

PREFABRICADO DE REDES CONTRA INCENDIOS EN LA COMPAÑÍA

I.H.C. SAS INGENIERÍA HIDRÁULICA Y CIVIL

JAVIER ALFREDO HURTADO SUESCA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2023

PREFABRICADO DE REDES CONTRA INCENDIOS EN LA COMPAÑÍA

I.H.C. SAS INGENIERÍA HIDRÁULICA Y CIVIL

JAVIER ALFREDO HURTADO SUESCA

Código interno: 2150835

Monografía para optar al título de ingeniero civil

Tutor

Ing. Civ., Esp. Carlos Alberto Arias Galindo

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2023

ACEPTACIÓN DEL COMITÉ DE GRADO

CERTIFICACIÓN

Mediante la presente el Comité de Grado da ACEPTACIÓN a la monografía prefabricado de redes contraincendios en la compañía I.H.C. SAS ingeniería hidráulica y civil realizada por Javier Alfredo Hurtado Suesca y asesorado por el Ingeniero Carlos Alberto Arias Galindo en calidad de tutor.

ING. CARLOS ALBERTO ARIAS GALINDO

Tutor

Jurado 1

Jurado 2

DERECHO DE AUTORÍA

El contenido de la siguiente monografía corresponde exclusivamente a Javier Alfredo Hurtado Suesca como responsable de las ideas, convicciones y resultados expuestos en la monografía y del tutor del proyecto Ingeniero Carlos Alberto Arias Galindo.

Atentamente,

JAVIER ALFREDO HURTADO SUESCA

CC. 1.055.333.031

DEDICATORIA

A mi amada madre, María, con un profundo sentimiento de gratitud y cariño, te agradezco infinitamente por tu inquebrantable fe en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la arquitecta Astrid Suarez, le expreso mi profundo agradecimiento por su apoyo constante, paciencia inquebrantable y su fe continua en mí.

Al ingeniero Wilson Caina, por su invaluable aporte de conocimientos, su grata compañía y su constante respaldo.

A mi apreciada hermana Lorena, por su incondicional compañía.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. JUSTIFICACIÓN.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo General	15
2.2. Objetivos Específicos.....	15
3. METODOLOGÍA USADA	16
3.1. Evaluación de los procesos de fabricación:	16
3.2. Evaluación de los controles de calidad:.....	16
3.3. Medición de la eficiencia de producción:	16
3.4. Propuesta de recomendaciones de mejora:	17
3.5. Implementación de mejoras:.....	17
4. MARCO TEÓRICO	18
4.1. Normativa.....	18
4.1.1. Descripción de la normativa analizada.....	20
4.2. Funcionamiento y partes de una red contraincendios.....	21
4.2.1. Bomba Contra Incendios	21
4.2.2. Distribución del agua	22
4.2.3. Estación de Control	22
4.2.4. Tipos de Sistemas de Rociadores.....	23
4.2.5. Rociadores.....	23
4.2.6. Expulsora de Aire	24
4.2.7. Siamesa y cabezal de pruebas para las bombas	24

4.2.8. Gabinetes Contraincendios	24
4.2.9. Tomas de Bomberos e Hidrantes Contraincendios	25
4.2.10. Mantenimiento y Pruebas	25
4.3. Aplicaciones de los Outlets en Redes Contraincendios	25
4.3.1. Proceso de Soldadura	26
5. PROCEDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE UNA RED DE ROCIADORES CONTRA INCENDIOS.....	28
5.1. Planificación del armado.....	28
5.2. Proceso de producción	31
5.3. Características del elemento	34
5.4. Pruebas de calidad	35
Prueba de Adherencia de Pintura:	35
Prueba de Espesor de Pintura	35
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
7. BIBLIOGRAFÍA.....	38

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Plano de taller inicial	30
Imagen 2. Plano de taller estandarizado	30
Imagen 3. Máquina North Alabama Pipe	32
Imagen 4. Accesorio tipo outlet unido a tubería por medio de soldadura MIG	32
Imagen 5. Prueba de tintas penetrantes	33
Imagen 6. Red contraincendios prefabricada	34
Imagen 7. Proceso prefabricado redes contraincendios	35
Imagen 8. Pruebas de calidad a redes prefabricadas	36

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Distancias entre rociadores según el tipo de ocupación de la zona a proteger	29
Tabla 2. Características tubería acero al carbón	34

RESUMEN

La presente monografía tiene como objetivo principal plasmar los conocimientos adquiridos a través de la labor desempeñada como coordinador de prefabricados de redes contraincendios en la Planta de fabricación de la compañía IHC SAS - Ingeniería Hidráulica y Civil, ubicada en la ciudad de Bogotá.

El conocimiento adquirido en la planta, mediante capacitaciones y experiencia en el campo, se reflejará en fichas técnicas detalladas de cada elemento fabricado o ensamblado en dicha planta. Estas fichas técnicas contienen información sobre las características del elemento, el proceso de fabricación o ensamblaje y las pruebas de laboratorio realizadas para los certificados de calidad.

Asimismo, este documento ofrece información relevante sobre la producción y ensamblaje de redes contraincendios en Colombia, un campo emergente que aún presenta deficiencias en la regulación normativa del país. Así mismo, la disponibilidad de manuales y datos específicos sobre la producción, ensamblaje e instalación de redes contraincendios prefabricadas en acero al carbón es limitada.

Mediante la presente monografía, se busca una contribución significativa al avance del conocimiento y a la comprensión más profunda de los complejos procesos inherentes a la producción y ensamblaje de una red contra incendio. El propósito fundamental radica en el suministro de información tanto para los profesionales experimentados en la materia como para las entidades involucradas en esta temática emergente en el contexto colombiano.

De la misma forma, de acuerdo con las demandas actuales y en conformidad con los requerimientos normativos y las mejores prácticas de seguridad, esta monografía se propone como fuente de información técnica y especializada. Su enfoque se centra en brindar una comprensión de los procesos, los métodos y las tecnologías empleadas en la producción y ensamblaje de redes contraincendios.

ABSTRACT

This monograph aims to capture the knowledge acquired through the role performed as coordinator of fire protection network prefabrication in the manufacturing plant of IHC SAS – INGENIERÍA HIDRÁULICA Y CIVIL, located in the city of Bogotá.

The knowledge gained in the plant, through training and field experience, will be reflected in detailed technical data sheets for each element manufactured or assembled in the said plant. These technical data sheets contain information on the characteristics of the element, the manufacturing or assembly process, and the laboratory tests conducted for quality certification.

Furthermore, this document provides relevant information on the production and assembly of fire protection networks in Colombia, an emerging field that still faces deficiencies in the country's regulatory norms. However, there is limited availability of manuals and specific data on the production, assembly, and installation of prefabricated fire protection networks made of carbon steel.

Through this monograph, a significant contribution is aimed at advancing knowledge and deepening the understanding of the complex processes involved in the production and assembly of a fire protection network. The fundamental purpose lies in providing substantially valuable information for both experienced professionals in the field and entities involved in this emerging subject in the Colombian context.

Similarly, in line with current demands and regulatory requirements, as well as best safety practices, this monograph stands as a primary source of technical and specialized information. Its focus is centered on providing a comprehensive understanding of the processes, methods, and technologies employed in the production and assembly of fire protection networks.

INTRODUCCIÓN

La protección contra incendios representa una preocupación fundamental en la seguridad de edificios y estructuras. Entre las diversas medidas y sistemas implementados para salvaguardar vidas y propiedades, las redes de rociadores contra incendios desempeñan un papel crucial. Estos sistemas, diseñados para la rápida detección y supresión de incendios, han demostrado ser altamente eficaces en la prevención de tragedias y daños materiales.

Sin embargo, en el contexto colombiano, se ha identificado una necesidad significativa de información técnica especializada relacionada con la producción y ensamblaje de redes de rociadores contra incendios en acero al carbón. Este trabajo se basa en el reconocimiento de este vacío de información y se propone llenarlo de manera efectiva.

El objetivo principal de esta investigación es proporcionar conocimientos sólidos y prácticos a profesionales, entidades y organismos interesados en la temática y en la metodología de producción de las redes contraincendios en Colombia. Para lograr este propósito, se llevará a cabo un estudio detallado que abordará las características de los elementos utilizados, los procesos de fabricación o ensamblaje y las pruebas de calidad aplicadas.

Este estudio se realizará en la Planta de prefabricados de la empresa IHC SAS - Ingeniería Hidráulica y Civil, ubicada estratégicamente en la ciudad de Bogotá. Esta empresa ha acumulado una considerable experiencia en la producción y ensamblaje de elementos para redes contraincendios, lo que la convierte en un entorno idóneo para llevar a cabo esta investigación.

1. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se fundamenta en la necesidad de llenar un vacío de información técnica y especializada en el campo de las redes contraincendios, específicamente con relación a la producción y ensamblaje de las redes de rociadores contra incendios en acero al carbón. En Colombia, a pesar de la existencia de normativas y regulaciones sobre la protección contra incendios, no se dispone de una norma específica que estandarice los procesos constructivos de las redes contraincendios. La principal referencia normativa en el país es la Norma Sismo Resistente (NSR-10), que establece criterios para la seguridad estructural y algunos aspectos relacionados con la protección contra incendios, pero no aborda de manera exhaustiva los estándares de diseño y construcción de las redes contraincendios (NSR-10, Título J).

Debido a esta carencia, la construcción de las redes contraincendios en Colombia se realiza principalmente siguiendo las normativas de la *National Fire Protection Association* (NFPA). Las normas de la NFPA, ampliamente reconocidas y utilizadas a nivel internacional, especialmente la NFPA 13 - Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores; estas normas proporcionan directrices detalladas y específicas para el diseño, instalación, y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios, incluyendo las redes de rociadores, hidrantes, y sistemas de alarma. Este enfoque garantiza un nivel de seguridad y eficiencia adecuado, aunque resalta la necesidad de desarrollar una normativa nacional que aborde de manera integral estos procesos constructivos en el contexto colombiano. Del mismo modo se ha identificado una escasez de manuales y datos concretos que aborden de manera integral estos procesos.

Asimismo, busca aportar conocimientos sólidos y prácticos a profesionales, entidades y organismos interesados en la temática y la metodología de producción de las redes contraincendios en Colombia, tratada en este documento. Mediante la recopilación de información sobre las características de los elementos, los procesos de fabricación o ensamblaje y las pruebas de calidad, se pretende llenar este vacío de información y ofrecer una guía técnica confiable y actualizada.

Este ejercicio se llevará a cabo en la Planta de prefabricados de la reconocida empresa IHC SAS - Ingeniería Hidráulica y Civil, ubicada en la ciudad de Bogotá. Esta ha acumulado una experiencia considerable en la producción y ensamblaje de elementos para redes contraincendios. Los conocimientos adquiridos en este entorno permitirán obtener información práctica, respaldada por la experiencia real en el campo.

En resumen, la justificación de esta monografía radica en su capacidad para llenar el vacío de información existente y proporcionar una guía técnica confiable y actualizada, basada en los conocimientos y la experiencia acumulados en la Planta de prefabricados de IHC SAS. Este estudio se espera contribuir al avance del conocimiento en el campo de las redes contraincendios, facilitar el diseño y la construcción de sistemas de protección contra incendios eficientes y seguros, y promover mejores prácticas en este ámbito emergente en Colombia, ya que desde la implementación de la Norma Sismo Resistente (NSR-10) en 2010, que estableció la primera regulación de redes contraincendios en el país, ha habido un incremento significativo en la demanda de estos sistemas. Este aumento refleja el compromiso creciente de las empresas y constructoras con la protección tanto de vidas y como de estructuras.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar la metodología de producción de sistemas y componentes de las redes de rociadores contra incendios, fabricados en la Planta de Prefabricados de la empresa IHC SAS - Ingeniería Hidráulica y Civil, ubicada en Bogotá.

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1. Describir los procesos de fabricación, analizando cada fase del proceso de producción de las redes de rociadores.
- 2.2.2. Identificar los vacíos existentes en la normativa y regulación vigente en Colombia en relación con la producción, ensamblaje e instalación de redes contraincendios prefabricadas en acero al carbón, y proponer posibles mejoras o recomendaciones para abordar estas deficiencias.
- 2.2.3. Identificar las características técnicas de los elementos fabricados y/o ensamblados en la Planta de prefabricados de redes contraincendios incluyendo tuberías, siamesas, expulsoras de aire, gabinetes, niples y estaciones de control.
- 2.2.4. Evaluar los controles de calidad, revisando las pruebas aplicadas, formatos de calidad y las normativas vigentes como la NFPA y NSR-10
- 2.2.5. Proponer recomendaciones de mejora, basado en los hallazgos anteriores y proponer recomendaciones específicas y factibles para mejorar los procesos de producción y control de calidad de las redes de rociadores contra incendios.

3. METODOLOGÍA USADA

La metodología utilizada para esta monografía se basó en el método investigativo y análisis de la experiencia adquirida durante el desempeño como coordinador de la Planta de prefabricados de redes contraincendios en IHC SAS (Ingeniería Hidráulica y Civil) durante el periodo 2019 - 2020.

El proceso de investigación se dividió en las siguientes etapas:

3.1. Evaluación de los procesos de fabricación:

En primera instancia, se llevará a cabo una revisión documental, recopilando norma, manuales de procedimientos existentes y registros de producción relacionados con la fabricación de redes de rociadores contra incendios en la Planta de Prefabricados de IHC SAS. De igual manera, se observarán las operaciones en la planta para documentar las diversas fases del proceso

3.2. Evaluación de los controles de calidad:

En esta fase, se procederá a revisar de manera minuciosa los procedimientos de control de calidad existentes. Esto incluirá la inspección de formatos de calidad utilizados para el registro de inspecciones y pruebas realizadas durante la producción contrastando la información la información de los formatos con lo requerido por las normas NFPA y NSR-10.

3.3. Medición de la eficiencia de producción:

Para medir la eficiencia de producción, se realizará va a comparar las prácticas de producción en la Planta de Prefabricados de Redes Contraincendios de IHC SAS con otros métodos empleados para el armado de redes de rociadores contra incendios. La recopilación de información se basará en la eficiencia de tiempos de producción.

3.4. Propuesta de recomendaciones de mejora:

Con base en los hallazgos obtenidos durante las etapas anteriores, se procederá a desarrollar recomendaciones específicas y factibles para mejorar los procesos de producción y control de calidad en la planta. Estas recomendaciones se formularán de manera clara y se priorizarán según su impacto potencial

3.5. Implementación de mejoras:

Finalmente, se llevará a cabo su implementación en la Planta de Prefabricados, realizando un seguimiento continuo para garantizar su efectividad

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Normativa

En el contexto de la seguridad contra incendios, la implementación y regulación de las redes contraincendios (RCI) es un aspecto crítico que afecta directamente la protección de vidas y bienes. En Colombia, aunque existen normativas que rigen la instalación y el mantenimiento de estos sistemas, como el Reglamento de Bomberos de Colombia y la Norma Sismo Resistente NSR-10, aún se pueden identificar posibles vacíos en la normatividad nacional cuando se comparan con los estándares internacionales, como los establecidos por la National Fire Protection Association (NFPA).

Uno de los principales vacíos en la normatividad nacional es la falta de directrices específicas y detalladas para el diseño y cálculo hidráulico de las RCI. Mientras que la NFPA 13 proporciona guías exhaustivas para el diseño, instalación y cálculo hidráulico de sistemas de rociadores, asegurando que cada componente esté adecuadamente dimensionado y posicionado para maximizar la eficacia del sistema, la normativa colombiana tiende a ser menos detallada en estos aspectos. La falta de directrices detalladas puede llevar a inconsistencias en el diseño y la instalación, lo que podría comprometer la eficacia del sistema en una emergencia (NFPA 13, 2019).

Otro vacío significativo se encuentra en la regulación de la inspección, pruebas y mantenimiento de los sistemas. La NFPA 25 establece requisitos claros y específicos para la inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios a base de agua. Estas directrices incluyen la frecuencia de las inspecciones, los procedimientos de prueba y los criterios de mantenimiento preventivo y correctivo. En contraste, la normativa colombiana a menudo no aborda con la misma profundidad y especificidad estos aspectos, lo que puede resultar en prácticas de mantenimiento inconsistentes y potencialmente ineficaces. La falta de un marco regulatorio detallado y actualizado puede llevar a que los sistemas no se mantengan en condiciones óptimas, reduciendo su fiabilidad en caso de incendio (NFPA 25, 2014).

Además, la regulación de la capacitación y competencia del personal encargado del diseño, instalación, inspección y mantenimiento de las RCI presenta otro vacío

significativo. La NFPA enfatiza la importancia de que el personal esté adecuadamente capacitado y certificado para llevar a cabo estas tareas, asegurando así la calidad y consistencia en la implementación de los sistemas. En Colombia, aunque existen programas de capacitación, la normativa no siempre exige certificaciones específicas ni establece estándares de competencia claros para los profesionales del sector. Esto puede resultar en variabilidad en la calidad de los servicios prestados y en la efectividad de los sistemas instalados.

Otro aspecto crítico es la adaptación a tecnologías modernas. Las normativas internacionales, como las de la NFPA, se actualizan periódicamente para incorporar las últimas tecnologías y prácticas en el campo de la protección contra incendios. Esto incluye la integración de sistemas inteligentes de detección y supresión de incendios, así como el uso de materiales avanzados que mejoran la eficiencia y eficacia de los sistemas. La normativa nacional puede no estar tan actualizada, lo que crea un desfase en la adopción de tecnologías modernas y eficaces en la protección contra incendios.

Finalmente, aunque la NSR-10 aborda la resistencia sísmica de las estructuras, incluyendo los tanques de almacenamiento de agua, puede haber lagunas en cómo se aplican estos estándares a todos los componentes de una RCI. Las normativas internacionales a menudo proporcionan directrices más específicas sobre cómo asegurar que todos los componentes del sistema, desde las bombas hasta los rociadores, sean capaces de resistir las fuerzas sísmicas sin perder funcionalidad. Este detalle es crucial en un país con actividad sísmica significativa, como Colombia (NSR-10, 2010).

Para alinear más estrechamente la normativa nacional con los estándares internacionales y cerrar los vacíos identificados, es crucial actualizar y expandir las regulaciones existentes. Esto incluye proporcionar directrices más detalladas para el diseño y cálculo hidráulico, establecer procedimientos claros y específicos para la inspección y mantenimiento, exigir certificaciones y capacitaciones específicas para el personal, y adoptar las últimas tecnologías en la protección contra incendios. Al fortalecer la normativa nacional en estos aspectos, se puede mejorar significativamente la eficacia y

fiabilidad de las redes contraincendios en Colombia, elevando el nivel de protección contra incendios a estándares internacionales.

4.1.1. Descripción de la normativa analizada

NFPA 13: norma para la Instalación de sistemas de rociadores: establece los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos para protección contra incendios. Abarca desde los componentes individuales hasta el diseño completo del sistema para asegurar una protección efectiva.

NFPA 20: norma para la instalación de bombas contra incendios: proporciona directrices para la instalación de bombas contra incendios, incluyendo requisitos de diseño, instalación, operación y mantenimiento, asegurando que las bombas proporcionen el flujo y la presión adecuados en situaciones de emergencia.

NFPA 25: norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección: establece los requisitos para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua, incluyendo rociadores, sistemas de mangueras y sistemas de espuma. Asegura que estos sistemas estén operativos y sean eficaces en caso de incendio.

NFPA 14: norma para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras: proporciona directrices para la instalación y el mantenimiento de sistemas de tuberías verticales y equipos de mangueras, incluyendo las especificaciones para su diseño y ubicación dentro de edificios.

NSR-10: norma sismo resistente de Colombia, título J: establece los requisitos estructurales y de resistencia sísmica que deben cumplir las edificaciones en Colombia, asegurando que los elementos de la red contra incendio estén diseñados y contruidos para resistir los efectos de los sismos.

ASTM D 3359: norma para la prueba de adherencia de pintura: define los métodos de prueba para evaluar la adherencia de la pintura a diferentes sustratos, asegurando la calidad y durabilidad de los recubrimientos aplicados en los elementos de la red contra incendio.

ASTM E-1417 y E-165: normas para la prueba de tintas penetrantes: establecen los procedimientos para la detección y evaluación de defectos superficiales en materiales metálicos mediante la aplicación de tintas penetrantes, garantizando la integridad de los

4.2. Funcionamiento y partes de una red contraincendios

Una red contraincendios (RCI) es un conjunto de componentes diseñados para prevenir y controlar incendios, cuyo propósito fundamental es salvaguardar vidas y evitar daños materiales. Estos sistemas son esenciales en diversos tipos de edificaciones, como oficinas, colegios, edificios residenciales y centros comerciales. El diseño y la instalación de una RCI se basan en normas y estándares que garantizan su correcta operación y respuesta efectiva en situaciones de emergencia (NFPA 13, 2019; NFPA 25, 2014).

El funcionamiento de una red contraincendios comienza con el almacenamiento de agua. Este es un componente crucial, ya que proporciona el suministro necesario para que el sistema funcione de manera efectiva durante un incendio. Los tanques de almacenamiento, diseñados según la NFPA 22, deben ser inspeccionados regularmente para asegurar que el nivel de agua sea adecuado y que no haya obstrucciones que puedan impedir su funcionamiento (NFPA 25, 2014).

Los tanques pueden ser de diversos tipos, incluyendo tanques elevados y subterráneos. La capacidad de almacenamiento se determina en función de la demanda del sistema y la duración esperada del flujo de agua durante un incendio. Además, la Norma NSR-10 Título J de Colombia establece los requisitos estructurales y de resistencia sísmica para estos tanques, asegurando que puedan soportar eventos sísmicos (NSR-10, Título J).

4.2.1. Bomba Contra Incendios

Una vez asegurado el suministro de agua, el siguiente componente crucial es la bomba contra incendios. Según la NFPA 20, estas bombas incrementan la presión del agua para asegurar un flujo adecuado a través del sistema de rociadores. Las bombas pueden ser accionadas por motores eléctricos o motores diésel, y deben ser instaladas y mantenidas de acuerdo con los estándares establecidos para garantizar su funcionamiento en condiciones de emergencia (NFPA 20, 2013). Existen diferentes configuraciones de

bombas contra incendios, como las bombas horizontales y verticales, cada una con ventajas según el espacio disponible y las necesidades específicas del sistema. Es fundamental realizar pruebas y mantenimientos regulares para asegurar que estas bombas estén en óptimas condiciones de operación (NFPA 25, 2014).

4.2.2. Distribución del agua

La red de tuberías es responsable de transportar el agua desde los tanques de almacenamiento y las bombas hasta los rociadores. Las tuberías deben ser de materiales robustos y resistentes, como el acero al carbón que es el más utilizado y en menor medida, está el acero galvanizado o el PVC. Los diámetros de estas tuberías y accesorios deben estar dimensionados correctamente para manejar la presión y el caudal requeridos. La correcta instalación de las tuberías incluye el uso de accesorios adecuados para garantizar la expansión y contracción térmica sin comprometer la integridad del sistema.

Los accesorios utilizados en las tuberías incluyen tanto elementos ranurados como roscados. Los accesorios ranurados, como codos, tees y reductores, permiten la expansión y contracción térmica de la tubería durante un incendio. Estos accesorios facilitan el montaje y desmontaje rápido de las tuberías, lo cual es crucial para el mantenimiento y las reparaciones (NFPA 13, 2019). Por otro lado, los accesorios roscados, que incluyen niples, codos, tapones y adaptadores, permiten la conexión segura de las tuberías y componentes del sistema en áreas donde los accesorios ranurados no son adecuados (NFPA 13, 2019).

4.2.3. Estación de Control

La red de tuberías culmina en la estación de control, que es el corazón del sistema de rociadores. Aquí se encuentran las válvulas de control que regulan el flujo de agua hacia los rociadores. La estación de control incluye una válvula de alarma, una válvula de compuerta (OS&Y) y una válvula de drenaje. La válvula de alarma está diseñada para activarse cuando hay un flujo significativo de agua en el sistema, indicando un incendio (NFPA 13, 2019).

4.2.4. Tipos de Sistemas de Rociadores

Existen varios tipos de sistemas de rociadores, cada uno diseñado para diferentes aplicaciones y condiciones. Entre los más comunes se encuentran:

Sistemas de Tubería Húmeda: son los más simples y comunes, donde las tuberías siempre contienen agua a presión. Son adecuados para edificios con temperaturas que no caen por debajo del punto de congelación (NFPA 13, 2019).

Sistemas de Tubería Seca: utilizados en áreas donde las temperaturas pueden caer por debajo del punto de congelación. Las tuberías se llenan con aire a presión, que se libera cuando un rociador se activa, permitiendo que el agua fluya (NFPA 13, 2019).

Existen sistemas de pre-acción, los cuales combinan características de los sistemas de tubería húmeda y seca. Requieren un evento de pre-acción, como la activación de un detector de humo, antes de que el agua entre en las tuberías (NFPA 13, 2019).

Los sistemas de Diluvio utilizan rociadores abiertos y están diseñados para descargar grandes cantidades de agua en áreas específicas. Son adecuados para riesgos especiales como plantas químicas o instalaciones industriales (NFPA 13, 2019).

4.2.5. Rociadores

Los rociadores automáticos son dispositivos termosensibles que se activan a una temperatura predeterminada, descargando agua sobre un área específica. Existen varios tipos de rociadores, incluyendo rociadores de respuesta estándar y de respuesta rápida (NFPA 13, 2019). Estos rociadores están diseñados para cubrir áreas más grandes con menos dispositivos, lo que puede ser beneficioso en ciertas aplicaciones. Los rociadores de cobertura extendida requieren un diseño específico y un cálculo hidráulico preciso para asegurar su efectividad (NFPA 13, 2019).

Rociadores de respuesta estándar: utilizados en aplicaciones generales, activándose a temperaturas predeterminadas.

Rociadores de respuesta rápida: diseñados para una activación más rápida y efectiva en situaciones de emergencia.

Rociadores de cobertura extendida: cubren áreas más grandes con menos dispositivos, lo que puede ser ventajoso en ciertos diseños de edificios (NFPA 13, 2019).

4.2.6. Expulsora de Aire

Otro componente vital es la expulsora de aire, que elimina el aire atrapado en las tuberías del sistema de rociadores. El aire en las tuberías puede causar golpes de ariete y reducir la eficiencia del sistema de rociadores. La expulsora de aire asegura que el agua fluya sin interrupciones y con la presión adecuada (NFPA 13, 2019).

4.2.7. Siamesa y cabezal de pruebas para las bombas

La siamesa es una conexión externa que permite al cuerpo de bomberos bombear agua adicional al sistema de rociadores durante un incendio. Esta conexión es fundamental para asegurar que haya suficiente agua para combatir incendios grandes y para complementar el suministro de agua disponible en el edificio (NFPA 13, 2019).

Finalmente, el cabezal de pruebas para las bombas permite verificar el correcto funcionamiento de la bomba contra incendios. Este cabezal incluye una serie de válvulas y medidores que miden la presión y el flujo de agua proporcionados por la bomba. Las pruebas periódicas del cabezal aseguran que la bomba funcione correctamente y esté lista para operar en caso de incendio (NFPA 25, 2014).

4.2.8. Gabinetes Contraincendios

Los gabinetes contra incendios contienen equipos de emergencia como mangueras, boquillas y extintores. Estos gabinetes están estratégicamente ubicados para proporcionar acceso rápido al equipo de extinción de incendios. Según la clasificación de la NFPA, existen gabinetes de clase I, II y III. Los gabinetes de clase I contienen mangueras de 2 ½ pulgadas para ser utilizadas por bomberos profesionales. Los de clase II están equipados con mangueras de 1 ½ pulgadas para ser utilizadas por ocupantes del edificio entrenados, mientras que los de clase III combinan las características de los gabinetes de clase I y II, permitiendo su uso tanto por bomberos como por ocupantes (NFPA 14, 2014).

4.2.9. Tomas de Bomberos e Hidrantes Contraincendios

Las tomas de bomberos son conexiones externas que permiten al cuerpo de bomberos acceder rápidamente al suministro de agua del edificio. Estas tomas deben ser fácilmente accesibles y claramente señalizadas (NFPA 13, 2019). Los hidrantes contra incendios son dispositivos de suministro de agua externos que proporcionan una fuente adicional de agua para combatir incendios. Están ubicados en áreas estratégicas alrededor del edificio y deben ser mantenidos regularmente para asegurar su operatividad (NFPA 13, 2019).

4.2.10. Mantenimiento y Pruebas

El mantenimiento regular y las pruebas son esenciales para asegurar que el sistema de rociadores funcione correctamente en caso de incendio. La NFPA 25 establece los requisitos mínimos para las inspecciones, pruebas y mantenimiento periódicos de los sistemas de protección contra incendios a base de agua. Esto incluye inspecciones visuales, pruebas de flujo y presión, y mantenimiento preventivo para corregir cualquier deficiencia antes de que se convierta en un problema crítico (NFPA 25, 2014).

Las inspecciones visuales deben realizarse regularmente para verificar que los rociadores no estén obstruidos y que estén en buenas condiciones. Esto incluye verificar que los rociadores no estén pintados ni dañados, que las tuberías estén correctamente soportadas y que no haya corrosión visible (NFPA 25, 2014).

Las pruebas de flujo y presión deben realizarse para asegurarse de que el sistema pueda proporcionar la cantidad necesaria de agua a la presión correcta. Estas pruebas deben incluir la simulación de condiciones de incendio para verificar que el sistema responda adecuadamente (NFPA 25, 2014).

4.3. Aplicaciones de los Outlets en Redes Contra incendios

Los accesorios llamados "outlet" o "teelet" son componentes esenciales en la construcción de redes contra incendios, especialmente cuando se utilizan tuberías de acero al carbón. Estos accesorios permiten la derivación de una línea de tubería principal hacia una secundaria sin necesidad de utilizar múltiples conexiones y accesorios, lo que simplifica la instalación y reduce posibles puntos de fallo.

Los outlets y teelets están diseñados para proporcionar una conexión segura y eficiente. Son conocidos por su capacidad para ahorrar tiempo y materiales durante la instalación. Estos accesorios se sueldan directamente a la tubería principal mediante soldadura MIG (Metal Inert Gas), un proceso que proporciona una unión fuerte y duradera. Este diseño asegura una conexión robusta, capaz de soportar las presiones y condiciones que se presentan en los sistemas contraincendios.

Generalmente, estos accesorios están hechos de acero al carbono, que es compatible con las tuberías utilizadas en sistemas de protección contra incendios. El uso de acero al carbono permite que las conexiones resistan las altas presiones típicas de estos sistemas. Los outlets y teelets para sistemas de rociadores contra incendios suelen estar listados y aprobados por UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual), lo que garantiza que cumplen con los requisitos de las normativas internacionales como NFPA 13 (National Fire Protection Association, 2019).

4.3.1. Proceso de Soldadura

La soldadura MIG es el método preferido para unir estos accesorios a las tuberías de acero al carbón. Este proceso utiliza un electrodo de alambre continuo y un gas protector, generalmente una mezcla de argón y CO₂, para crear una soldadura limpia y fuerte.

La soldadura MIG es eficiente y produce un acabado de alta calidad, lo que es crucial para asegurar la integridad de las conexiones en un sistema de protección contra incendios (Aegis Technologies Inc., 2023).

Estos accesorios pueden ofrecer diferentes beneficios como lo son, la reducción de puntos de falla al minimizar el número de conexiones necesarias, esto hace que se reduzcan los puntos potenciales de falla en el sistema. De igual forma presentan facilidad de Instalación: Estos accesorios simplifican el proceso de instalación, permitiendo una colocación rápida y precisa en el lugar requerido. También son accesorios que ofrecen versatilidad al utilizados en una variedad de aplicaciones dentro del sistema de rociadores, desde derivaciones para cabezales de rociadores hasta conexiones para manómetros y válvulas (Northern Tool, 2023).

En resumen, los outlets y teelets son componentes vitales en la construcción de redes contraincendios con tuberías de acero al carbón. Su diseño eficiente, combinado con la robustez del proceso de soldadura MIG, asegura la fiabilidad y durabilidad de las conexiones en estos sistemas críticos. Al cumplir con normativas internacionales, estos accesorios garantizan una protección efectiva contra incendios.

5. PROCEDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE UNA RED DE ROCIADORES CONTRA INCENDIOS

5.1. Planificación del armado

El proceso de fabricación de una red de rociadores en la planta de producción de la compañía IHC SAS, comienza con una fase de planificación integral. Esta etapa abarca la revisión de planos, la consideración de posibles observaciones y la determinación de la fecha de requerimiento de la red en el proyecto.

A continuación, se deriva de los planos de la red, la creación de un plano de taller la Imagen 1 presenta el plano inicial propuesto y la imagen 2 muestra la definición y estandarización de la forma de entrega e información de los planos de taller. Este plano es fundamental, ya que se enfoca en la identificación de elementos esenciales, como los diámetros de las tuberías, la distancia entre cada derivación y la ubicación precisa de cada rociador. Se presta una atención especial a la distancia y al tipo de ubicación del rociador, que generalmente se clasifica como montante (up-right) o colgante (penden). Además, este plano debe incluir información básica del proyecto para el cual se destina la red, proporcionando contexto y orientación.

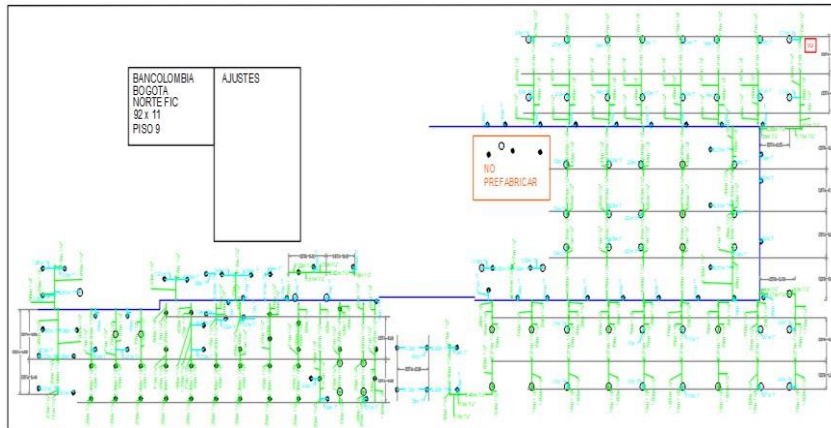
Para tener en cuenta, la correcta ubicación y espaciado de los rociadores en una red contraincendios son cruciales para garantizar una cobertura efectiva y la seguridad del edificio. La NFPA 13 establece pautas detalladas que aseguran que los rociadores estén adecuadamente espaciados y ubicados, evitando áreas desprotegidas y asegurando un flujo de agua eficiente. La distancia entre rociadores y de estos a las paredes varía según el nivel de peligro del área protegida y las especificaciones del fabricante. A continuación, se presenta la tabla 1 con las distancias típicas según la NFPA 13.

Tabla 1. Distancias entre rociadores según el tipo de ocupación de la zona a proteger

Tipo de Ocupación	Distancia Máxima entre Rociadores	Distancia Máxima a Pared	Distancia Mínima entre Rociadores	Distancia del Techo
Peligro Ligero	15 pies (4.6 m)	7.5 pies (2.3 m)	6 pies (1.8 m)	1-12 pulgadas (2.5-30 cm)
Peligro Ordinario	15 pies (4.6 m)	7.5 pies (2.3 m)	6 pies (1.8 m)	1-12 pulgadas (2.5-30 cm)
Peligro Extraordinario	12-15 pies (3.7-4.6 m)	6-7.5 pies (1.8-2.3 m)	6 pies (1.8 m)	1-12 pulgadas (2.5-30 cm)
Cobertura Extendida	20 pies (6 m)	10 pies (3 m)	Según especificación del fabricante	Según especificación del fabricante

Paralelamente, se realiza la identificación y cuantificación de los accesorios necesarios para el montaje de la red. Este proceso garantiza que todos los componentes requeridos estén debidamente especificados y disponibles, facilitando así la eficiencia en el proceso de ensamblaje, además, identificando los accesorios, es posible definir las longitudes reales de los tramos de tubería, ya que el plano taller se trabaja a centros de tubería y es necesario descontar el diámetro de la tubería utilizada y el tamaño del accesorio a utilizar para garantizar la distancia correcta entre cada rociador.

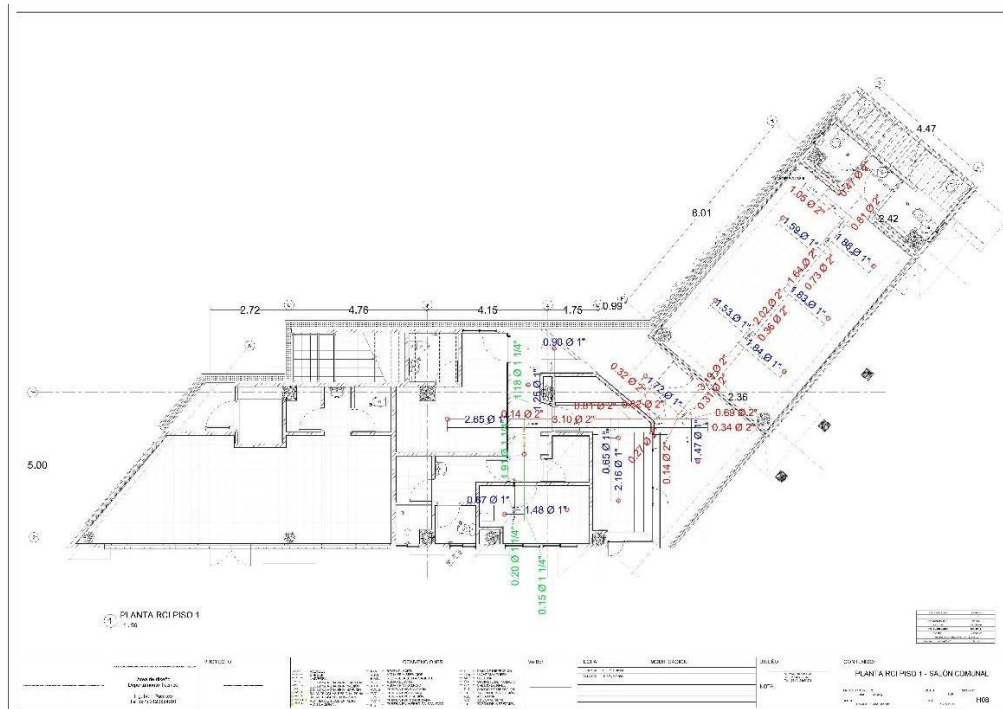
Imagen 1. Plano de taller inicial



Fuente. Autor

Se observa el despiece del plano inicial propuesto

Imagen 2. Plano de taller estandarizado



Fuente. Autor

Se observa plano de taller propuesto, estandarizado, identificando cantidad y tipo de rociador, diámetros y longitudes.

5.2. Proceso de producción

Con el plano de taller en manos, se inicia la identificación de cada tubo de acuerdo con las especificaciones del plano. En caso de ser necesario, se procede al corte de la tubería a la longitud precisa indicada en el diseño. Una vez que la tubería está debidamente organizada, marcada y cortada, se avanza al siguiente paso, que involucra la utilización de una máquina de perforación y soldado de vanguardia conocida como "North Alabama Pipe" (imagen 3).

Esta máquina, importada desde Estados Unidos y única en su tipo en el país, desempeña un papel fundamental en el proceso de producción. Perfora la tubería con precisión en las distancias y ángulos deseados, lo que garantiza la exactitud de cada salida y rociador. Después de completar la perforación, se procede a unir los accesorios tipo outlet al tubo mediante el proceso de soldadura MIG.

Para garantizar la integridad de estas uniones críticas y descartar cualquier posible defecto, se realiza una prueba de tintas penetrantes. Esta prueba permite identificar o descartar la presencia de poros en la soldadura o en la unión tubo-accesorio, evitando así futuras fugas de agua que podrían comprometer la eficiencia del sistema.

Imagen 3. Máquina North Alabama Pipe.



Fuente. Autor

Equipo usado para prefabricar la RCI, corta, perfora y suelda en un solo lugar, lo cual permite grandes rendimientos con mayor precisión.

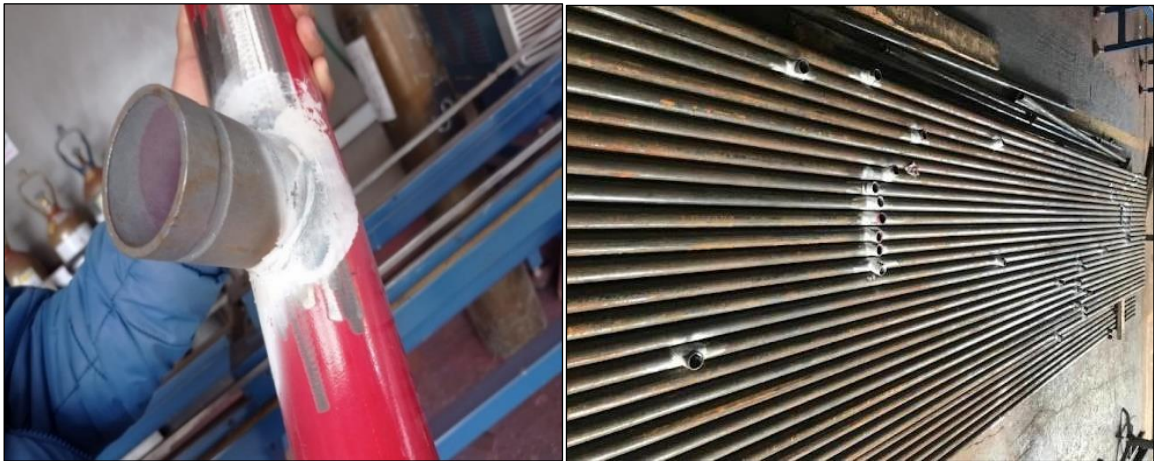
Imagen 4. Accesorio tipo outlet unido a tubería por medio de soldadura MIG



Fuente. Autor

La prueba de tintas penetrantes en soldadura MIG es un método de inspección no destructiva para encontrar defectos superficiales en uniones soldadas. Implica aplicar un líquido penetrante que se infiltra en grietas o defectos, luego se aplica un revelador para hacer visibles estos defectos. Los inspectores buscan signos de penetrante emergiendo de los defectos, como manchas coloreadas en la superficie. Esta técnica es efectiva para identificar problemas superficiales en soldaduras y otros componentes. Ver imagen 5

Imagen 5. Prueba de tintas penetrantes



Fuente. Autor

Se observa la aplicación de revelante y no se ven manchas de color rojo, lo cual indica ausencia de poros

Para finalizar, se lleva a cabo el acabado del extremo del tubo, ya sea mediante un proceso de ranurado o roscado, según lo especificado en el diseño. A continuación, se procede a la etapa de pintura, que incluye pruebas de calidad para medir el espesor y la adherencia de la capa de esmalte y anticorrosivo aplicada. Finalmente, se procede al secado a la sombra antes de la carga y despacho de los componentes al proyecto correspondiente.

Imagen 6. Red contraincendios prefabricada



Fuente: Autor

5.3. Características del elemento

Tabla 2. Características tubería acero al carbón

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Material	Acero al carbono.
Espesor	Cedula 10, 20 Y 40
Acabado	Liso, sin imperfecciones visibles y terminado con pintura tipo esmalte, generalmente de color rojo; el color puede variar según el requerimiento de cada proyecto.
Diámetros de la tubería	½", ¾", 1", 1¼", 1½", 2", 2 ½", 3", 4", 6", 8", 10" y 12".
Longitud	Puede variar comercialmente de proveedor a proveedor, no obstante, existe tubería de 5,8 a 6,0 metros de longitud. Estas medidas se deben tomar antes de iniciar el procedimiento de fabricación.
Extremos	De fabrica puede encontrarse ranurada a partir de diámetros de 1 ¼" hasta 12" o roscada para los diámetros de ½" a 1".

Fuente. Autor

Función: La tubería de acero al carbono conforma las redes verticales y horizontales para la extracción del fluido de la red y su conducción hacia los aspersores en el sistema de protección contra incendios.

Imagen 7. Proceso prefabricado redes contraincendios



Fuente. Autor

5.4. Pruebas de calidad

Prueba de Adherencia de Pintura:

La prueba de adherencia de pintura se realiza para asegurarse de que la capa de pintura aplicada a la tubería de acero al carbono se adhiera de manera sólida y duradera a la superficie. Este proceso implica la aplicación de una cinta adhesiva o un adhesivo especial en la superficie pintada, seguido de su retirada rápida y uniforme. La evaluación se basa en la cantidad de pintura que se desprende durante esta acción. La adherencia se considera buena si no se desprende pintura o si la cantidad que se desprende es mínima. Los resultados se comparan con estándares predefinidos para determinar si la adherencia cumple con los requisitos específicos del proyecto.

Prueba de Espesor de Pintura

La prueba de espesor de pintura se lleva a cabo para medir el grosor de la capa de pintura aplicada sobre la superficie de la tubería de acero al carbono. El espesor de la pintura es crucial para la protección contra la corrosión y la durabilidad del recubrimiento. Se utilizan instrumentos de medición especializados, como micrómetros o medidores de espesor de

película seca, para realizar estas mediciones. Los resultados se comparan con las especificaciones del proyecto o las normativas aplicables para garantizar que el espesor de la pintura cumpla con los requisitos mínimos necesarios para proteger eficazmente la tubería contra la corrosión.

Imagen 8. Pruebas de calidad a redes prefabricadas



Fuente. Autor

Certificados de calidad: Se emiten certificados de calidad y soportes de pruebas, una vez que la tubería, outlets soldados y pintados han pasado todas las pruebas de calidad. (Ver anexo 01)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 6.1.** En la normatividad nacional colombiana sobre redes contraincendios (RCI) presenta varios vacíos significativos cuando se compara con los estándares internacionales, particularmente los establecidos por la NFPA. La falta de directrices detalladas para el diseño y cálculo hidráulico, junto con una regulación insuficiente en la inspección, pruebas y mantenimiento de los sistemas, puede comprometer la eficacia y fiabilidad de las RCI en el país. Además, la normativa colombiana necesita mejorar en la regulación de la capacitación y competencia del personal, así como en la adopción de tecnologías modernas que optimicen la protección contra incendios. La actualización y expansión de estas regulaciones, alineándolas con los estándares internacionales, es esencial para garantizar un nivel de protección adecuado y efectivo contra incendios, especialmente en un contexto de actividad sísmica significativa como el de Colombia. Fortalecer la normativa en estos aspectos no solo elevará la seguridad de las edificaciones, sino que también asegurará una respuesta más eficaz y coordinada en situaciones de emergencia, protegiendo vidas y bienes de manera más eficiente.
- 6.2.** La monografía presentada ofrece una visión integral del funcionamiento y armado de una red contraincendios, abordando desde los parámetros de instalación hasta los criterios de construcción. A través de la exploración detallada de componentes clave como los tanques de almacenamiento de agua, las bombas contra incendios, las tuberías, los rociadores y los gabinetes contraincendios, se ha resaltado la importancia de seguir normas específicas como la NFPA 13, NFPA 20 y NFPA 25, así como la normativa nacional representada por la NSR-10.
- 6.3.** El documento también ha estandarizado procedimientos de fabricación y control de calidad, asegurando que cada componente y proceso cumpla con los requisitos establecidos para la protección contra incendios. Esto incluye desde la selección de materiales hasta la instalación y mantenimiento de los sistemas, garantizando que se adhieran a las mejores prácticas de la industria

7. BIBLIOGRAFÍA

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2016). NTC 1500: Instalaciones hidrosanitarias y de gas - Símbolos y abreviaturas. Bogotá, Colombia: ICONTEC.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR-10. Título J: Protección contra incendios. Bogotá, Colombia: ICONTEC.

National Fire Protection Association. (2019). NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Quincy, MA: NFPA.

National Fire Protection Association. (2019). NFPA 14: Norma para la Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras. Quincy, MA: NFPA.

National Fire Protection Association: Norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios de agua (edición más reciente) - Asociación Nacional de Protección contra Incendios.

National Fire Protection Association. (2020). NFPA 101: Código de Seguridad Humana (Life Safety Code) (edición 2018). Asociación Nacional de Protección contra Incendios.

National Fire Protection Association. (2019). NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Quincy, MA: NFPA.

National Fire Protection Association. (2014). NFPA 25: Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios a Base de Agua. Quincy, MA: NFPA.

Sotelo Calderón, J. A. (2014). Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios. Bogotá: CEPI Colombia.

Reglamento de Bomberos de Colombia. (2014). Bogotá: Consejo Nacional de Bomberos.

NSR-10. (2010). Título J: Requisitos de Resistencia Sísmica. Bogotá: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

National Fire Protection Association. (2019). NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Quincy, MA: NFPA.

Aegis Technologies Inc. (2023). Whizweld Branchlet Welding Outlet for Fire Sprinkler Systems. Recuperado de Aegis Technologies

Northern Tool. (2023). Firepower FP-200 MIG/Flux-Cored Welding System. Recuperado de Northern Tool