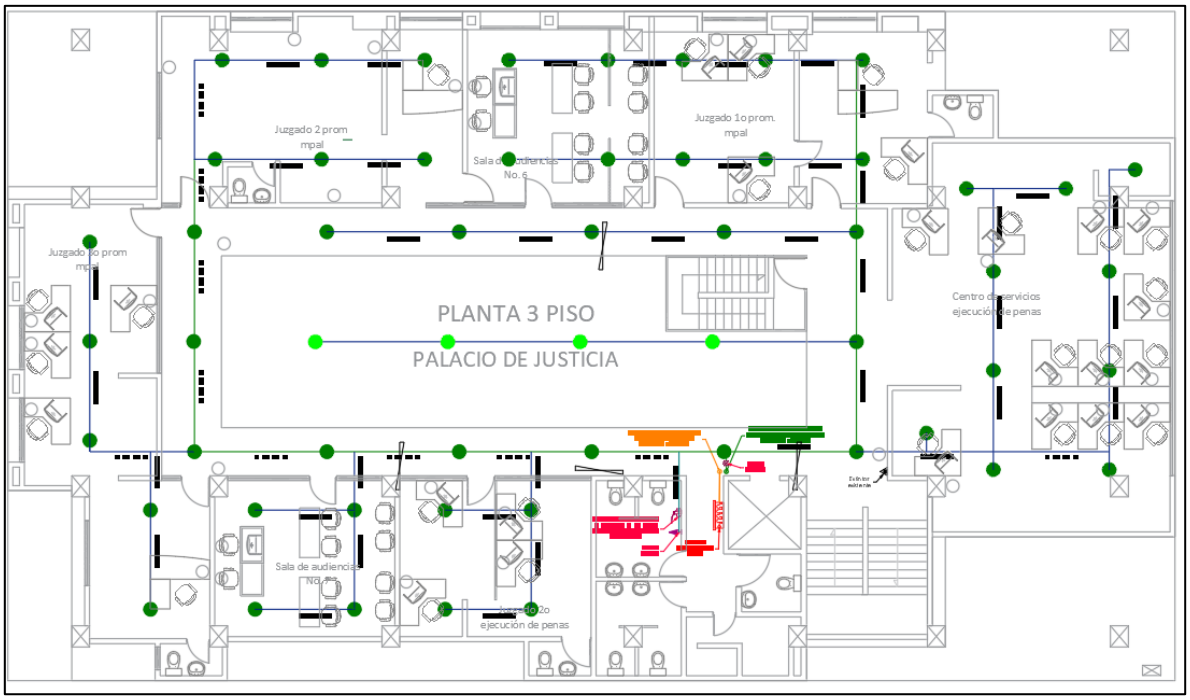


Ilustración 6. Red contra incendios planta Piso 3.
Fuente: Elaboración propia.

6.6.1 Modelación hidráulica

Para realizar la modelación hidráulica de la red, se consideraron dos escenarios críticos. El primero aborda el área de diseño y la demanda de los rociadores en el sótano, dado su tipo de riesgo ordinario grupo 2. El segundo escenario se centra en las oficinas del último piso (tercer piso), donde el riesgo ordinario es del grupo 1, siendo este el más representativo en la edificación. Esta consideración se llevó a cabo con el propósito de asegurar la capacidad del sistema frente a la eventualidad de ambos escenarios.

Para la modelación, se utilizarán tuberías de acero SCHEDULE 40 con diámetros de 1" a 6", y un coeficiente de rugosidad de c=150.

6.6.1.1 Escenario N° 1: zona de parqueaderos

Se introduce la red contra incendio en EPANET, asignándole una demanda de 1.56 l/s a los rociadores ubicados en el área de diseño de los parqueaderos, donde esta zona de diseño corresponde a un rectángulo con una longitud W = 14.4 m y un ancho de 9.9 m. Para la red de gabinetes, se trabajó con una demanda de 6.33 l/s para la columna de agua 1.

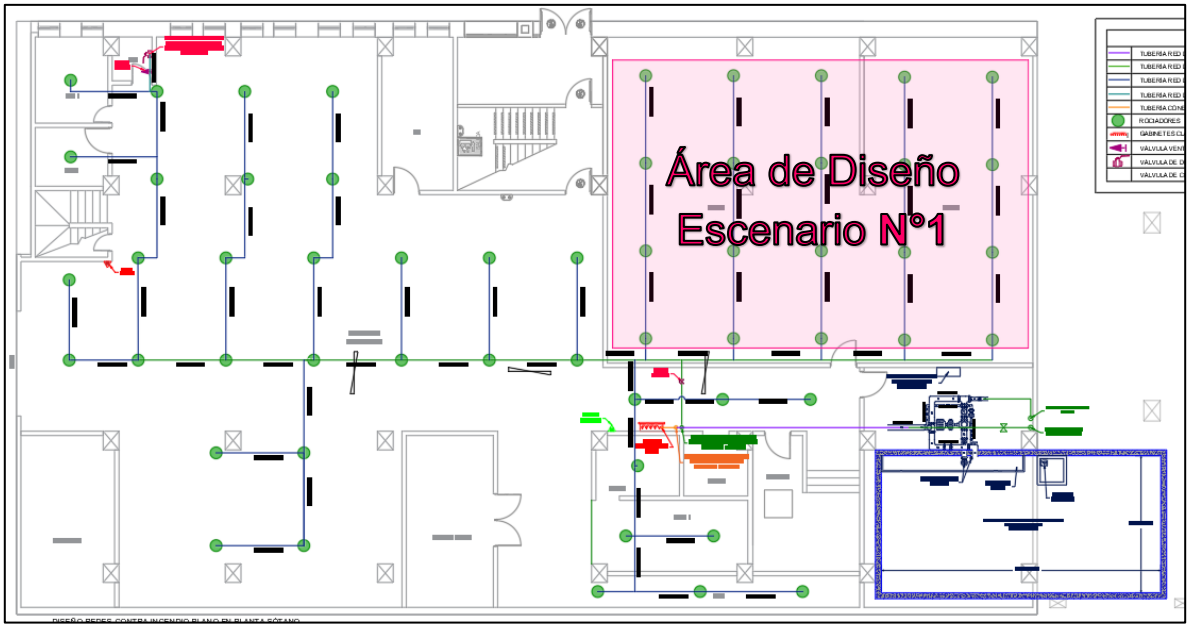


Ilustración 7. Área de diseño zona parqueaderos.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la modelación hidráulica para el escenario N°1 en el sótano se muestran a continuación:

RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANO

ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n1	-3	0	88.26	n82	0	0	85.47	n162	3	0	82.47	n240	6	0	79.47
n2	-3	0	88.26	n83	0	0	85.47	n163	3	0	82.47	n241	6	0	79.47
n3	-3	0	88.26	n84	0	0	85.47	n164	3	0	82.47	n242	6	0	79.47
n4	-3	0	88.26	n85	0	0	85.47	n165	3	0	82.47	n243	6	0	79.47
n5	-3	0	88.26	n86	0	0	85.47	n166	3	0	82.47	n244	6	0	79.47
n6	-3	0	88.26	n87	0	0	85.47	n167	3	0	82.47	n245	6	0	79.47
n7	-3	0	88.26	n88	0	0	85.47	n168	3	0	82.47	n246	6	0	79.47
n8	-3	0	88.26	n89	0	0	85.47	n169	3	0	82.47	n247	6	0	79.47
n9	-3	0	88.17	n90	0	0	85.47	n170	3	0	82.47	n248	6	0	79.47
n10	-3	0	88.08	n91	0	0	85.47	n171	3	0	82.47	n249	6	0	79.47
n11	-3	0	88.04	n94	0	0	85.47	n172	3	0	82.47	n250	6	0	79.47
n14	-3	0	88.26	n95	0	0	85.47	n173	3	0	82.47	n251	6	0	79.47
n15	-3	0	88.26	n96	0	0	85.47	n174	3	0	82.47	n252	6	0	79.47
n16	-3	0	88.26	n97	0	0	85.47	n175	3	0	82.47	n253	6	0	79.47
n17	-3	0	88.26	n98	0	0	85.47	n176	3	0	82.47	n254	6	0	79.47
n18	-3	0	88.26	n99	0	0	85.47	n177	3	0	82.47	n255	6	0	79.47
n19	-3	0	88.26	n100	0	0	85.47	n178	3	0	82.47	n256	6	0	79.47
n20	-3	0	88.26	n101	0	0	85.47	n179	3	0	82.47	n257	6	0	79.47
n21	-3	0	88.26	n102	0	0	85.47	n180	3	0	82.47	n258	6	0	79.47

RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANO

ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n22	-3	0	88.26	n103	0	0	85.47	n181	3	0	82.47	n259	6	0	79.47
n23	-3	0	88.26	n104	0	0	85.47	n182	3	0	82.47	n260	6	0	79.47
n24	-3	0	88.26	n105	0	0	85.47	n183	3	0	82.47	n261	6	0	79.47
n25	-3	0	88.26	n106	0	0	85.47	n184	3	0	82.47	n262	6	0	79.47
n26	-3	0	88.26	n107	0	0	85.47	n185	3	0	82.47	n263	6	0	79.47
n27	-3	0	88.26	n108	0	0	85.47	n186	3	0	82.47	n264	6	0	79.47
n28	-3	0	88.26	n110	0	0	85.47	n187	3	0	82.47	n265	6	0	79.47
n29	-3	0	88.26	n111	0	0	85.47	n188	3	0	82.47	n266	6	0	79.47
n30	-3	0	88.26	n112	0	0	85.47	n189	3	0	82.47	n267	6	0	79.47
n31	-3	0	88.26	n113	0	0	85.47	n190	3	0	82.47	n268	6	0	79.47
n32	-3	0	88.26	n114	0	0	85.47	n191	3	0	82.47	n269	6	0	79.47
n33	-3	0	88.26	n115	0	0	85.47	n193	3	0	82.47	n270	6	0	79.47
n34	-3	0	88.26	n116	0	0	85.47	n194	3	0	82.47	n272	3	0	82.47
n36	-3	0	88.26	n117	0	0	85.47	n195	3	0	82.47	n273	3	0	82.47
n37	-3	1.56	88.15	n118	0	0	85.47	n196	3	0	82.47	n274	0	0	85.47
n38	-3	1.56	87.9	n119	0	0	85.47	n197	3	0	82.47	n275	0	0	85.47
n39	-3	1.56	87.79	n120	0	0	85.47	n198	3	0	82.47	n276	0	0	85.47
n40	-3	1.56	87.76	n121	0	0	85.47	n199	3	0	82.47	n277	0	0	85.47
n41	-3	1.56	88.06	n122	0	0	85.47	n200	3	0	82.47	n278	0	0	85.47
n42	-3	1.56	87.81	n123	0	0	85.47	n201	3	0	82.47	n279	0	0	85.47

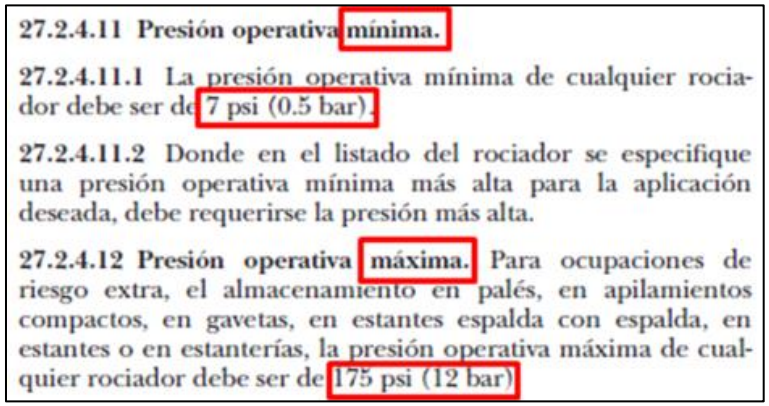
RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANO

ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n43	-3	1.56	87.7	n125	0	0	85.47	n202	3	0	82.47	n281	0	0	85.47
n44	-3	1.56	87.66	n126	0	0	85.47	n204	6	0	79.47	n282	0	0	85.47
n45	-3	1.56	87.97	n127	0	0	85.47	n205	6	0	79.47	n283	0	0	85.47
n46	-3	1.56	87.72	n128	0	0	85.47	n206	6	0	79.47	n284	0	0	85.47
n47	-3	1.56	87.61	n129	0	0	85.47	n207	6	0	79.47	n285	0	0	85.47
n48	-3	1.56	87.57	n130	0	0	85.47	n208	6	0	79.47	n286	0	0	85.47
n49	-3	1.56	87.63	n131	0	0	85.47	n209	6	0	79.47	n287	0	0	85.47
n50	-3	1.56	87.66	n132	0	0	85.47	n210	6	0	79.47	n288	0	0	85.47
n51	-3	1.56	87.78	n133	0	0	85.47	n211	6	0	79.47	n289	6	0	79.47
n52	-3	0	88.03	n134	0	0	85.47	n212	6	0	79.47	n290	6	0	79.47
n53	-3	0	88.03	n135	0	0	85.47	n213	6	0	79.47	n291	6	0	79.47
n54	-3	0	88.02	n136	0	0	85.47	n214	6	0	79.47	n292	6	0	79.47
n55	-3	1.56	87.77	n137	0	0	85.47	n215	6	0	79.47	n293	6	0	79.47
n56	-3	1.56	87.65	n138	0	0	85.47	n216	6	0	79.47	n294	6	0	79.47
n57	-3	1.56	87.62	n139	0	0	85.47	n217	6	0	79.47	n295	6	0	79.47
n58	-3	0	88.26	n140	0	0	85.47	n218	6	0	79.47	n297	7	0	78.47
n59	-3	0	88.26	n141	0	0	85.47	n219	6	0	79.47	n298	7	0	78.47
n60	-3	0	88.26	n142	0	0	85.47	n220	6	0	79.47	n299	7	0	78.47
n61	-3	0	88.26	n143	0	0	85.47	n221	6	0	79.47	n300	7	0	78.47
n62	-3	0	88.26	n144	3	0	82.47	n222	3	0	82.47	n301	-3	0	88.47

RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANO															
ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n64	-3	0	88.26	n145	3	0	82.47	n223	3	0	82.47	n302	-3	0	88.47
n65	-3	0	88.26	n146	3	0	82.47	n224	3	0	82.47	n303	-3	0	88.67
n66	-3	0	88.26	n147	3	0	82.47	n225	3	0	82.47	n304	-3	0	88.71
n67	-3	0	88.26	n148	3	0	82.47	n226	3	0	82.47	n305	-3	0	88.47
n69	-3	0	88.26	n149	3	0	82.47	n227	3	0	82.47	n306	-3	0	88.47
n70	-3	0	88.26	n150	3	0	82.47	n228	3	0	82.47	n307	0	0	85.45
n71	-3	0	88.26	n151	3	0	82.47	n229	6	0	79.47	n308	3	0	82.44
n72	-3	0	88.26	n152	3	0	82.47	n230	6	0	79.47	n309	6	6.33	79.42
n73	-3	0	88.26	n153	3	0	82.47	n231	6	0	79.47	n310	0	0	85.47
n74	-3	0	88.26	n154	3	0	82.47	n232	6	0	79.47	n311	3	0	82.47
n75	-3	0	88.26	n155	3	0	82.47	n233	6	0	79.47	n312	6	0	79.47
n76	-3	0	88.26	n156	3	0	82.47	n234	6	0	79.47	N13	0	0	85.47
n77	0	0	85.47	n157	3	0	82.47	n235	6	0	79.47	N92	-3	0	88.26
n78	0	0	85.47	n158	3	0	82.47	n236	6	0	79.47	Resvr 1	-2.9	N/A	N/A
n79	0	0	85.47	n159	3	0	82.47	n237	6	0	79.47				
n80	0	0	85.47	n160	3	0	82.47	n238	6	0	79.47				
n81	0	0	85.47	n161	3	0	82.47	n239	6	0	79.47				

Tabla 12. Resultados por nodo, escenario N°1 parqueaderos.
Fuente: Elaboración propia a partir de EPANET 2.2.

Se cumple que la presión para la red de rociadores en el escenario N°1 de la zona de sótano, se encuentra dentro de los límites establecidos en la NFPA 13, donde la presión mínima admisible es de 7 psi (4.92 mca) y la máxima 175 psi (123.04 mca).



27.2.4.11 Presión operativa mínima.

27.2.4.11.1 La presión operativa mínima de cualquier rociador debe ser de 7 psi (0.5 bar).

27.2.4.11.2 Donde en el listado del rociador se especifique una presión operativa mínima más alta para la aplicación deseada, debe requerirse la presión más alta.

27.2.4.12 Presión operativa máxima. Para ocupaciones de riesgo extra, el almacenamiento en palés, en apilamientos compactos, en gavetas, en estantes espalda con espalda, en estantes o en estanterías, la presión operativa máxima de cualquier rociador debe ser de 175 psi (12 bar).

Ilustración 8. Presiones operativas, mínima y máxima.
Fuente: NFPA 13,2019.

Se evalúan los tramos de tubería, donde el material de las mismas corresponde a acero SCH 40, con diámetros de 6, 4 y 2 pulgadas. En la siguiente tabla de resultados, se evidencia la identificación de la tubería (ID), el diámetro (Ø), el caudal (Q), a velocidad (V), las pérdidas unitarias (h_f) y el factor de fricción (f).

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANOS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p1	102.3	0	0	0	0	p119	52.5	0	0	0	0	p233	52.5	0	0	0	0
p2	102.3	0	0	0	0	p120	52.5	0	0	0	0	p234	52.5	0	0	0	0
p3	102.3	0	0	0	0	p121	52.5	0	0	0	0	p235	52.5	0	0	0	0
p4	102.3	0	0	0	0	p122	52.5	0	0	0	0	p236	52.5	0	0	0	0
p5	102.3	0	0	0	0	p123	52.5	0	0	0	0	p237	52.5	0	0	0	0
p6	102.3	0	0	0	0	p124	52.5	0	0	0	0	p238	52.5	0	0	0	0
p9	102.3	15.6	1.9	29.87	0.017	p125	102.3	0	0	0	0	p239	52.5	0	0	0	0
p10	102.3	9.36	1.14	11.6	0.018	p126	102.3	0	0	0	0	p240	52.5	0	0	0	0
p13	102.3	0	0	0	0	p127	102.3	0	0	0	0	p241	52.5	0	0	0	0
p14	52.5	0	0	0	0	p128	52.5	0	0	0	0	p242	52.5	0	0	0	0
p15	52.5	0	0	0	0	p130	52.5	0	0	0	0	p243	52.5	0	0	0	0
p16	52.5	0	0	0	0	p131	52.5	0	0	0	0	p244	52.5	0	0	0	0
p17	52.5	0	0	0	0	p132	52.5	0	0	0	0	p245	52.5	0	0	0	0
p18	52.5	0	0	0	0	p136	52.5	0	0	0	0	p246	52.5	0	0	0	0
p19	52.5	0	0	0	0	p137	52.5	0	0	0	0	p247	52.5	0	0	0	0
p20	52.5	0	0	0	0	p138	52.5	0	0	0	0	p248	52.5	0	0	0	0
p21	52.5	0	0	0	0	p139	102.3	0	0	0	0	p249	52.5	0	0	0	0
p22	52.5	0	0	0	0	p140	102.3	0	0	0	0	p250	52.5	0	0	0	0
p23	52.5	0	0	0	0	p141	102.3	0	0	0	0	p251	52.5	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANOS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p24	52.5	0	0	0	0	p142	102.3	0	0	0	0	p252	52.5	0	0	0	0
p25	52.5	0	0	0	0	p144	102.3	0	0	0	0	p253	52.5	0	0	0	0
p26	52.5	0	0	0	0	p145	102.3	0	0	0	0	p254	52.5	0	0	0	0
p27	52.5	0	0	0	0	p146	102.3	0	0	0	0	p255	52.5	0	0	0	0
p28	52.5	0	0	0	0	p148	102.3	0	0	0	0	p256	52.5	0	0	0	0
p29	52.5	0	0	0	0	p149	102.3	0	0	0	0	p257	52.5	0	0	0	0
p30	52.5	0	0	0	0	p154	52.5	0	0	0	0	p259	52.5	0	0	0	0
p31	52.5	0	0	0	0	p155	52.5	0	0	0	0	p260	52.5	0	0	0	0
p32	52.5	0	0	0	0	p156	52.5	0	0	0	0	p261	52.5	0	0	0	0
p34	52.5	6.24	2.88	140.7	0.017	p157	52.5	0	0	0	0	p262	52.5	0	0	0	0
p35	52.5	4.68	2.16	82.59	0.018	p158	52.5	0	0	0	0	p263	52.5	0	0	0	0
p36	52.5	3.12	1.44	38.97	0.019	p159	52.5	0	0	0	0	p264	52.5	0	0	0	0
p37	52.5	1.56	0.72	10.8	0.021	p160	52.5	0	0	0	0	p266	52.5	0	0	0	0
p38	52.5	6.24	2.88	140.7	0.017	p161	52.5	0	0	0	0	p267	52.5	0	0	0	0
p39	52.5	4.68	2.16	82.59	0.018	p162	52.5	0	0	0	0	p268	52.5	0	0	0	0
p40	52.5	3.12	1.44	38.97	0.019	p163	52.5	0	0	0	0	p269	52.5	0	0	0	0
p41	52.5	1.56	0.72	10.8	0.021	p164	52.5	0	0	0	0	p270	52.5	0	0	0	0
p42	52.5	6.24	2.88	140.7	0.017	p165	52.5	0	0	0	0	p271	52.5	0	0	0	0
p43	52.5	4.68	2.16	82.59	0.018	p166	52.5	0	0	0	0	p272	52.5	0	0	0	0
p44	52.5	3.12	1.44	38.97	0.019	p167	52.5	0	0	0	0	p273	52.5	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANOS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p45	52.5	1.56	0.72	10.8	0.021	p168	52.5	0	0	0	0	p274	52.5	0	0	0	0
p46	52.5	-1.56	0.72	10.8	0.021	p169	52.5	0	0	0	0	p275	52.5	0	0	0	0
p47	52.5	-3.12	1.44	38.98	0.019	p170	52.5	0	0	0	0	p276	52.5	0	0	0	0
p48	52.5	-4.68	2.16	82.58	0.018	p171	52.5	0	0	0	0	p277	52.5	0	0	0	0
p49	52.5	-4.68	2.16	82.6	0.018	p172	52.5	0	0	0	0	p278	52.5	0	0	0	0
p50	52.5	4.68	2.16	82.6	0.018	p173	52.5	0	0	0	0	p279	52.5	0	0	0	0
p51	52.5	4.68	2.16	82.59	0.018	p174	52.5	0	0	0	0	p281	52.5	0	0	0	0
p52	52.5	3.12	1.44	38.97	0.019	p175	52.5	0	0	0	0	p282	52.5	0	0	0	0
p53	52.5	1.56	0.72	10.8	0.021	p176	52.5	0	0	0	0	p283	52.5	0	0	0	0
p54	52.5	0	0	0	0	p177	52.5	0	0	0	0	p284	52.5	0	0	0	0
p55	52.5	0	0	0	0	p178	52.5	0	0	0	0	p285	154.1	-6.33	0.34	0.74	0.02
p56	52.5	0	0	0	0	p180	52.5	0	0	0	0	p286	154.1	-34.41	1.85	17.57	0.016
p57	52.5	0	0	0	0	p181	52.5	0	0	0	0	p287	154.1	-34.41	1.85	17.56	0.016
p59	52.5	0	0	0	0	p182	52.5	0	0	0	0	p288	154.1	-6.33	0.34	0.75	0.02
p60	52.5	0	0	0	0	p183	52.5	0	0	0	0	p289	154.1	-28.08	1.51	12.04	0.016
p61	52.5	0	0	0	0	p184	52.5	0	0	0	0	p291	102.3	6.33	0.77	5.62	0.019
p64	52.5	0	0	0	0	p185	52.5	0	0	0	0	p292	102.3	6.33	0.77	5.62	0.019
p65	52.5	0	0	0	0	p186	52.5	0	0	0	0	p293	102.3	0	0	0	0
p66	52.5	0	0	0	0	p187	52.5	0	0	0	0	p295	102.3	0	0	0	0
p67	52.5	0	0	0	0	p188	52.5	0	0	0	0	T1	102.3	28.08	3.42	88.73	0.015

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANOS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p69	52.5	0	0	0	0	p189	52.5	0	0	0	0	T3	52.5	0	0	0	0
p70	52.5	0	0	0	0	p191	102.3	0	0	0	0	T4	102.3	0	0	0	0
p71	52.5	0	0	0	0	p192	102.3	0	0	0	0	T5	102.3	0	0	0	0
p72	52.5	0	0	0	0	p193	102.3	0	0	0	0	T6	52.5	0	0	0	0
p73	102.3	0	0	0	0	p194	102.3	0	0	0	0	T7	52.5	0	0	0	0
p74	102.3	0	0	0	0	p195	102.3	0	0	0	0	T8	102.3	0	0	0	0
p75	102.3	0	0	0	0	p196	102.3	0	0	0	0	T9	102.3	0	0	0	0
p76	102.3	0	0	0	0	p197	102.3	0	0	0	0	T10	102.3	0	0	0	0
p77	102.3	0	0	0	0	p198	102.3	0	0	0	0	T11	102.3	0	0	0	0
p78	102.3	0	0	0	0	p199	102.3	0	0	0	0	T12	52.5	0	0	0	0
p79	102.3	0	0	0	0	p200	102.3	0	0	0	0	T13	102.3	0	0	0	0
p80	102.3	0	0	0	0	p201	102.3	0	0	0	0	T14	102.3	6.33	0.77	5.62	0.019
p81	102.3	0	0	0	0	p202	52.5	0	0	0	0	T15	102.3	0	0	0	0
p82	52.5	0	0	0	0	p203	52.5	0	0	0	0	T39	52.5	0	0	0	0
p83	52.5	0	0	0	0	p204	102.3	0	0	0	0	T40	52.5	0	0	0	0
p86	52.5	0	0	0	0	p205	102.3	0	0	0	0	T41	102.3	21.84	2.66	55.71	0.016
p87	52.5	0	0	0	0	p208	102.3	0	0	0	0	T42	102.3	6.24	0.76	5.48	0.019
p88	52.5	0	0	0	0	p209	52.5	0	0	0	0	T43	102.3	0	0	0	0
p89	52.5	0	0	0	0	p210	52.5	0	0	0	0	T44	102.3	0	0	0	0
p90	52.5	0	0	0	0	p211	52.5	0	0	0	0	T45	52.5	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANOS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p91	52.5	0	0	0	0	p212	52.5	0	0	0	0	T46	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02
p92	52.5	0	0	0	0	p213	52.5	0	0	0	0	T47	52.5	0	0	0	0
p93	52.5	0	0	0	0	p214	52.5	0	0	0	0	T48	52.5	0	0	0	0
p94	52.5	0	0	0	0	p215	52.5	0	0	0	0	T49	52.5	0	0	0	0
p95	52.5	0	0	0	0	p216	52.5	0	0	0	0	T50	52.5	0	0	0	0
p96	52.5	0	0	0	0	p217	52.5	0	0	0	0	T51	52.5	0	0	0	0
p97	52.5	0	0	0	0	p218	52.5	0	0	0	0	T52	52.5	0	0	0	0
p98	52.5	0	0	0	0	p219	52.5	0	0	0	0	T53	52.5	0	0	0	0
p99	52.5	0	0	0	0	p220	52.5	0	0	0	0	T54	52.5	0	0	0	0
p102	52.5	0	0	0	0	p221	52.5	0	0	0	0	T55	52.5	0	0	0	0
p103	52.5	0	0	0	0	p222	52.5	0	0	0	0	T56	52.5	0	0	0	0
p104	52.5	0	0	0	0	p223	52.5	0	0	0	0	T57	52.5	0	0	0	0
p105	52.5	0	0	0	0	p224	52.5	0	0	0	0	T58	102.3	0	0	0	0
p106	52.5	0	0	0	0	p225	52.5	0	0	0	0	T59	102.3	0	0	0	0
p107	52.5	0	0	0	0	p226	52.5	0	0	0	0	T60	102.3	0	0	0	0
p108	52.5	0	0	0	0	p227	52.5	0	0	0	0	T61	52.5	0	0	0	0
p110	52.5	0	0	0	0	p228	52.5	0	0	0	0	T62	52.5	0	0	0	0
p111	52.5	0	0	0	0	p229	52.5	0	0	0	0	T63	102.3	0	0	0	0
p114	102.3	0	0	0	0	p230	52.5	0	0	0	0	T64	102.3	0	0	0	0
p117	52.5	0	0	0	0	p231	52.5	0	0	0	0	T65	102.3	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°1 ZONA DE SOTANOS																
ID	**Ø**	**Q**	**V**	**h_f**	**f**	**ID**	**Ø**	**Q**	**V**	**h_f**	**f**	**ID**	**Ø**	**Q**	**V**	**h_f**	**f**
	mm	**l/s**	**m/s**	**m/km**			**mm**	**l/s**	**m/s**	**m/km**			**mm**	**l/s**	**m/s**	**m/km**	
p118	52.5	0	0	0	0	p232	52.5	0	0	0	0	Pump BOMBA	#N/A	34.41	0	-88.61	0

Tabla 13. Resultados de modelación por tramos de tubería, escenario N°1 sótanos.
Fuente: Elaboración propia a partir de EPANET.

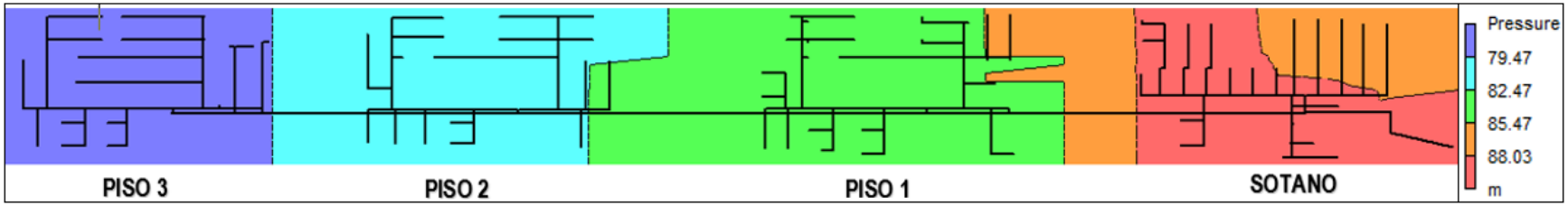


Ilustración 9. Mapa de contorno de presiones, escenario N°1 sótano.
Fuente: Elaboración propia a partir de EPANET.

Tras analizar las presiones en el sistema, se concluye que la zona de mayor presión se encuentra en el sótano, abarcando el área de diseño del escenario N°1, donde están instalados los rociadores de parqueaderos. Aquí, las presiones en los nodos promedian los 88 mca, cumpliendo con los límites normativos requeridos (entre 4.92 mca y 123 mca).

El mapa ilustra cómo la presión decrece conforme aumenta la altura del piso debido a las pérdidas, obteniendo presiones menores a 79.5 mca en el tercer piso. Se observa que la presión disponible para las conexiones de mangueras más distantes hidráulicamente, ubicadas en el tercer piso para la columna N°1 excede el mínimo normativo de 46 mca.

6.6.1.2 Escenario 2: Zona de oficinas, último piso.

Se integra la red contra incendio en el software de modelación EPANET, asignándole una demanda de 1.17 l/s a los rociadores ubicados en el área de diseño del tercer piso, donde esta zona corresponde a un rectángulo de longitud W = 14.4 m y un ancho de 9.9 m.

Para la red de gabinetes, se trabajó con una demanda de 6.33 l/s para la columna de agua N°1.

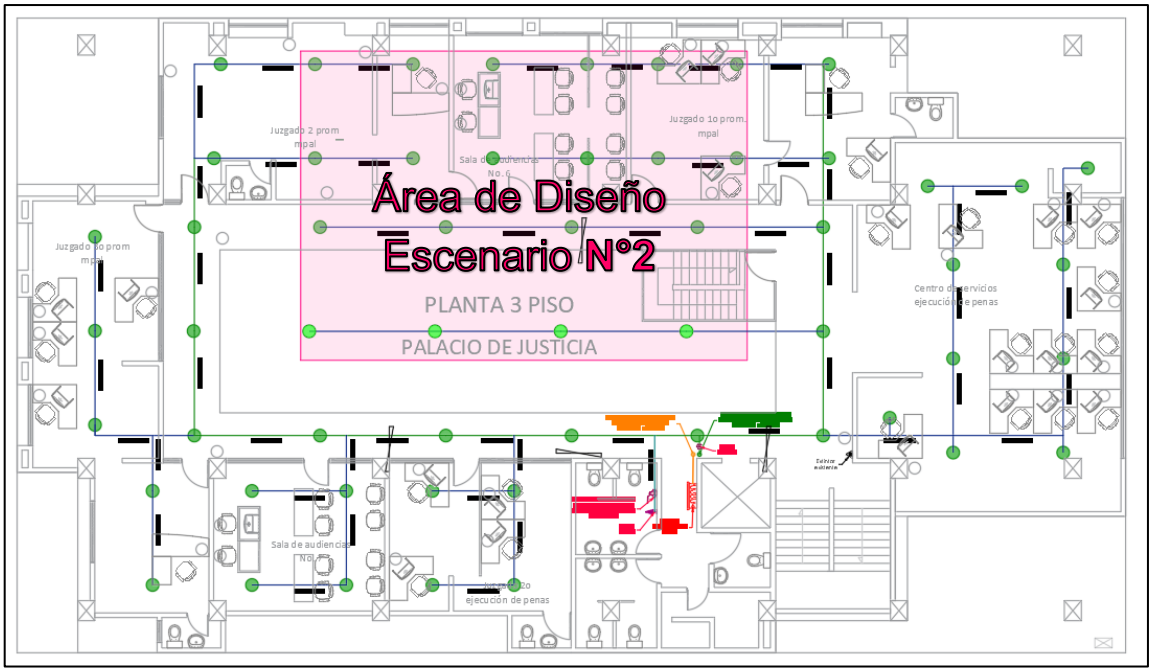


Ilustración 10. Área de diseño zona de oficinas.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la modelación hidráulica para el escenario N°2 en el último piso de la edificación se muestran a continuación:

RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n1	-3	0	91.77	n82	0	0	88.58	n162	3	0	85.39	n240	6	1.17	81.52
n2	-3	0	91.77	n83	0	0	88.58	n163	3	0	85.39	n241	6	0	81.74
n3	-3	0	91.77	n84	0	0	88.58	n164	3	0	85.39	n242	6	0	81.74
n4	-3	0	91.77	n85	0	0	88.58	n165	3	0	85.39	n243	6	0	82.14
n5	-3	0	91.77	n86	0	0	88.58	n166	3	0	85.39	n244	6	0	82.14
n6	-3	0	91.77	n87	0	0	88.58	n167	3	0	85.39	n245	6	0	82.14
n7	-3	0	91.77	n88	0	0	88.58	n168	3	0	85.39	n246	6	0	82.14
n8	-3	0	91.77	n89	0	0	88.58	n169	3	0	85.39	n247	6	0	82.13
n9	-3	0	91.77	n90	0	0	88.58	n170	3	0	85.39	n248	6	0	82.13
n10	-3	0	91.77	n91	0	0	88.58	n171	3	0	85.39	n249	6	0	82.13
n11	-3	0	91.77	n94	0	0	88.58	n172	3	0	85.39	n250	6	0	82.13
n14	-3	0	91.77	n95	0	0	88.58	n173	3	0	85.39	n251	6	0	82.11
n15	-3	0	91.77	n96	0	0	88.58	n174	3	0	85.39	n252	6	0	82.11
n16	-3	0	91.77	n97	0	0	88.58	n175	3	0	85.39	n253	6	0	82
n17	-3	0	91.77	n98	0	0	88.58	n176	3	0	85.39	n254	6	0	82
n18	-3	0	91.77	n99	0	0	88.58	n177	3	0	85.39	n255	6	0	82
n19	-3	0	91.77	n100	0	0	88.58	n178	3	0	85.39	n256	6	0	82
n20	-3	0	91.77	n101	0	0	88.58	n179	3	0	85.39	n257	6	0	82

RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n21	-3	0	91.77	n102	0	0	88.58	n180	3	0	85.39	n258	6	0	82
n22	-3	0	91.77	n103	0	0	88.58	n181	3	0	85.39	n259	6	0	82
n23	-3	0	91.77	n104	0	0	88.58	n182	3	0	85.39	n260	6	0	82
n24	-3	0	91.77	n105	0	0	88.58	n183	3	0	85.39	n261	6	0	82
n25	-3	0	91.77	n106	0	0	88.58	n184	3	0	85.39	n262	6	0	82
n26	-3	0	91.77	n107	0	0	88.58	n185	3	0	85.39	n263	6	0	82
n27	-3	0	91.77	n108	0	0	88.58	n186	3	0	85.39	n264	6	0	82
n28	-3	0	91.77	n110	0	0	88.58	n187	3	0	85.39	n265	6	0	82
n29	-3	0	91.77	n111	0	0	88.58	n188	3	0	85.39	n266	6	0	82
n30	-3	0	91.77	n112	0	0	88.58	n189	3	0	85.39	n267	6	0	82
n31	-3	0	91.77	n113	0	0	88.58	n190	3	0	85.39	n268	6	0	82.11
n32	-3	0	91.77	n114	0	0	88.58	n191	3	0	85.39	n269	6	0	82.11
n33	-3	0	91.77	n115	0	0	88.58	n193	3	0	85.39	n270	6	0	82.11
n34	-3	0	91.77	n116	0	0	88.58	n194	3	0	85.39	n272	3	0	85.39
n36	-3	0	91.77	n117	0	0	88.58	n195	3	0	85.39	n273	3	0	85.39
n37	-3	0	91.77	n118	0	0	88.58	n196	3	0	85.39	n274	0	0	88.58
n38	-3	0	91.77	n119	0	0	88.58	n197	3	0	85.39	n275	0	0	88.58
n39	-3	0	91.77	n120	0	0	88.58	n198	3	0	85.39	n276	0	0	88.58
n40	-3	0	91.77	n121	0	0	88.58	n199	3	0	85.39	n277	0	0	88.58
n41	-3	0	91.77	n122	0	0	88.58	n200	3	0	85.39	n278	0	0	88.58

RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n42	-3	0	91.77	n123	0	0	88.58	n201	3	0	85.39	n279	0	0	88.58
n43	-3	0	91.77	n125	0	0	88.58	n202	3	0	85.39	n281	0	0	88.58
n44	-3	0	91.77	n126	0	0	88.58	n204	6	0	81.75	n282	0	0	88.58
n45	-3	0	91.77	n127	0	0	88.58	n205	6	0	81.78	n283	0	0	88.58
n46	-3	0	91.77	n128	0	0	88.58	n206	6	0	81.86	n284	0	0	88.58
n47	-3	0	91.77	n129	0	0	88.58	n207	6	0	82	n285	0	0	88.58
n48	-3	0	91.77	n130	0	0	88.58	n208	6	0	82.16	n286	0	0	88.58
n49	-3	0	91.77	n131	0	0	88.58	n209	6	0	82.16	n287	0	0	88.58
n50	-3	0	91.77	n132	0	0	88.58	n210	6	0	82.15	n288	0	0	88.58
n51	-3	0	91.77	n133	0	0	88.58	n211	6	0	82.14	n289	6	0	82
n52	-3	0	91.77	n134	0	0	88.58	n212	6	0	82.14	n290	6	1.17	81.93
n53	-3	0	91.77	n135	0	0	88.58	n213	6	0	82.13	n291	6	1.17	81.91
n54	-3	0	91.77	n136	0	0	88.58	n214	6	0	82.12	n292	6	1.17	81.45
n55	-3	0	91.77	n137	0	0	88.58	n215	6	0	82.11	n293	6	1.17	81.25
n56	-3	0	91.77	n138	0	0	88.58	n216	6	0	82.11	n294	6	1.17	81.16
n57	-3	0	91.77	n139	0	0	88.58	n217	6	0	82.11	n295	6	1.17	81.14
n58	-3	0	91.77	n140	0	0	88.58	n218	6	0	82.1	n297	7	1.17	80.5
n59	-3	0	91.77	n141	0	0	88.58	n219	6	0	82.09	n298	7	1.17	80.31
n60	-3	0	91.77	n142	0	0	88.58	n220	6	0	82.08	n299	7	1.17	80.21
n61	-3	0	91.77	n143	0	0	88.58	n221	6	0	82.01	n300	7	1.17	80.19

RESULTADOS POR NODO ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión	ID Nodo	Elevación	Demanda Base	Presión
	m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m		m	l/s	m
n62	-3	0	91.77	n144	3	0	85.39	n222	3	0	85.39	n301	-3	0	91.77
n64	-3	0	91.77	n145	3	0	85.39	n223	3	0	85.39	n302	-3	0	91.77
n65	-3	0	91.77	n146	3	0	85.39	n224	3	0	85.39	n303	-3	0	91.92
n66	-3	0	91.77	n147	3	0	85.39	n225	3	0	85.39	n304	-3	0	91.96
n67	-3	0	91.77	n148	3	0	85.39	n226	3	0	85.39	n305	-3	0	91.77
n69	-3	0	91.77	n149	3	0	85.39	n227	3	0	85.39	n306	-3	0	91.77
n70	-3	0	91.77	n150	3	0	85.39	n228	3	0	85.39	n307	0	0	88.76
n71	-3	0	91.77	n151	3	0	85.39	n229	6	1.17	81.98	n308	3	0	85.74
n72	-3	0	91.77	n152	3	0	85.39	n230	6	1.17	82	n309	6	6.33	82.72
n73	-3	0	91.77	n153	3	0	85.39	n231	6	0	82.07	n310	0	0	88.58
n74	-3	0	91.77	n154	3	0	85.39	n232	6	1.17	81.33	n311	3	0	85.39
n75	-3	0	91.77	n155	3	0	85.39	n233	6	1.17	81.35	n312	6	0	82.2
n76	-3	0	91.77	n156	3	0	85.39	n234	6	1.17	81.4	N13	0	0	88.58
n77	0	0	88.58	n157	3	0	85.39	n235	6	1.17	81.53	N92	-3	0	91.77
n78	0	0	88.58	n158	3	0	85.39	n236	6	0	81.75	Resvr 1	-2.9	#N/A	0
n79	0	0	88.58	n159	3	0	85.39	n237	6	1.17	81.32				
n80	0	0	88.58	n160	3	0	85.39	n238	6	1.17	81.34				
n81	0	0	88.58	n161	3	0	85.39	n239	6	1.17	81.39				

Tabla 14. Resultados por nodo, escenario N°2 oficinas.
Fuente: Elaboración propia a partir de EPANET 2.2.

Se cumple que la presión para la red de rociadores en el escenario N°2 de la zona de oficinas, se encuentra dentro de los límites establecidos en la NFPA 13 (Ilustración 8), donde la presión mínima admisible es de 7 psi (4.92 mca) y la máxima 175 psi (123.04 mca)

Adicionalmente, se evalúan los tramos de tubería, donde el material de las mismas corresponde a acero SCH 40, con diámetros de 6, 4 y 2 pulgadas. En la siguiente tabla de resultados, se evidencia la identificación de la tubería (ID), el diámetro (ø), el caudal (Q), a velocidad (V), las pérdidas unitarias (h_f) y el factor de fricción (f).

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p1	102.3	0	0	0	0	p119	52.5	0	0	0	0	p233	52.5	0	0	0	0
p2	102.3	0	0	0	0	p120	52.5	0	0	0	0	p234	52.5	0	0	0	0
p3	102.3	0	0	0	0	p121	52.5	0	0	0	0	p235	52.5	0	0	0	0
p4	102.3	0	0	0	0	p122	52.5	0	0	0	0	p236	52.5	0	0	0	0
p5	102.3	0	0	0	0	p123	52.5	0	0	0	0	p237	52.5	0	0	0	0
p6	102.3	0	0	0	0	p124	52.5	0	0	0	0	p238	52.5	0	0	0	0
p9	102.3	0	0	0	0	p125	102.3	0	0	0	0	p239	52.5	0	0	0	0
p10	102.3	0	0	0	0	p126	102.3	0	0	0	0	p240	52.5	0	0	0	0
p13	102.3	0	0	0	0	p127	102.3	0	0	0	0	p241	52.5	0	0	0	0
p14	52.5	0	0	0	0	p128	52.5	0	0	0	0	p242	52.5	0	0	0	0
p15	52.5	0	0	0	0	p130	52.5	0	0	0	0	p243	52.5	0	0	0	0
p16	52.5	0	0	0	0	p131	52.5	0	0	0	0	p244	52.5	0	0	0	0
p17	52.5	0	0	0	0	p132	52.5	0	0	0	0	p245	52.5	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p18	52.5	0	0	0	0	p136	52.5	0	0	0	0	p246	52.5	0	0	0	0
p19	52.5	0	0	0	0	p137	52.5	0	0	0	0	p247	52.5	0	0	0	0
p20	52.5	0	0	0	0	p138	52.5	0	0	0	0	p248	52.5	0	0	0	0
p21	52.5	0	0	0	0	p139	102.3	0	0	0	0	p249	52.5	0	0	0	0
p22	52.5	0	0	0	0	p140	102.3	0	0	0	0	p250	52.5	0	0	0	0
p23	52.5	0	0	0	0	p141	102.3	0	0	0	0	p251	52.5	0	0	0	0
p24	52.5	0	0	0	0	p142	102.3	0	0	0	0	p252	52.5	0	0	0	0
p25	52.5	0	0	0	0	p144	102.3	0	0	0	0	p253	52.5	0	0	0	0
p26	52.5	0	0	0	0	p145	102.3	0	0	0	0	p254	52.5	0	0	0	0
p27	52.5	0	0	0	0	p146	102.3	0	0	0	0	p255	52.5	0	0	0	0
p28	52.5	0	0	0	0	p148	102.3	0	0	0	0	p256	52.5	0	0	0	0
p29	52.5	0	0	0	0	p149	102.3	0	0	0	0	p257	52.5	0	0	0	0
p30	52.5	0	0	0	0	p154	52.5	0	0	0	0	p259	52.5	0	0	0	0
p31	52.5	0	0	0	0	p155	52.5	0	0	0	0	p260	52.5	0	0	0	0
p32	52.5	0	0	0	0	p156	52.5	0	0	0	0	p261	52.5	0	0	0	0
p34	52.5	0	0	0	0	p157	52.5	0	0	0	0	p262	52.5	0	0	0	0
p35	52.5	0	0	0	0	p158	52.5	0	0	0	0	p263	52.5	0	0	0	0
p36	52.5	0	0	0	0	p159	52.5	0	0	0	0	p264	52.5	0	0	0	0
p37	52.5	0	0	0	0	p160	52.5	0	0	0	0	p266	52.5	0	0	0	0
p38	52.5	0	0	0	0	p161	52.5	0	0	0	0	p267	52.5	0	0	0	0
p39	52.5	0	0	0	0	p162	52.5	0	0	0	0	p268	52.5	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p40	52.5	0	0	0	0	p163	52.5	0	0	0	0	p269	52.5	0	0	0	0
p41	52.5	0	0	0	0	p164	52.5	0	0	0	0	p270	52.5	0	0	0	0
p42	52.5	0	0	0	0	p165	52.5	0	0	0	0	p271	52.5	0	0	0	0
p43	52.5	0	0	0	0	p166	52.5	0	0	0	0	p272	52.5	0	0	0	0
p44	52.5	0	0	0	0	p167	52.5	0	0	0	0	p273	52.5	2.34	1.08	22.87	0.02
p45	52.5	0	0	0	0	p168	52.5	0	0	0	0	p274	52.5	2.34	1.08	22.88	0.02
p46	52.5	0	0	0	0	p169	52.5	0	0	0	0	p275	52.5	1.17	0.54	6.34	0.022
p47	52.5	0	0	0	0	p170	52.5	0	0	0	0	p276	52.5	4.68	2.16	82.59	0.018
p48	52.5	0	0	0	0	p171	52.5	0	0	0	0	p277	52.5	3.51	1.62	48.47	0.019
p49	52.5	0	0	0	0	p172	52.5	0	0	0	0	p278	52.5	2.34	1.08	22.88	0.02
p50	52.5	0	0	0	0	p173	52.5	0	0	0	0	p279	52.5	1.17	0.54	6.34	0.022
p51	52.5	0	0	0	0	p174	52.5	0	0	0	0	p281	52.5	4.68	2.16	82.59	0.018
p52	52.5	0	0	0	0	p175	52.5	0	0	0	0	p282	52.5	3.51	1.62	48.47	0.019
p53	52.5	0	0	0	0	p176	52.5	0	0	0	0	p283	52.5	2.34	1.08	22.88	0.02
p54	52.5	0	0	0	0	p177	52.5	0	0	0	0	p284	52.5	1.17	0.54	6.34	0.022
p55	52.5	0	0	0	0	p178	52.5	0	0	0	0	p285	154.1	-6.33	0.34	0.74	0.02
p56	52.5	0	0	0	0	p180	52.5	0	0	0	0	p286	154.1	-29.73	1.59	13.4	0.016
p57	52.5	0	0	0	0	p181	52.5	0	0	0	0	p287	154.1	-29.73	1.59	13.4	0.016
p59	52.5	0	0	0	0	p182	52.5	0	0	0	0	p288	154.1	-6.33	0.34	0.75	0.02
p60	52.5	0	0	0	0	p183	52.5	0	0	0	0	p289	154.1	-23.4	1.26	8.58	0.016
p61	52.5	0	0	0	0	p184	52.5	0	0	0	0	p291	102.3	6.33	0.77	5.62	0.019

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p64	52.5	0	0	0	0	p185	52.5	0	0	0	0	p292	102.3	6.33	0.77	5.62	0.019
p65	52.5	0	0	0	0	p186	52.5	0	0	0	0	p293	102.3	23.4	2.85	63.31	0.016
p66	52.5	0	0	0	0	p187	52.5	0	0	0	0	p295	102.3	23.4	2.85	63.3	0.016
p67	52.5	0	0	0	0	p188	52.5	0	0	0	0	T1	102.3	0	0	0	0
p69	52.5	0	0	0	0	p189	52.5	0	0	0	0	T3	52.5	0	0	0	0
p70	52.5	0	0	0	0	p191	102.3	-9.36	1.14	11.6	0.018	T4	102.3	0	0	0	0
p71	52.5	0	0	0	0	p192	102.3	-14.04	1.71	24.58	0.017	T5	102.3	0	0	0	0
p72	52.5	0	0	0	0	p193	102.3	-18.72	2.28	41.88	0.016	T6	52.5	0	0	0	0
p73	102.3	0	0	0	0	p194	102.3	-18.72	2.28	41.87	0.016	T7	52.5	0	0	0	0
p74	102.3	0	0	0	0	p195	102.3	4.68	0.57	3.18	0.02	T8	102.3	0	0	0	0
p75	102.3	0	0	0	0	p196	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T9	102.3	23.4	2.85	63.31	0.016
p76	102.3	0	0	0	0	p197	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T10	102.3	0	0	0	0
p77	102.3	0	0	0	0	p198	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T11	102.3	0	0	0	0
p78	102.3	0	0	0	0	p199	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T12	52.5	0	0	0	0
p79	102.3	0	0	0	0	p200	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T13	102.3	0	0	0	0
p80	102.3	0	0	0	0	p201	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T14	102.3	6.33	0.77	5.62	0.019
p81	102.3	0	0	0	0	p202	52.5	0	0	0	0	T15	102.3	23.4	2.85	63.31	0.016
p82	52.5	0	0	0	0	p203	52.5	0	0	0	0	T39	52.5	0	0	0	0
p83	52.5	0	0	0	0	p204	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T40	52.5	0	0	0	0
p86	52.5	0	0	0	0	p205	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T41	102.3	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p87	52.5	0	0	0	0	p208	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02	T42	102.3	0	0	0	0
p88	52.5	0	0	0	0	p209	52.5	2.34	1.08	22.88	0.02	T43	102.3	0	0	0	0
p89	52.5	0	0	0	0	p210	52.5	0	0	0	0	T44	102.3	0	0	0	0
p90	52.5	0	0	0	0	p211	52.5	0	0	0	0	T45	52.5	0	0	0	0
p91	52.5	0	0	0	0	p212	52.5	0	0	0	0	T46	102.3	0	0	0	0
p92	52.5	0	0	0	0	p213	52.5	0	0	0	0	T47	52.5	0	0	0	0
p93	52.5	0	0	0	0	p214	52.5	0	0	0	0	T48	52.5	0	0	0	0
p94	52.5	0	0	0	0	p215	52.5	0	0	0	0	T49	52.5	0	0	0	0
p95	52.5	0	0	0	0	p216	52.5	0	0	0	0	T50	52.5	0	0	0	0
p96	52.5	0	0	0	0	p217	52.5	-1.17	0.54	6.34	0.022	T51	52.5	0	0	0	0
p97	52.5	0	0	0	0	p218	52.5	-2.34	1.08	22.88	0.02	T52	52.5	0	0	0	0
p98	52.5	0	0	0	0	p219	52.5	-2.34	1.08	22.88	0.02	T53	52.5	0	0	0	0
p99	52.5	0	0	0	0	p220	52.5	-1.17	0.54	6.34	0.022	T54	52.5	0	0	0	0
p102	52.5	0	0	0	0	p221	52.5	-2.34	1.08	22.88	0.02	T55	52.5	0	0	0	0
p103	52.5	0	0	0	0	p222	52.5	-3.51	1.62	48.48	0.019	T56	52.5	0	0	0	0
p104	52.5	0	0	0	0	p223	52.5	-4.68	2.16	82.58	0.018	T57	52.5	0	0	0	0
p105	52.5	0	0	0	0	p224	52.5	0	0	0	0	T58	102.3	0	0	0	0
p106	52.5	0	0	0	0	p225	52.5	-1.17	0.54	6.34	0.022	T59	102.3	0	0	0	0
p107	52.5	0	0	0	0	p226	52.5	-2.34	1.08	22.88	0.02	T60	102.3	0	0	0	0
p108	52.5	0	0	0	0	p227	52.5	-3.51	1.62	48.47	0.019	T61	52.5	0	0	0	0
p110	52.5	0	0	0	0	p228	52.5	-4.68	2.16	82.59	0.018	T62	52.5	0	0	0	0

RESULTADOS POR TUBERIA ESCENARIO N°2 ZONA DE OFICINAS

ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f	ID	Ø	Q	V	h_f	f
	mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km			mm	l/s	m/s	m/km	
p111	52.5	0	0	0	0	p229	52.5	0	0	0	0	T63	102.3	0	0	0	0
p114	102.3	0	0	0	0	p230	52.5	0	0	0	0	T64	102.3	0	0	0	0
p117	52.5	0	0	0	0	p231	52.5	0	0	0	0	T65	102.3	4.68	0.57	3.21	0.02
p118	52.5	0	0	0	0	p232	52.5	0	0	0	0	Pump BOMBA	#N/A	29.73	0	-91.86	0

Tabla 15. Resultados de modelación por tramos de tubería, escenario N°2 oficinas.
Fuente: Elaboración propia a partir de EPANET.

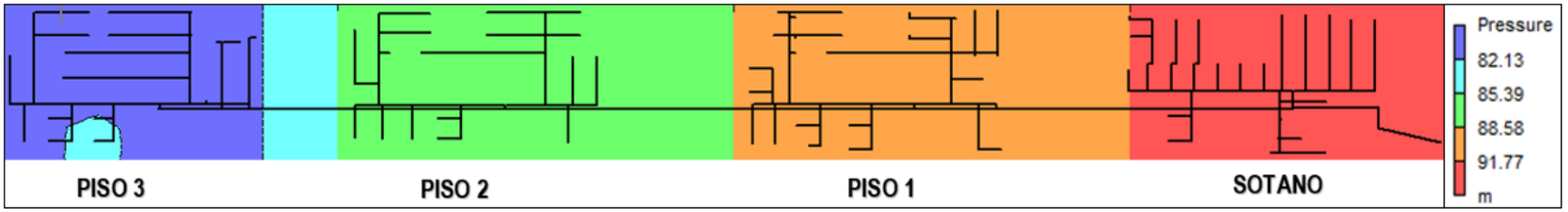


Ilustración 11. Mapa de contorno de presiones, escenario N°2 oficinas.
Fuente: Elaboración propia a partir de EPANET.

Tras analizar las presiones en el sistema, se concluye que la zona de menor presión se encuentra en tercer piso, abarcando el área de diseño del escenario N°2, donde están instalados los rociadores destinados a oficinas. Aquí, las presiones en los nodos promedian los 81 mca, cumpliendo con los límites normativos requeridos (entre 4.92 mca y 123 mca).

El mapa ilustra cómo la presión decrece conforme aumenta la altura del piso debido a las pérdidas, siendo más altas en el sótano. Se observa que la presión disponible para la conexión de manguera más distante hidráulicamente, ubicada en el tercer piso, excede el mínimo normativo de 46 mca.

6.1 CÁLCULOS PARA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Para conocer el volumen de almacenamiento que se requiere para el correcto funcionamiento del sistema, es necesario determinar las demandas tanto de la red de rociadores como de los gabinetes.

CALCULO DE DEMADAS					
CAUDAL DEL SISTEMA DE ROCIADORES				**CAUDAL DEL SISTEMA DE GABINETES**	**DEMANDA TOTAL (Caudal Requerido por la bomba)**
INICIAL		**CORREGIDO**		**Concesión por mangueras internas**	
gpm	**l/s**	**Factor de corrección**	**gpm**	**gpm**	**gpm**
225.0	13.50	30%	292.5	100	**392.5**

Tabla 16. Cálculo de demandas del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 11, se tiene que la asignación de la demanda para riesgo ordinario en sistemas de manguera interior tiene una duración de suministro de agua de 60 minutos, por lo que el volumen a almacenar para una demanda de 392.5 gpm, es de 23550 galones o 89 m^3.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO REQUERIDO EN EL SISTEMA DE RCI		
Caudal Requerido	392.5	GPM
Tiempo de aplicación	60	minutos
Volumen a almacenar	23550	galones
	89254.5	litros
	89	m3

Tabla 17. Volumen de almacenamiento requerido en el sistema de RCI.
Fuente: Elaboración propia.

El edificio requiere un tanque de almacenamiento con una capacidad de 89 m^3, motivos por los que se propone un tanque con las siguientes dimensiones: 4.7m de ancho, 9.55m de largo y una profundidad total de 2.55 m, que contempla la profundidad útil, el borde libre, la altura de la cimentación a partir de la cimentación del sótano 1 y la altura de tapa que permitirá el acceso al tanque en la plazoleta de la entrada principal en la carrera 2 de la Dorada Caldas.

DIMESIONES TANQUE DE ALMACENAMIENTO RCI			
Ancho	4.70	m	
Largo	9.55	m	
Profundidad Util	2.00	m	
Borde Libre	0.20	m	NTC 1500
Altura cimentación	0.20	m	
Altura Tapa	0.15	m	
Altura Total del Tanque	2.55	m	
Volumen a almacenar	89.8	m3	**Cumple**

Tabla 18. Dimensiones tanque de almacenamiento.
Fuente: elaboración propia.

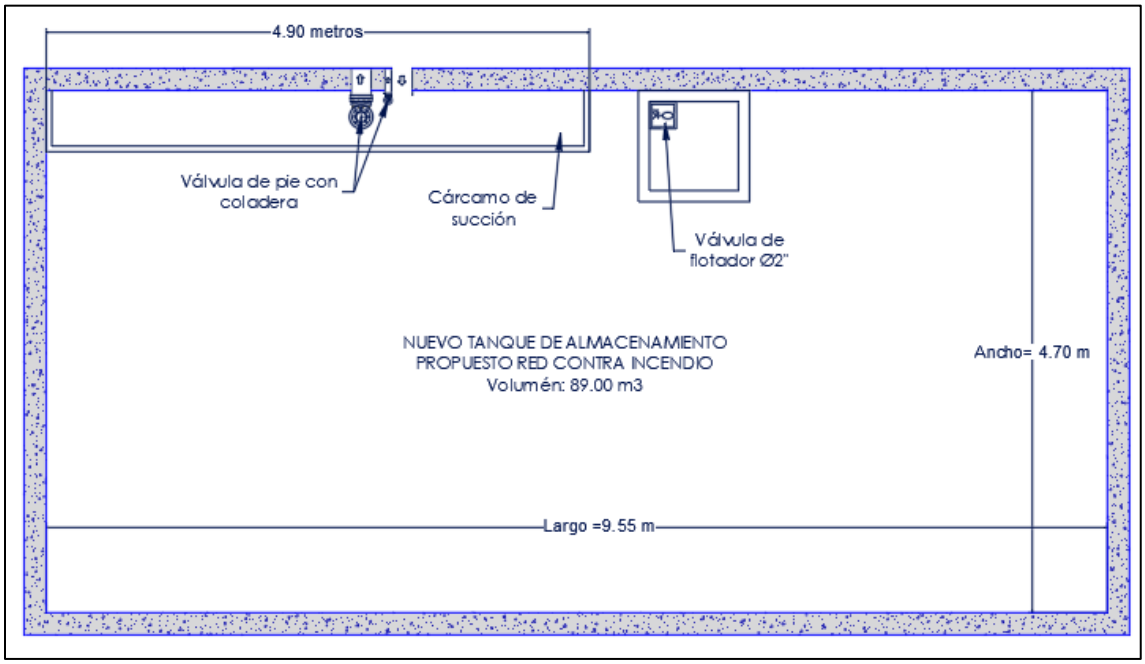


Ilustración 12. Tanque de almacenamiento.
Fuente: Elaboración propia.

Según las recomendaciones de la NTC 1500, el tanque debe estar cubierto completamente y debidamente protegido, ser hermético e impermeable y estar provisto de ventilación.

Todos los tanques de almacenamiento deben tener un borde libre mínimo de 0,20 m y deben estar provistos de tubos de rebose debidamente protegidos y colocados a una distancia no menor de 150 mm sobre el nivel máximo de la lámina de agua.

Los tanques fabricados in situ deben construirse con una ventana para su fácil inspección, que permita el acceso del personal de mantenimiento. Si está dotado de un equipo de bomba debe construirse un cárcamo que permita la instalación adecuada de las conexiones de succión del equipo.

Adicionalmente, los tanques deben estar provistos de superficies esmaltadas y sus aristas deben ser remachadas en chaflán o media caña, no se deben utilizar los revestimientos enchapados en baldosín cerámico.

6.2 VÁLVULAS DE CONTROL

Las válvulas típicas de sectorización son:

- Una válvula de corte con vástago ascendente o mariposa.
- Una válvula cheque.
- Un sensor de flujo.
- Una válvula de prueba y drenaje.

Se deben instalar manómetros debidamente calibrados con un rango de presión mínimo 10 PSI por encima de la presión máxima de trabajo del sistema instalado antes y después de la válvula de alarma.

Adicionalmente se recomienda que cada zona cuente con una válvula desaireadora para facilitar el llenado de la tubería.

Las válvulas mencionadas anteriormente deben contar con un supervisor de posición y la conexión de estos y de los sensores de flujo deben contemplarse en el sistema de seguridad para ser debidamente conectados hasta el tablero de control de la edificación.

6.3 EQUIPO DE PRESIÓN

La demanda del sistema requiere un flujo de 392.5 gpm. La presión del sistema, velocidades y pérdidas por fricción fueron calculadas mediante el software *Epanet 2.2* el cual trabaja con la fórmula de Hazen- Williams según lo estipulado en la normativa (NFPA 13, 2019).

El proyecto contará con un equipo de Presión que cumpla con las recomendaciones de las Normas N.F.P.A., Listado y Aprobado para su uso en sistemas de extinción de incendios. De acuerdo con las recomendaciones de las normas N.F.P.A. 20 y las demás que apliquen, de ser posible, el equipo debe tener suplencia total de esta manera la edificación debe contar con un equipo principal y un equipo de suplencia, cada uno para el 100% de las condiciones necesarias.

Aparte de las normas de fabricación mencionadas anteriormente los equipos deben instalarse de acuerdo con las recomendaciones de la Norma N.F.P.A. 20 con las válvulas, accesorios y conexiones que se muestran en los planos.

El equipo de bombeo propuesto y chequeado en el modelo hidráulico debe contar con una bomba principal con un punto Nominal de 400 gpm a 136 psi. El punto de operación calculado es de 392.5 gpm a 130.6 psi (91.96 mca).

BOMBA SELECCIONADA		
POTENCIA	60	HP
CAUDAL NOMINAL	400	GPM
CABEZA	102.9	m
	147	psi

CURVA BOMBA 400 GPM			
Caudal (gpm)	**Presión (psi)**	**Caudal (l/s)**	**Presión (mca)**
0	146	0.0	102.20
250	140	15.0	98.00
400	136	24.0	95.20
500	130	30.0	91.00
600	125	36.0	87.50
750	110	45.0	77.00

Tabla 19. Características de la bomba seleccionada.
Fuente: Elaboración propia según curvas de Bombas Aurora.

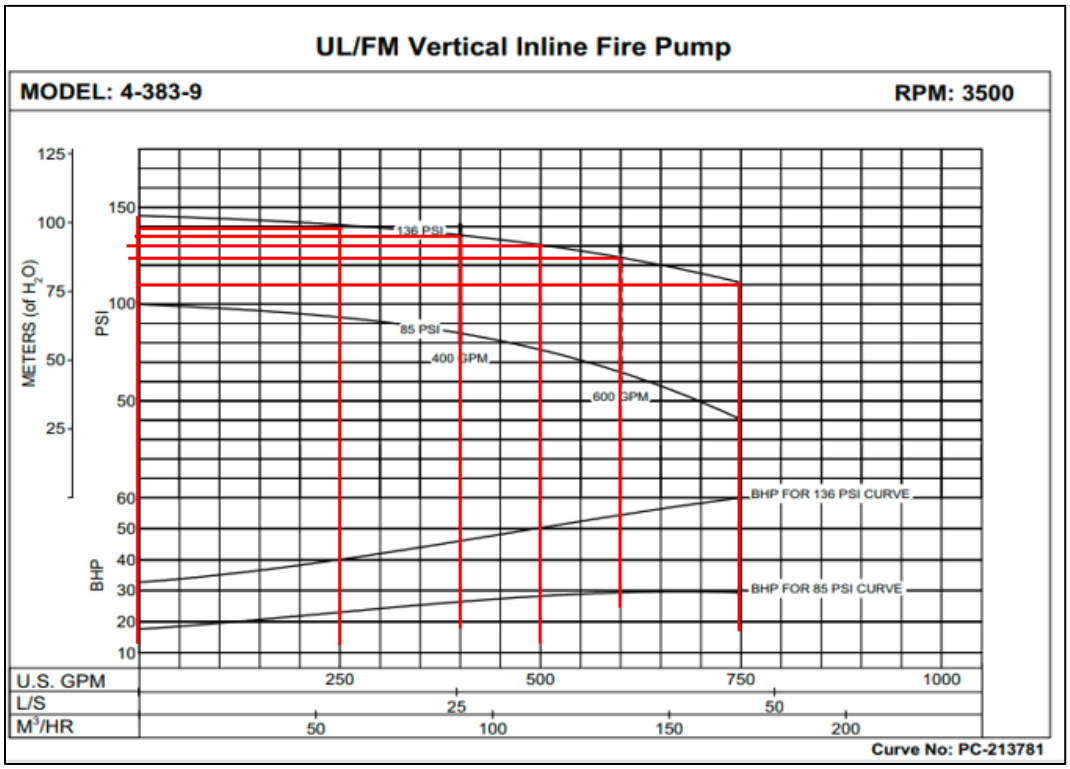


Ilustración 13. Curva de la bomba seleccionada y comprobada.
Fuente: Curvas de Bombas Aurora.

Adicionalmente, con la finalidad de mantener una presión constante en el sistema de tuberías, evitar que la bomba principal trabaje de manera innecesaria y garantizar una respuesta rápida y eficiente en caso de un incendio, el equipo de bombeo debe contar con una bomba secundaria (bomba Jockey) de 6.5 GPM y 150 PSI.

BOMBA JOCKEY SELECCIONADA		
Cabeza	105.6	m.c.a.
	150	psi
Caudal	1.7	m3/h
	0.472	l/s
	7.5	gpm

Tabla 20. Características de la bomba Jockey.
Fuente: Elaboración propia según catálogo de Pearl.

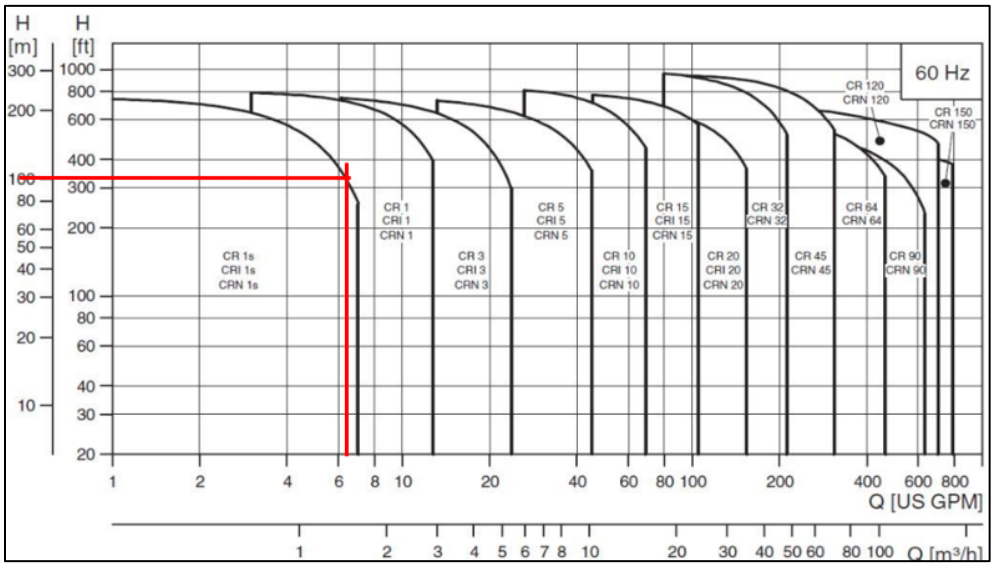


Ilustración 14. Curvas características Bomba Jockey.
Fuente: Catálogo de Pearl.

La bomba jockey encontrada en el mercado que presenta características similares a la propuesta en el diseño es la siguiente:

BOMBA JOCKEY COMERCIAL		
Cabeza	102.784	m.c.a.
	146	psi
Caudal	13.5	gpm

Tabla 21. Bomba Jockey comercial.
Fuente: Elaboración propia según cotización de IACOL INSEGNIEROS S.A.S.

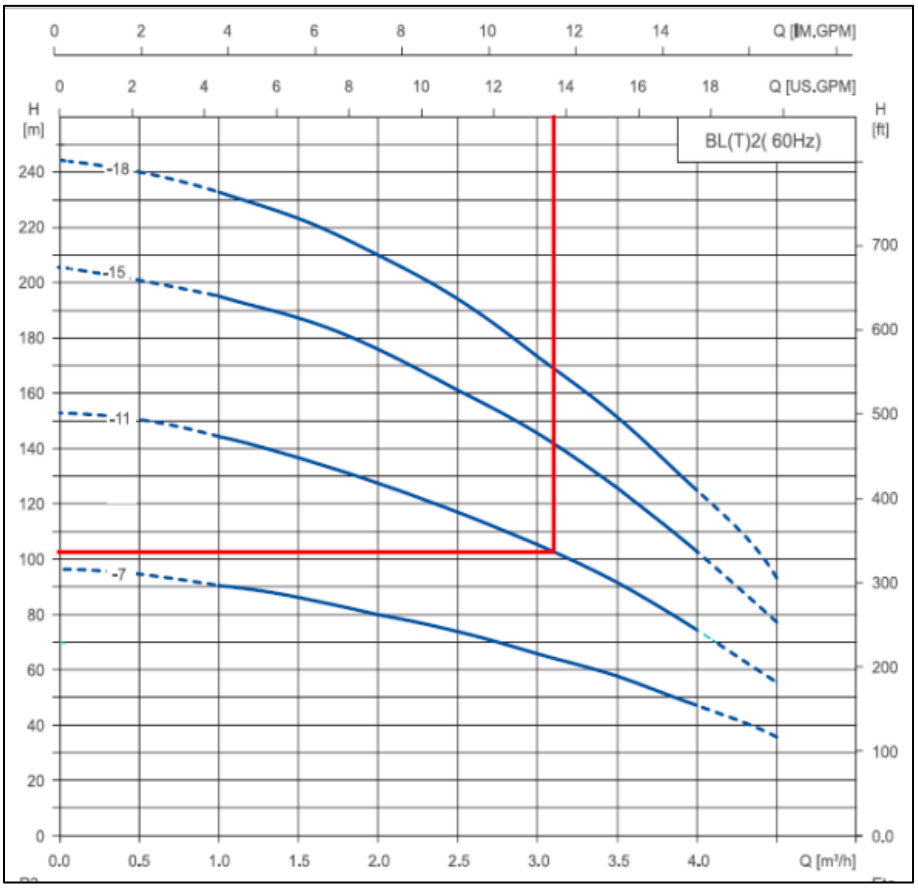


Ilustración 15. Curva característica Bomba Jockey comercial.
Fuente: Elaboración propia según cotización de IACOL INSEGNIEROS S.A.S.

Notas:

- Estos datos deberán ser verificados con el proveedor del equipo de bombeo contra incendios, previo a la compra del mismo.
- Se requieren pruebas de aceptación certificadas por el proveedor del equipo, de acuerdo a los parámetros de (NFPA 20, 2019) y (NFPA 25, 2020).
- Se debe tener en cuenta que la adquisición del equipo de bombeo debe realizarse por lo menos seis meses antes del inicio de la obra, disponiendo del valor total de este ítem, ya que este equipo debe ser importado y tiene un tiempo estimado de entrega de 6 meses con pago anticipado.

CRONOGRAMA DE INVERSIÓN Y COSTOS

	M3				M4				M5		
Redes Contra Incendio Palacio de Justicia de La Dorada - Caldas	**S9**	**S10**	**S11**	**S12**	**S13**	**S14**	**S15**	**S16**	**S17**	**S18**	**S19**
OBRAS PRELIMINARES	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 510,821
EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES											
ESTRUCTURAS	$ 19,067,000	$ 32,891,588	$ 14,770,283	$ 3,810,805	$ 188,791			$ 10,240,538			
CUARTO DE BOMBAS INCENDIO						$ 356,601	$ 7,639,053	$ 13,949,225	$ 9,753,274	$ 2,097,905	
RED DE ROCIADORES	$ 3,145,516	$ 861,200									
RED DE GABINETES											
SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO	$ 18,129,553	$ 13,955,688	$ 9,752,027	$ 1,434,567							
SEGURIDAD HUMANA	$ 716,758										
INSTALACIONES ELÉCTRICAS							$ 38,100,841	$ 2,106,041	$ 25,593,892	$ 99,529	
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS				$ 265,000						$ 20,052,083	$ 7,447,917

CRONOGRAMA DE INVERSIÓN Y COSTOS											
	M3				M4				M5		
Redes Contra Incendio Palacio de Justicia de La Dorada - Caldas	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19
OBRAS PRELIMINARES	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 1,072,723	$ 510,821
EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES											
ESTRUCTURAS	$ 19,067,000	$ 32,891,588	$ 14,770,283	$ 3,810,805	$ 188,791			$ 10,240,538			
CUARTO DE BOMBAS INCENDIO						$ 356,601	$ 7,639,053	$ 13,949,225	$ 9,753,274	$ 2,097,905	
RED DE ROCIADORES	$ 3,145,516	$ 861,200									
RED DE GABINETES											
SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO	$ 18,129,553	$ 13,955,688	$ 9,752,027	$ 1,434,567							
SEGURIDAD HUMANA	$ 716,758										
INSTALACIONES ELÉCTRICAS							$ 38,100,841	$ 2,106,041	$ 25,593,892	$ 99,529	
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS				$ 265,000						$ 20,052,083	$ 7,447,917

Tabla 22. Programación de costos (etapa previa solicitud de la bomba)

6.4 HIDRANTE, SIAMESA, CABEZAL DE PRUEBAS Y EXTINTORES

6.4.1 Hidrantes

Para el diseño del hidrante se tiene en cuenta lo establecido en la normativa NSR10 Titulo J:

J.2.4.4 — HIDRANTES — Debe instalarse, por lo menos, un hidrante para cada cantidad de área especificada en la Tabla J.2.4-1. Cada hidrante debe tener suministro permanente de agua y debe tener, por lo menos, el caudal especificado en la Tabla J.2.4-1. Para edificaciones no listadas en la tabla, debe proveerse con por lo menos un hidrante por cada 5 000 m² de área construida.

J.2.4.4.1 — HIDRANTES - Color del Hidrante — La parte superior del hidrante debe pintarse de acuerdo con su caudal y siguiendo normas internacionales, tal como se establece a continuación:

- Rojo: Caudales hasta de 32 litros por cada segundo (L/s).
- Amarillo: Caudales entre 32 L/s y 63 L/s.
- Verde: Caudales superiores a 63 L/s.

Considerando la cantidad de área construida en el nivel de acceso, que en este caso es de 706 m^2, y el tipo de la edificación: Atención al público. Se procede a calcular el número de hidrantes y el caudal mínimo requerido por cada uno, que corresponden a tres hidrantes con una demanda de 32 L/s, o dos hidrantes donde uno tengan un caudal de 63 L/s.

Tabla J.2.4-1
Área construida del nivel de acceso y caudal mínimo requerido por cada hidrante que debe instalarse

Edificación	Área / hidrante, m²	Caudal / hidrante, L/s
Edificios cuya altura de evacuación descendente sea más de 28 metros o ascendente de más de 6 metros.	500	32
Cines, teatros, auditorios y discotecas.	500	63
Recintos deportivos.	500	63
Locales comerciales.	1 000	63
Estacionamientos.	1 000	63
Hospitales	500	63
Residencias	5 000	32
Atención al público	500	63
Educación	1 000	63
Almacenamiento	500	63

Tabla 23. N° hidrantes y caudal requerido
Fuente: Elaboración propia.

CALCULO HIDRANTES		
Uso de la edificación	Atención al público	Unidades
Área Construida en la edificación m^2	706.0	m^2
Área / hidrante m^2	500	m^2
COLOR DEL HIDRANTE	ROJO	Unidades
Caudal / hidrante L/s	32	L/s
N° Hidrantes necesarios	2.8	u
COLOR DEL HIDRANTE	VERDE	Unidades
Caudal / hidrante L/s	63	L/s
N° Hidrantes necesarios	1.4	u

Tabla 24. Cálculos hidrantes.
Fuente: Elaboración propia.

Durante el proceso constructivo, es responsabilidad del constructor gestionar la instalación de los hidrantes adicionales ante la entidad competente, en este caso, Empocaldas S.A. E.S.P.

6.4.2 Siamesa y cabezal de pruebas

En el acceso a la edificación la red general tendrá una conexión "Siamesa", ubicada en el mismo lugar donde se encuentra actualmente en la entrada principal sobre la carrera 2 del Palacio de Justicia La Dorada. Esta siamesa incluye una conexión para bomberos directamente a la red de alimentación principal del sistema contra incendio. La conexión tendrá un diámetro de 4" para la tubería principal y dos (2) conexiones en 2 ½".

El cabezal de pruebas propuesto para verificar el desempeño del caudal y/o la presión del sistema de bombeo, se proyecta ubicarlo en la entrada principal sobre la carrera 2 del Palacio de Justicia La Dorada, al lado de la conexión Siamesa. El cabezal será de 4" en la tubería principal con dos (2) salidas de manguera de 2 ½" debido al caudal de operación de la bomba.

6.4.3 Extintores.

Los extintores portátiles de incendio deben mantenerse totalmente cargados y en condición operable, en sus lugares asignados en todo momento cuando no se están usando y que cumplan con los rangos de temperatura que aparece en la etiqueta.

Los extintores de incendios deben estar colocados visiblemente donde estén fácilmente accesibles y a disposición inmediata en caso de incendio, a lo largo de las vías normales de desplazamiento, incluyendo las salidas de las áreas.

Los extintores no deben estar obstruidos, de lo contrario se deben proveer medios para indicar la localización de los extintores.

6.4.3.1 Instalación:

Se deben instalar usando cualquiera de las siguientes opciones:

- Asegurados sobre un soporte apropiado para el extintor
- En el soporte provisto por el fabricante del extintor
- En soportes listados y aprobados para este uso
- En gabinetes o huecos de pared

Los extintores de incendio con un peso bruto no mayor de 40 lb (18,14 kg) deben instalarse de manera que la parte superior del extintor no está a más de 1,53 m sobre el suelo, con un peso bruto mayor se deben instalar de manera que la parte superior del extintor no esté a más de 1,07 m sobre el suelo.

En ningún caso el espacio libre entre el fondo del extintor y el peso debe ser menor de 4 pulgadas (102 mm).

6.4.3.2 Etiqueta:

Las instrucciones de operación deben estar sobre el frente del extintor y ser claramente visibles. En el frente no deben ir etiquetas de identificación de materiales, mantenimientos pruebas hidrostáticas u otras.

6.4.3.3 Clasificación de incendios

En el Palacio de Justicia, se encuentran áreas designadas para oficinas, archivos y estacionamiento. Los incendios en los archivos se clasifican como clase A, que incluyen materiales combustibles como madera, papel y plástico. Para el resto del edificio, los incendios se clasifican como clase A-B-C: clase B abarca líquidos inflamables y combustibles como los presentes en parqueaderos, cuartos de máquinas y cuartos eléctricos, mientras que la clase C se refiere a equipos eléctricos energizados, como espacios con computadoras, cuartos técnicos o de control.

6.4.3.4 Clasificación de riesgos

Los cuartos o áreas dispuestas en la edificación, se clasifican como riesgo leve (bajo) para los pasillos, Riesgo ordinarios (moderado) para las oficinas y bodegas, y riesgo extra (alto) para cuartos de máquinas, cuartos eléctricos, cuartos técnicos y parqueaderos.

6.4.3.5 Extintores propuestos:

Teniendo en cuenta la clasificación de incendios y el tipo de riesgo, se evalúan las siguientes tablas establecidas en la normativa NTC 2885:

Tabla 6.2.1.1. Tamaño y localización de extintores de incendio para Riesgos de Clase A

Criterio	Ocupación de riesgo leve (Bajo)	Ocupación de riesgo ordinario (Moderado)	Ocupación de riesgo extraordinario (Alto)
Extintor individual, clasificación mínima	2-A	2-A	4-A
Área máxima de piso por unidad de A	3 000 pies^2	1 500 pies^2	1 000 pies^2
Área máxima de piso por extintor	11,250 pies^2	11,250 pies^2	11.250 pies^2
Distancia máxima de recorrido hasta el extintor	75 pies	75 pies	75 pies
Para unidades SI, 1 pie = 0,305 m; 1 pie^2 =0,092 9 m^2.			

Tabla 25. Especificaciones para tamaño y localización de extintores de incendios Clase A.
Fuente: NTC 2885.

Tabla 6.3.1.1. Tamaño del extintor de incendios y localización para riesgos Clase B

Tipo de riesgo	Clasificación básica mínima del extintor	Distancia máxima de recorrido hasta los Extintores	
		(pies)	(m)
Leve (bajo)	5B	30	9,15
	10B	50	15,25
Ordinario (moderado)	10B	30	9,15
	20B	50	15,25
Extraordinario (alto)	40B	30	9,15
	80B	50	15,25

NOTA 1 Las clasificaciones especificadas no implican que ocurrirán incendios de las magnitudes indicadas por estas clasificaciones, sino que se dan para dar a los operadores más tiempo y agente para manejar derrames difíciles que pudiesen ocurrir.

NOTA 2 Para incendios que involucran líquidos inflamables solubles en agua, Véase el numeral 5.5.4.

NOTA 3 Para aplicaciones a riesgos específicos, Véase el numeral 5.5.

Tabla 26. Especificaciones para tamaño y localización de extintores de incendios Clase B.
Fuente: NTC 2885.

Considerando el área de cada uno de los pisos del edificio del Palacio de Justicia La Dorada, a continuación, se especifica el número mínimo de extintores requeridos:

NUMERO DE EXTINTORES MINIMOS POR PISO Y DISTANCIA MAX DE RECORRIDO									
PISO	**CLASE DE EXTINTOR**	**AREA PISO**	**ÁREA MÁX DE PISO POR EXTINTOR**		**N° EXTINTORES**	**DISTANCIA MÁX. DE RECORRIDO HASTA EL EXTINTOR**			
						CLASE A		**CLASE B**	
		m^2	**ft^2**	**m^2**		**ft**	**m**	**ft**	**m**
SOTANO	EXTINTOR ABC	708	11250	1045.13	1.0	75	22.9	50	15.3
PISO 1	EXTINTOR AC	706	11250	1045.13	1.0	75	22.9	-	-
PISO 2	EXTINTOR AC	608	11250	1045.13	1.0	75	22.9	-	-
PISO 3	EXTINTOR AC	528	11250	1045.13	1.0	75	22.9	-	-

Tabla 27. Número de extintores mínimos por piso y distancia máxima de recorrido.
Fuente: Elaboración propia.

Después de tener en cuenta el número mínimo de extintores recomendados por la normativa y la distancia máxima de recorrido hasta el extintor, se procede a la ubicación de los mismos según los planos, con los siguientes resultados:

N° EXTINTORES TOTALES			
PISO	**N° EXTINTORES EXISTENTES**	**N° EXTINTORES ADICIONALES PROPUESTOS**	**TOTAL POR PISO**
SOTANO	2	0	2
PISO 1	2	0	2
PISO 2	0	1	1
PISO 3	1	0	1

Tabla 28. Número de extintores totales.
Fuente: Elaboración propia

Se verifica que el número total de extintores en cada piso cumple con los requisitos mínimos establecidos por la normativa.

Es importante mencionar que los extintores ubicados en los gabinetes tipo III, contemplados en el diseño, se considera apropiado que sean ABC.

7. CONCLUSIONES

- El diseño hidráulico de la red contra incendios del Palacio de Justicia La Dorada, cumple con los requisitos establecidos en las normativas NTC 1669, NTC 2301, NSR-10 Título K y las normas correspondientes de la NFPA.

- El edificio del Palacio de Justicia La Dorada en general, pertenece al grupo de ocupación Institucional de servicio público I-5. El riesgo de ocupación más representativo es ordinario grupo 2 para el sótano, y ordinario grupo 1 para el resto de la edificación.

- La red contra incendios de rociadores, estará compuesta con una columna vertical que alimentará cada uno de los sistemas principales tipo árbol por piso. Esta columna se ubicará cerca del ascensor, al lado de la columna de gabinetes existente, y proveerá agua a la red desde el sótano hasta el tercer piso. Cada nivel contará con su respectivo sistema equipado con válvulas de control y ramales secundarios, a los cuales se conectarán los rociadores automáticos.

- La distribución del sistema de gabinetes se conservará como la existente, que consta de una columna de suministro que proporciona alimentación a los gabinetes en cada nivel.

- Para la modelación hidráulica, se utilizó el software especializado en redes de presión EPANET V2.2, considerando dos escenarios críticos. El primero aborda el diseño y la demanda de los rociadores en el área de diseño correspondiente al sótano, dada su clasificación de riesgo ordinario grupo 2. El segundo escenario se enfoca en el área de diseño de las oficinas del último piso (tercer piso), donde el riesgo ordinario es del grupo 1, siendo este el más representativo en la edificación. En ambos casos, se logró mantener las presiones en los nodos entre 4.92 mca y 123 mca, y los gabinetes cumplieron con la presión mínima requerida de 46 mca según normativa.

- Para la modelación, se utilizaron tuberías de acero SCH 40 con diámetros de 1" a 6", y un coeficiente de rugosidad de c=150.

- El tipo de rociador a utilizar será pulverizador de cobertura extendida, tendrá un coeficiente de descarga de K=5.6 en toda la edificación, con una

orientación del deflector colgante (pendent), una temperatura de activación de 68°C (sótano, oficinas, pasillos y bodegas) o 79°C (rociadores bajo marquesinas) y un área de cobertura de 20.9m^2 para riesgo ordinario.

- Se deben dejar 6 rociadores en reserva, en los que 5 pertenezcan a los de 68°C y 1 (menos del 10% de los rociadores totales), pertenezca a los de temperatura de activación de 79°C. Estos deben estar ubicados en un lugar en el que la temperatura ambiente no supere nunca los 38°C.

- El cálculo de las necesidades de caudal y presión se realizó sobre la base de la activación de doce (12) rociadores ubicados dentro del área de diseño obtenida para riesgo ordinario, donde cada uno debe cumplir con una presión mínima de operación de 7 psi según lo establecido en la NFPA 13. Y un caudal teórico mínimo de 26 gpm (1.56 L/s) para el sótano y 19.5 gpm (1.17 L/s) para el resto del edificio.

- La demanda adicional para las mangueras, se consideró de 100 gpm para la columna de agua N°1 en el tercer piso, siendo esta la primera conexión de manguera más alejada de la edificación.

- El sistema de gabinetes a emplear corresponde al Tipo III con tomas fijas para mangueras de 1.1/2" para el uso de los ocupantes del edificio y tomas fijas para mangueras de 2.1/2" para el uso de los Bomberos. Con un radio de cobertura de 30 metros.

- Según (NFPA 13, 2019) Numeral 19.3.3.1.2 se requieren mínimo 60 minutos de suministro de agua, por tratarse de una ocupación de Riesgo Ordinario. Bajo este numeral de la norma se realizó en cálculo del almacenamiento de agua requerido en el sistema.

- El edificio requiere un tanque de almacenamiento con una capacidad de 89 m^3, motivos por los que se propone un tanque con las siguientes dimensiones: 4.7m de ancho, 9.55m de largo y una profundidad total de 2.55 m, que contempla la profundidad útil, el borde libre, la altura de la cimentación a partir de la cimentación del sótano y la altura de la tapa que permitirá el acceso al tanque en la plazoleta de la entrada principal en la carrera 2 de la Dorada Caldas.

- Según la NTC 1500, los tanques deben estar completamente cubiertos, protegidos, ser herméticos, impermeables y contar con ventilación adecuada. Deben tener un borde libre mínimo de 0,20 m y tubos de rebose protegidos colocados a una distancia no menor de 150 mm sobre el nivel máximo del agua. Requieren una ventana para inspección por el personal de mantenimiento, y un cárcamo para las conexiones de succión. Adicionalmente deben estar provistos de superficies esmaltadas y que sus aristas estén remachadas en chaflán o media caña, evitando el uso de revestimientos de baldosín cerámico.

- Para garantizar una respuesta rápida y eficiente en caso de un incendio, el equipo de bombeo debe contar con una bomba principal con un punto Nominal de 400 gpm a 136 psi. Y para mantener una presión constante en el sistema de tuberías y evitar que la bomba principal trabaje de manera innecesaria, se requiere una bomba secundaria (bomba Jockey) de 13.5 gpm y 146 psi.

- No se instalará tanque diésel en el sistema de bombeo, dado que la edificación cuenta con subestación eléctrica y un sistema de transferencia que iría conectado a la bomba.

- El edificio debe contar con tres hidrantes, donde cada uno requiere un caudal mínimo de 32 L/s, o un hidrante de 63 L/s y uno de 32 L/s. Es responsabilidad del constructor gestionar la instalación de los hidrantes adicionales ante la entidad competente, en este caso Empocaldas S.A. E.S.P.

- La conexión de la Siamesa se conservará en su ubicación actual, en la entrada principal sobre la carrera 2 del Palacio de Justicia La Dorada. Esta siamesa incluye una conexión para bomberos directamente a la red de alimentación principal del sistema contra incendio y tendrá un diámetro de 4" para la tubería principal y dos (2) conexiones en 2 ½".

- Según el caudal de operación de la bomba (400 gpm), se opta por instalar un cabezal de pruebas de 4" en la tubería principal, con dos (2) salidas de manguera de 2 ½".

- Los extintores propuestos para el edificio del Palacio de Justicia La Dorada, cumplen con los criterios de clasificación, área de cobertura por pisos y

distancia máxima de recorrido, conforme a la cantidad especificada en la Tabla 28.

8. BIBLIOGRAFIA

- AIS, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica –. 2012. REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10. BOGOTA D.C.: s.n., 2012.
- AIS, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2014. Guía práctica para la aplicación de los títulos J y K, medios de evaluación y protección contra incendio NSR-10. Bogotá: s.n., 2014.
- ICONTEC Internacional, Norma Técnica Colombiana NTC 2301 Norma para la instalación de sistemas de rociadores, 2011.
- National Fire Protection Association. NFPA 1 - Uniform Fire Protection Code. Massachusetts: TIA Enclosed, 2021. 978-145591226-4.
- National Fire Protection Association. NFPA 3 - Recommended Practice for Air Conditioning Fire Protection and Life Safety Systems. Massachusetts: TIA Enclosed, 2021. 978-145591518-2.
- National Fire Protection Association. NFPA 13 - Standard for the installation of sprinklers systems. Massachusetts: TIA Enclosed, 2019. 978-145591156-1.
- National Fire Protection Association. NFPA 14 - Standard for the installation of hose system. Massachusetts: TIA Enclosed, 2019. 978-145591317-6.
- National Fire Protection Association. NFPA 20 - Standars for the installation of Stationary Pumps for Fire Protection. Massachusetts: TIA Enclosed, 2019. 978-145591196-7.
- National Fire Protection Association. NFPA 22 - Standard for Water Tanks Fire Protection Systems. Massachusetts: TIA Enclosed, 2018. 978-145591826-8.
- National Fire Protection Association. NFPA 24 - Standard for the Installation of Fire Networks and their Accessories. Massachusetts: TIA Enclosed, 2022. 978-145582836-1

- National Fire Protection Association. NFPA 25 - Standard for the Inspection, Testing and Maintenance of Water Based Fire Systems. Massachusetts: TIA Enclosed, 2020. 978-14565891836-2

Carlos Andrés Sánchez Castaño
Ingeniero Civil Especialista en Hidráulica
M.P. 17202-330073 CLD

Manuela Benjumea Ocampo
Ingeniera Civil Especialista en Hidráulica
M.P. 051037-0575318 CLD