

**COMPARACIÓN TÉCNICA, NORMATIVA Y DE COSTOS ENTRE
UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO CON ROCIADORES
AUTOMÁTICOS Y UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO CON
AGUA NEBULIZADA PARA EL CASO DE ESTUDIO HOTEL EL CAMPIN EN LA
CIUDAD DE BOGOTÁ.**

JUAN CARLOS PRETELT GARCIA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – 2019

**COMPARACIÓN TÉCNICA, NORMATIVA Y DE COSTOS ENTRE
UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO CON ROCIADORES
AUTOMÁTICOS Y UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO CON
AGUA NEBULIZADA PARA EL CASO DE ESTUDIO HOTEL EL CAMPIN EN LA
CIUDAD DE BOGOTÁ.**

JUAN CARLOS PRETELT GARCIA

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
RECURSOS HÍDRICOS.**

ASESOR: DIEGO PULGARÍN

INGENIERO SANITARIO, MSC.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – 2019



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C., Noviembre 8 de 2019.

Dedicatoria

A las personas que amo inmensamente, Jessica, Natalia, Gladys, Laureano, Julián, Sebastián para ustedes.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial al asesor de mi proyecto al Ing. Diego Pulgarin, por su orientación y aportes al desarrollo del presente proyecto.

Un agradecimiento especial al ingeniero Rafael Ortiz docente de la Universidad Nacional especialista en sistemas contra incendio por su orientación en el desarrollo del diseño con el sistema de agua nebulizada.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 17 |
| 1 GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO | 18 |
| 1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 18 |
| 1.2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 20 |
| 1.2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 1.2.3 CASO DE ESTUDIO | 20 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 21 |
| 1.4 OBJETIVOS | 22 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... | 22 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 22 |
| 2 MARCOS DE REFERENCIA | 24 |
| 2.1 MARCO CONCEPTUAL..... | 24 |
| 2.1.1 SISTEMAS CONTRA INCENDIO CON AGUA NEBULIZADA..... | 24 |
| 2.1.2 VENTAJAS DEL AGUA NEBULIZADA..... | 26 |
| 2.1.3 SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA | 27 |
| 2.1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN | 27 |
| 2.1.5 SISTEMAS DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES AUTOMÁTICOS | 27 |
| 2.2 MARCO TEÓRICO | 28 |
| 2.3 NORMA NFPA 750..... | 28 |
| 2.4 NORMA NFPA 13 | 28 |
| 2.5 MARCO JURÍDICO | 29 |
| 2.6 ESTADO DEL ARTE..... | 30 |
| 2.7 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON AGUA NEBULIZADA EN COLOMBIA..... | 30 |
| 2.8 ROCIADORES AUTOMÁTICOS..... | 31 |
| 3 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA | 32 |
| 3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 32 |
| 3.1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA NSR10..... | 32 |
| 3.1.2 TÍTULO J-REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO..... | 33 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1.3 | REQUISITOS GENERALES PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO | 35 |
| 3.1.4 | SISTEMAS Y EQUIPOS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS..... | 36 |
| 3.1.5 | SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO..... | 37 |
| 3.1.6 | GRUPO DE OCUPACIÓN R- 3 HOTELES..... | 37 |
| 3.1.7 | TITULO K-REQUISITOS COMPLEMENTARIOS DE PROTECCIÓN | 38 |
| 3.2 | ACUERDO 20 DE 1995 | 38 |
| 3.2.1 | CAPÍTULO D.7 SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS | 39 |
| 3.2.2 | COMPETENCIA DE BOMBEROS DE BOGOTÁ Y NORMAS APLICABLES | 39 |
| 3.3 | REVISIÓN BIBLIO GRAFICA DE LA NORMA NFPA 750..... | 40 |
| 3.3.1 | SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA | 40 |
| 3.3.2 | GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA | 41 |
| 3.3.3 | APLICACIONES DE SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA | 41 |
| 3.3.4 | COMPONENTES Y EQUIPOS DE UN SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA | 42 |
| 3.3.5 | BOQUILLAS ACTIVADAS TÉRMICAMENTE..... | 43 |
| 3.3.6 | BOMBAS..... | 43 |
| 3.3.7 | REQUISITOS DE INSTALACIÓN PARA UN SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA | 44 |
| 3.3.8 | TIPOS DE BOQUILLAS..... | 45 |
| 3.3.9 | MÉTODOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA..... | 46 |
| 3.3.10 | TIPOS DE MEDIOS DEL SISTEMA..... | 46 |
| 3.3.11 | REQUISITOS DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA | 46 |
| 3.4 | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA NORMA NFPA 13 | 48 |
| 3.4.1 | SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS..... | 49 |
| 3.4.2 | CARACTERÍSTICAS DE LOS ROCIADORES..... | 50 |
| 3.4.3 | CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES..... | 50 |
| 3.4.4 | COMPONENTES Y ACCESORIOS DEL SISTEMA | 51 |
| 3.4.5 | REQUISITOS DE INSTALACIÓN | 52 |
| 3.4.6 | ÁREA DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA | 53 |
| 3.4.7 | ROCIADOR ESTANDAR CON DEFLECTORES MONTANTES Y PENDIENTES. | 54 |
| 3.4.8 | ÁREA PROTEGIDA Y ESPACIAMIENTO MÁXIMO ROCIADORES NORMALES MONTANTES Y COLGANTES..... | 54 |
| 3.4.9 | CONEXIONES DE MANGUERAS..... | 54 |
| 3.4.10 | SOPORTES | 55 |
| 3.4.11 | PROTECCIÓN CONTRA SISMOS Y TERREMOTOS | 55 |
| 3.4.12 | SOPORTES ANTISÍSMICOS | 55 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.4.13 | CRITERIOS DE DISEÑO | 56 |
| 3.5 | REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA EL HOTEL EL CAMPIN | 57 |
| 3.5.1 | CLASIFICACIÓN SEGÚN USO DE LA EDIFICACIÓN NSR10..... | 58 |
| | Fuente (NSR10 MIN AMBIENTE, 2010)..... | 59 |
| 3.5.2 | REQUISITO DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS | 59 |
| 3.5.3 | REQUISITO DE TOMAS FIJAS PARA BOMBEROS Y MANGUERAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS. 60 | |
| 3.5.4 | EXTINTORES DE FUEGO PORTÁTILES..... | 60 |
| 3.6 | DISEÑO DEL SISTEMAS CONTRA INCENDIO CON ROCIADORES | 60 |
| 3.6.1 | TIPOS DE RIESGO..... | 61 |
| 3.6.2 | ROCIADORES | 62 |
| 3.6.3 | TUBERÍAS EN ACERO | 63 |
| 3.6.4 | VÁLVULAS PARA REDES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO..... | 63 |
| 3.6.5 | VÁLVULA DE DRENAJE Y PRUEBA | 63 |
| 3.6.6 | SOPORTES PARA TUBERÍAS | 64 |
| 3.6.7 | PUNTOS HIDRÁULICOS PARA ROCIADORES..... | 64 |
| 3.6.8 | PRUEBA DEL SISTEMA | 64 |
| 3.6.9 | PARÁMETROS DE DISEÑO | 65 |
| 3.6.10 | PLANIMETRÍA DE LA RED CONTRA INCENDIO..... | 66 |
| 3.6.11 | REQUERIMIENTOS DE SISTEMAS | 66 |
| 3.6.12 | ÁREA DE DISEÑO PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS..... | 66 |
| 3.6.13 | PARÁMETROS DETERMINADOS..... | 68 |
| 3.6.14 | ESTIMACIÓN DE CAUDALES | 68 |
| 3.6.15 | CÁLCULOS ROCIADORES AUTOMÁTICOS..... | 69 |
| 3.6.16 | DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO | 70 |
| 3.7 | DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIO CON AGUA NEBULIZADA | 71 |
| 3.7.1 | CLASIFICACIÓN DE RIESGO SEGÚN LA NFPA..... | 71 |
| 3.7.2 | SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA CUARTOS DE HOTEL HI-FOG | 72 |
| 3.7.3 | SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA PARQUEADEROS HI-FOG..... | 73 |
| 3.7.4 | SISTEMA SELECCIONADO MSPU (HI-FOG MODULAR PUM UNIT)..... | 74 |
| 3.7.5 | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA..... | 76 |
| 3.7.6 | OPERACIÓN DEL SISTEMA | 76 |
| 3.7.7 | MONITOREO DEL SISTEMA | 77 |
| 3.7.8 | ÁREA DE DISEÑO..... | 78 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.7.9 | <i>LIMITACIONES DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA</i> | 80 |
| 3.7.10 | <i>SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BOQUILLAS PARA EL HOTEL EL CAMPIN</i> | 80 |
| 3.7.11 | <i>CANTIDAD DE BOQUILLAS DE DISEÑO</i> | 83 |
| 3.7.12 | <i>UBICACIÓN DE LAS BOQUILLAS</i> | 83 |
| 3.7.13 | <i>DURACIÓN</i> | 83 |
| 3.7.14 | <i>DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS</i> | 84 |
| 3.7.15 | <i>DETERMINANTES DE DISEÑO</i> | 84 |
| 3.7.16 | <i>PARÁMETROS DE DISEÑO SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA</i> | 85 |
| 3.7.17 | <i>CAUDAL REQUERIDO PARA EL ÁREA DE DISEÑO</i> | 85 |
| 3.7.18 | <i>SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO</i> | 87 |
| 3.7.19 | <i>DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO</i> | 87 |
| 4 | ANÁLISIS DE RESULTADOS | 89 |
| 4.1 | RESULTADOS PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES AUTOMÁTICOS | 89 |
| 4.1.1 | RESULTADOS DE DISEÑO | 89 |
| 4.1.2 | VOLUMEN DE AGUA REQUERIDO PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES AUTOMÁTICO | 90 |
| 4.1.3 | ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA ROCIADORES | 90 |
| 4.1.4 | ROCIADORES SELECCIONADOS | 91 |
| 4.1.5 | ÁREA DE DISEÑO | 91 |
| 4.1.6 | DIÁMETROS Y MATERIALES SELECCIONADOS | 91 |
| 4.1.7 | CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD | 92 |
| 4.1.8 | COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN | 92 |
| 4.2 | RESULTADOS PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON AGUA NEBULIZADA | 94 |
| 4.2.1 | VOLUMEN DE AGUA REQUERIDO PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON AGUA NEBULIZADA | 95 |
| 4.2.2 | ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA AGUA NEBULIZADA | 95 |
| 4.2.3 | BOQUILLAS SELECCIONADAS | 96 |
| 4.2.4 | ÁREA DE DISEÑO | 96 |
| 4.2.5 | DIÁMETROS Y MATERIALES SELECCIONADOS | 96 |
| 4.2.6 | CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD | 97 |
| 4.2.7 | COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN | 97 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.3 | COMPARACIÓN ENTRE LOS DOS SISTEMAS..... | 98 |
| 5 | CONCLUSIONES | 101 |
| 6 | RECOMENDACIONES | 103 |
| 7 | BIBLIOGRAFÍA..... | 104 |
| | APÉNDICES..... | 107 |
| | ANEXOS | 120 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1-1 OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO..... | 19 |
| TABLA 3-1 ALCANCE DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 32 |
| TABLA 3-2 GRUPOS Y SUBGRUPOS DE OCUPACIÓN. | 34 |
| TABLA 3-3 REQUISITOS GENERALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO | 35 |
| TABLA 3-4 SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA | 40 |
| TABLA 3-5 COMPONENTES DEL SISTEMA AGUA NEBULIZADA | 42 |
| TABLA 3-6 SISTEMAS DE APLICACIÓN DE AGUA NEBULIZADA | 45 |
| TABLA 3-7 FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA | 46 |
| TABLA 3-8 REQUISITOS DE INSTALACIÓN AGUA NEBULIZADA | 47 |
| TABLA 3-9 SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS..... | 49 |
| TABLA 3-10 CARACTERÍSTICAS DE LOS ROCIADORES | 50 |
| TABLA 3-11 CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES SEGÚN LA NFPA | 51 |
| TABLA 3-12 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ROCIADORES | 52 |
| TABLA 3-13 REQUISITOS DE INSTALACIÓN..... | 52 |
| TABLA 3-14 LIMITACIONES DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA..... | 53 |
| TABLA 3-15 ÁREA DE DISEÑO PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS | 53 |
| TABLA 3-16 ESPACIAMIENTO MÁXIMO | 54 |
| TABLA 3-17 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA ROCIADORES | 56 |
| TABLA 3-18 REQUISITOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA SISTEMAS DE ROCIADORES POR TABLAS | 57 |
| TABLA 3-19 USOS Y ÁREAS DEL HOTEL EL CAMPIN..... | 58 |
| TABLA 3-20 CLASIFICACIÓN DEL HOTEL SEGÚN LA NSR 10 TITULO J | 59 |
| TABLA 3-21 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO SEGÚN LA OCUPACIÓN PARA EL HOTEL EL CAMPIN..... | 62 |
| TABLA 3-22 PARÁMETROS DE DISEÑO ROCIADORES AUTOMÁTICOS..... | 65 |
| TABLA 3-23 PARÁMETROS DETERMINADOS | 68 |
| TABLA 3-24 PARÁMETROS UTILIZADOS PARA CÁLCULOS | 69 |
| TABLA 3-25 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA..... | 72 |
| TABLA 3-26 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MSPU | 75 |
| TABLA 3-27 COMPONENTES MONITOREADOS..... | 78 |
| TABLA 3-28 DETERMINANTES DE DISEÑO AGUA NEBULIZADA | 84 |
| TABLA 3-29 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA | 85 |
| TABLA 3-30 CAUDAL REQUERIDO PARA ÁREA DE DISEÑO..... | 86 |

| | |
|--|----|
| TABLA 3-31 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO..... | 87 |
| TABLA 4-1 ROCIADORES SELECCIONADOS | 91 |
| TABLA 4-2 DIÁMETROS Y MATERIALES SELECCIONADOS PARA ROCIADORES..... | 91 |
| TABLA 4-3 BOQUILLAS SELECCIONADAS | 96 |
| TABLA 4-4 DIÁMETROS Y MATERIALES SELECCIONADOS PARA ROCIADORES | 96 |
| TABLA 4-5 COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO | 99 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN 1 HOTEL EL CAMPIN | 58 |
| ILUSTRACIÓN 2. ÁREA DE DISEÑO PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS | 67 |
| ILUSTRACIÓN 3 SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA CUARTOS DE HOTEL | 73 |
| ILUSTRACIÓN 4 SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA PARQUEDEROS | 74 |
| ILUSTRACIÓN 5 MODULAR SPRINKLER PUM UNIT MSPU02. | 75 |
| ILUSTRACIÓN 6 ÁREA DE DISEÑO SELECCIONADA | 79 |
| ILUSTRACIÓN 7 BOQUILLA SELECCIONADA PARA EL HOTEL EL CAMPIN HABITACIONES | 81 |
| ILUSTRACIÓN 8 BOQUILLA SELECCIONADA PARA EL HOTEL EL CAMPIN ZONA DE PARQUEADERO ... | 82 |
| ILUSTRACIÓN 9 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN ROCIADORES PARA EL HOTEL EL CAMPIN | 94 |
| ILUSTRACIÓN 10 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN AGUA NEBULIZADA PARA EL HOTEL EL CAMPIN..... | 98 |

RESUMEN

El marco normativo colombiano de construcción sismo resistente (NSR10), exige que todas las edificaciones cuenten con un sistema de protección contra incendio, estos requisitos son de estricto cumplimiento. Los sistemas de rociadores automáticos son los más utilizados para la protección contra incendio actualmente. La metodología de extinción de incendios en edificaciones con agua nebulizada puede ser usada como una alternativa a los rociadores automáticos para que las edificaciones cumplan con los requisitos establecidos por la normatividad colombiana como sistema de protección contra incendio. En el presente estudio se realizó una comparación técnica, normativa y de costos entre el sistema con rociadores y el sistema con agua nebulizada para el caso de estudio que corresponde al Hotel el Campin, teniendo en cuenta inicialmente una revisión bibliográfica de la normatividad y el estudio de las normas NFPA13 y NFPA 750. Finalmente se elaboró el diseño hidráulico para cada uno de los sistemas contra incendio que se están comparando. Los sistemas de agua nebulizada se pueden plantear como una alternativa de protección contra incendio en edificaciones enmarcadas en la normatividad actual la cual permite su uso. El sistema de agua nebulizada tiene ventajas en cuanto a que el volumen de agua requerido por el sistema es menor a la requerida por sistemas con rociadores y el tiempo requerido para sofocar incendios es menor, estas anteriores variables se tienen en cuenta para recomendar la utilización de agua nebulizada como sistema de protección contra incendio para el caso de estudio.

Palabras clave: NSR10, ROCIADORES AUTOMATICOS, AGUA NEBULIZADA, NFPA13, NFPA750, COSTOS.

ABSTRACT

The Colombian regulatory framework for earthquake resistant construction (NSR10), requires that all buildings have a fire protection system, these requirements are strictly compliant. Automatic sprinkler systems are the most commonly used for fire protection today. The fire extinguishing methodology in buildings with water mist can be used as an alternative to automatic sprinklers so that the buildings comply with the requirements established by Colombian regulations as a fire protection system. In the present study, a technical, normative and cost comparison was made between the sprinkler system and the water mist system for the case study corresponding to the Hotel el Campin, initially taking into account a bibliographic review of the regulations and the study of the NFPA13 and NFPA 750 standards. Finally, the hydraulic design for each of the fire systems being compared was developed. Water mist systems can be considered as an alternative for fire protection in buildings framed by current regulations which allow their use. The water mist system has advantages in that the volume of water required by the system is less than that required by sprinkler systems, the time required to put out fires is shorter, these previous variables are taken into account to recommend the use of water mist as a fire protection system for the case study.

Keywords: NSR 10, AUTOMATIC SPRINKLER, WATER MIST, NFP 13, NFPA750, COSTS.

INTRODUCCIÓN

En el contexto legislativo y normativo de los requisitos constructivos de edificaciones en Colombia se desarrolló el código de construcción sismo resistente, (NSR). La última actualización de esta norma corresponde a la NSR 10. En esta actualización de la NSR, se introducen nuevos capítulos en los cual se establecen los requisitos que deben cumplir todas las edificaciones en cuanto a sistemas de protección contra incendio.

Según (JAIME, 2019) los sistemas contra incendio con rociadores automáticos se establecen como la alternativa más utilizada para la protección contra incendios en las edificaciones. Esta tecnología es muy eficiente, pero no obstante en situaciones particulares de algunas edificaciones no se pueden utilizar por restricciones de tipo constructivo, económico o técnico. Se hace necesario el estudio de sistemas alternativos de protección contra incendio que estén enmarcados en la normatividad colombiana y su uso sea aceptado.

La comparación técnica y de costos entre el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada y rociadores, enmarcado en las normas NFPA y NSR10, aplicada al caso de estudio que corresponde al el Hotel el Campin en Bogotá, permitió determinar que el sistemas de agua nebulizada es un sistema alternativo de protección contra incendio al del sistema con rociadores tradicionales, el sistema de agua nebulizada tienen ventajas frente al sistema de protección contra incendio con rociadores entre las cuales resaltan, que el caudal de diseño requerido, el volumen de reserva de agua contra incendio, y los diámetros de tubería a instalar son considerablemente menores para los sistemas de agua nebulizada, a los requeridos por el sistema de rociadores tradicionales. (Ortiz Rafael) (JAIME, 2019) (CORTES)

El costo de implementar el sistema de agua nebulizada para el Hotel El Campin es mayor al de implementar un sistema de rociadores tradicionales, pero los daños ocasionados por aplicar un 90% más de agua para sofocar el incendio, ocasionaría daños en equipos eléctricos, electrónicos, mobiliario, acabados, justifican la implementación del sistema de agua nebulizada.

1 GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO

1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

En la comparación de los costos y el cumplimiento de la normatividad colombiana entre el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada y rociadores automáticos, se requiere realizar diseños hidráulicos que estarán sustentados en memorias de cálculo y planos. Estos entregables se constituyen en la información base para poder establecer una comparación entre los dos sistemas de extinción. Teniendo en cuenta que la función de estos sistemas de extinción es la aplicación de agua a presión con un caudal definido sobre un área determinada, se clasifica el proyecto de grado en la línea de investigación correspondiente a sistemas hidrosanitarios, estos sistemas hidráulicos son el conjunto de instalaciones hidráulicas como válvulas, tuberías accesorios, boquillas, soportes, equipos de presión, y obras civiles, que en este caso cumplen la función de transportar el fluido extintor que es el agua en las condiciones requeridas para su aplicación.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La implementación de sistemas de protección contra incendio que cumplan los requisitos establecidos en la Norma Sismo Resistente NSR 10, son de estricto cumplimiento en Colombia. Los constructores, diseñadores, propietarios o administradores de edificaciones están obligados a implementar un sistema contra incendio que cumpla aspectos técnicos definidos en la normatividad actual.

Actualmente los sistemas de protección contra incendio más utilizados son los rociadores automáticos (JAIME, 2019). Este sistema contra incendio es muy eficiente, pero en algunos casos su implementación se limita por factores económicos y técnicos, adicionalmente el volumen de agua requerido para su aplicación es alto. Estas limitaciones descritas ocasionan que en algunas edificaciones no se pueda cumplir con los requisitos de protección contra incendio lo que promueve que estas edificaciones no puedan ser habitadas.

En situaciones donde se requiera la utilización de otros sistemas de protección contra incendio para dar solución a las limitaciones anteriormente descritas, la norma NSR 10 plantea el uso de sistemas de protección contra incendio alternativos. Estos sistemas de protección deben ser instalados y diseñados de acuerdo con las normas apropiadas indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 1-1 Otros Sistemas de protección contra incendio

| TIPOS DE SISTEMAS | NORMA |
|--|--------------|
| Sistema de espuma baja expansión | NFPA 11 |
| Sistema de espuma de mediana y alta expansión | NFPA 11 A |
| Sistema de dióxido de carbono | NFPA 12 |
| Sistema de Halon 1301 | NFPA 12 A |
| Rociadores en viviendas uni y bifamiliares y en casas prefabricadas | NFPA 13 D |
| Rociadores en ocupaciones residenciales de máximo y que incluyan cuatro pisos de altura | NFPA 13 R |
| Sistemas de pulverización de agua. | NFPA 15 |
| Rociadores de agua-espuma por diluvio, sistemas de pulverización de agua espuma, sistemas de rociadores de agua-espuma cerrada. | NFPA 16 |
| Sistemas de extinción de químico seco. | NFPA 17 |
| Sistemas de extinción de químico húmedo. | NFPA 17 A |
| Sistemas de niebla de agua. | NFPA 750 |
| Sistemas de extinción contra incendio con agente limpio. | NFPA 2001 |

Fuente: (REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE TITULO J REQUISITOS DE PROTECCION CONTRA INCNEDIO EN EDIFICACIONES, 2010, pág. J26)

Se justifica entonces el estudio de la metodología de aplicación de agua nebulizada como alternativa para sistemas de protección contra incendio en edificaciones, con el objeto de cumplir requisitos establecidos en la normatividad vigente.

1.2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Actualmente y para dar cumplimiento a la normatividad en cuanto a la protección contra incendios, el Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente NSR-10, el cual establece que toda edificación deberá cumplir con requisitos mínimos de protección contra incendios, específicamente en el capítulo J de este reglamento se establecen estos requisitos, teniendo en cuenta el uso de la edificación y su grupo de ocupación.

Los constructores, administradores y propietarios están obligos a implementar sistemas de protección contra incendio, que son costosos y que implican la construcción de tanques de almacenamiento en concreto para la reserva de agua contra incendio, la compra de equipos de presión contra incendio certificados, la construcción de redes hidráulicas de tuberías y la consultoría a profesionales calificados.

1.2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La metodología de extinción de incendios en edificaciones con agua nebulizada puede ser usada como una alternativa a los rociadores automáticos para que las edificaciones cumplan con los requisitos establecidos por la normatividad Colombiana como sistema de protección contra incendio a un costo más bajo?

1.2.3 CASO DE ESTUDIO

Para efectos de la aplicación del presente trabajo de grado el caso de estudio corresponde al Hotel el Campin el cual está ubicado en la Carrera 25 No. 52 - 35 Teusaquillo, en la ciudad de Bogotá, actualmente está en proceso de consultoría para la implementación de un sistema de protección contra incendio para atender requerimientos de las autoridades competentes.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Según el informe de CAMACOL, (CAMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCION, DICIEMBRE 2013), en la última década y gracias al esfuerzo de la autoridad nacionales se ha mejorado los estándares de construcción en el país. En Colombia, la protección contra incendios en materia normativa inició con el Reglamento Técnico de Construcciones Sismo Resistentes, conocido comúnmente como la norma sismo resistente de 1998 (NSR-98).

Esta norma como máxima rectora en Colombia define los parámetros técnicos que deben tener las edificaciones, se establecen los requisitos mínimos que debe cumplir toda edificación para proteger vidas humanas y salvaguardar las edificaciones. Es en este sentido que la actualización de la NSR en 2010 marca un punto de partida importante en el tema de protección contra incendios.

Los rociadores automáticos y las tomas de bomberos se plantean entonces según la NSR 10 como el sistema de protección contra incendio a utilizar. La implementación de sistemas de rociadores automáticos es la metodología más utilizada actualmente en la protección contra incendios (JAIME, 2019), la norma para su instalación y diseño es la NFPA 13. En Colombia se desarrolló la NTC 2301, que corresponde al código para el suministro y distribución de agua para extinción de incendios.

El diseño y construcción de sistemas contra incendio con rociadores automáticos implican recursos económicos y constructivos en las edificaciones que impactan significativamente al proyecto limitando en algunos casos su implementación (NFPA JOURNAL LATINOAMERICANO, 2019). Estas limitaciones constructivas y económicas entonces justifican la necesidad de evaluar el uso de otras alternativas de protección contra incendios, para cumplir con los requisitos de establecidos en la NSR 10.

En el presente proyecto se plantea estudiar la alternativa de aplicar agua nebulizada como sistema de protección contra incendio alternativo, en proyectos donde la instalación de un sistema de rociadores por limitaciones de presupuesto o constructivas no se pueda aplicar.

El alcance de la presente investigación es de establecer una comparación de los costos y el cumplimiento de la normatividad colombiana entre el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada y rociadores automáticos en el proyecto de estudio que corresponde al Hotel el Campin en la ciudad de Bogotá.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la comparación de los costos y el cumplimiento de la normatividad colombiana entre el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada y rociadores automáticos en el caso de estudio que corresponde al Hotel El Campin en la Ciudad de Bogotá.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una revisión bibliográfica del marco normativo y legislativo en cuanto a sistemas de protección contra incendio en edificaciones en Colombia.

Identificar los requerimientos de diseño e instalación de un sistema de agua nebulizada como agente extintor de incendios en edificaciones teniendo en cuenta la norma NFPA 750.

Identificar los requerimientos de diseño e instalación de un sistema de rociadores automáticos como agente extintor de incendios en edificaciones teniendo en cuenta la norma NFPA 13.

Diseñar los sistemas de rociadores automáticos y agua nebulizada para el proyecto en estudio para poder estimar los costos de implementar cada uno del sistema de protección contra incendio.

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 SISTEMAS CONTRA INCENDIO CON AGUA NEBULIZADA

Según (Ortiz Rafael), el agua nebulizada es un sistema de control y extinción del fuego, utiliza el agua dividida en gotas de tamaño inferior a 1000 micras, de esta manera, se produce el enfriamiento del fuego, el desplazamiento del oxígeno por parte del vapor generado y la atenuación del calor radiante.

Cuanto más pequeñas son las gotas de agua, mayor es la superficie de contacto y, por lo tanto, mayor es la capacidad de absorción de calor, y en consecuencia el poder de extinción. Sin embargo, cuanto menor es el tamaño de la gota, menor es el poder de penetración en las corrientes térmicas provocadas por el fuego. Por ello, para aumentar la eficacia del sistema en la extinción de incendios, es necesario que se atomice el tamaño de la gota, y que la velocidad de las mismas sea alta, de forma que la velocidad compense su pequeña masa, y la cantidad de movimiento resultante permita la penetración de la gota en el penacho de gases calientes producido por el fuego, y alcance la base de las llamas. (Ortiz Rafael)

La eficacia del agua se basa en la acción conjunta de 3 acciones diferentes:

- Enfriamiento por absorción del calor, evaporación.
- Atenuación de la transmisión de calor, radiación.
- Desplazamiento del oxígeno en el foco del fuego, dilución

Según la (NFPA 750, 2015), la definición de un sistema de agua nebulizada (Water Mist System). Es un sistema de distribución conectado a un suministro de agua o a suministros de agua y medios de atomización, que está equipado con una o más boquillas capaces de proporcionar agua nebulizada prevista para controlar, suprimir o extinguir incendios y que ha demostrado cumplir con los requisitos de desempeño de su listado y de esta norma.

Según la (NFPA 750, 2015), el agua nebulizada se obtendrá por uno de los siguientes métodos:

- Descargando el líquido a altas velocidades, de forma que la diferencia de velocidades entre el líquido y el aire circundante, disperse el líquido en finas gotas.
- Descargando el líquido sobre una superficie fija, de tal manera que el impacto rompa la corriente del fluido en pequeñas gotas.
- Formando pequeñas gotas por la acción de atomizadores ultrasónicos o electrostáticos.
- Calentando el líquido por encima de su punto de ebullición, en un depósito presurizado y liberándolo súbitamente a la atmósfera

Lo más común para obtener un tamaño de gota adecuado es realizar la atomización descargando el líquido a alta velocidad, para lo cual se presuriza el agua con presiones altas del orden de 150 - 200 bar. Existen dos formas de propulsar el agua a estas presiones: Mediante un equipo de bombeo de alta presión, accionado por motor Diesel, eléctrico, o incluso por aire comprimido u otro tipo de gases como nitrógeno. El sistema de bombeo se compone de una bomba principal, una de reserva y una auxiliar o bomba neumática que supervisa la presión de la red. Presurizando el agua directamente mediante un gas, que habitualmente es nitrógeno, y se almacena en cilindros (Ortiz Rafael).

2.1.2 VENTAJAS DEL AGUA NEBULIZADA

Según (Ortiz Rafael), Los sistemas de agua nebulizada resuelven de forma eficaz, y fiable la mayor parte de sistemas de protección contra incendios, presentando como ventajas frente a otros sistemas:

- Economía del agente extintor.
- Mínimos daños sobre los elementos del riesgo protegido.
- Utilización de un volumen muy reducido de agua (normalmente inferior al 10% de la empleada con rociadores).
- No conduce la electricidad.
- Inocuidad para el personal y los equipos expuestos.
- No resulta asfixiante al mantener niveles superiores al 19 % de oxígeno durante la descarga.
- Controla el humo y arrastra y decanta los gases tóxicos y las partículas de la combustión. Alta capacidad de enfriamiento.
- Reducción drástica de la temperatura o enfriamiento de entorno.
- Mejora de las condiciones de accesibilidad.
- No es necesario que el recinto donde se produzca la descarga sea estanco.
- Posibilidad de realizar pruebas periódicas con un mínimo coste.
- 100% Ecológico. No perjudica al medioambiente, al utilizar únicamente agua y aire o nitrógeno.
- Eficaz para fuegos líquidos, inflamables y profundos. Posibilidad de descargas múltiples. Facilidad de recarga. Facilidad de mantenimiento

2.1.3 SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA

Un sistema de agua nebulizada corresponde a una red de distribución conectado a un suministro de agua o a suministros de agua y medios de atomización, que está equipado con una o más boquillas capaces de proporcionar agua nebulizada prevista para controlar, suprimir o extinguir incendios y que ha demostrado cumplir con los requisitos de desempeño de su listado y de esta norma. (Ortiz Rafael)

2.1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN

Los sistemas de presión alta corresponden un sistema de agua nebulizada donde la tubería del sistema de distribución está expuesta a presiones de 34.5 bar (500 psi) o mayores. Los sistemas de presión intermedia la tubería del sistema de distribución está expuesta a presiones mayores de 12.1 bar (175 psi), pero menores de 34.5 bar (500 psi). (Ortiz Rafael). Los sistemas de presión baja la tubería de distribución está expuesta a presiones de 12.1 bar (175 psi) o menos. (Ortiz Rafael).

La instalación de agua nebulizada como sistema de protección contra incendios está conformado por difusores conectados a una válvula de control que puede activarse de forma automática desde una detección automática o manual, permitiendo extinguir el incendio. Este diseño e instalación debe cumplir lo establecido en la NFPA 750. Los sistemas de protección contra incendios mediante agua nebulizada constituyen una alternativa a los sistemas gaseosos y en ciertas aplicaciones a las instalaciones de agua convencionales. (CORTES).

2.1.5 SISTEMAS DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Según (NFPA 13), un rociador automático es un dispositivo de supresión o control de incendios que opera automáticamente cuando su elemento termo activo es calentado hasta por encima de su clasificación térmica, permitiendo que el agua se descargue sobre un área específica.

Existen gran variedad de sistemas de rociadores automáticos incluidos en la NFPA 13, en el desarrollo del presente proyecto de grado se estudiará los sistemas de rociadores de tubería húmeda. El sistema de rociadores con tuberías húmeda emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene agua conectado a un abastecimiento, de tal forma que el agua se descargue inmediatamente desde los rociadores abiertos por el calor de un incendio.

2.2 MARCO TEÓRICO

El fundamento de teorías, normas y modelos, en el cual se desarrollará el presente trabajo de investigación se enmarcan en las normas de la NFPA. La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA), por sus siglas en inglés. La NFPA es una organización global sin fines de lucro autofinanciada, establecida en 1896, dedicada a eliminar muertes, lesiones, daños materiales y económicos debido a incendios, electricidad y peligros relacionados. (Asociación Nacional de Protección contra Incendios, 2019).

2.3 NORMA NFPA 750

La NFPA 750, corresponde a la norma para la instalación de sistemas de agua nebulizada, define los parámetros de diseño y de instalación para estos sistemas de protección contra incendio. La NFPA 750 detalla los requisitos generales, junto con las disposiciones para todos los tipos de sistemas de agua nebulizada, sus componentes y accesorios. (NFPA750, 2015)

2.4 NORMA NFPA 13

La NFPA 13, corresponde a la norma para la instalación de sistemas de rociadores automáticos, adelanta el modo en que se diseñan, instalan y mantienen los sistemas de rociadores automáticos como sistema de protección contra incendio.

El propósito de la norma NFPA13, es el de proporcionar un grado razonable de protección contra incendios para la vida humana y la propiedad, a través de la normalización de los requisitos

de diseño, instalación y prueba de los sistemas de rociadores incluyendo las tuberías principales de servicio contra incendio basándose en principios de ingeniería. (NFPA 13)

2.5 MARCO JURÍDICO

El reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10, es el código de referencia para la implementación de sistemas contra incendio en Colombia, para efectos del presente proyecto es el marco legal y normativo en el cual se desarrollará la investigación.

La versión del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 corresponde a su segunda actualización. La primera reglamentación sismo resistente nacional fue expedida por el Gobierno nacional por medio del Decreto 1400 del 7 de junio de 1984, la primera actualización, correspondiente al Reglamento NSR-98, fue expedida por medio del Decreto 33 del 9 de enero de 1998 y la segunda actualización, correspondiente al Reglamento NSR-10, se expidió por medio del decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

Las normas sismo resistentes presentan requisitos mínimos que en alguna medida garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de las normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad, como un subproducto de la defensa de la vida. Ningún Reglamento de sismo resistencia, en el contexto mundial, explícitamente exige la verificación de la protección de la propiedad, aunque desde hace algunos años existen tendencias en esa dirección en algunos países.

En el título J de la NSR 10, se establece que toda edificación deberá cumplir con requisitos mínimos de protección contra incendios, correspondientes al uso de la edificación y su grupo de ocupación. Para efectos de la aplicación de los requisitos que se establecen en este título se hace necesaria la clasificación de las edificaciones por grupos de ocupación. (MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2010)

2.6 ESTADO DEL ARTE

Según (CORTES), la investigación de sistemas de agua nebulizada como sistema de protección contra incendios, se inició a principios del siglo pasado, para la protección mediante agua nebulizada en forma de vapor de las salas de máquinas de barcos. Más adelante y hasta 1970, se aplicaron en incendios de líquidos inflamables y equipos eléctricos y electrónicos, pero la existencia de otros agentes extintores, cuya instalación resultaba más económica, frenaron su implementación.

El hecho trascendental ocurrió con el Protocolo de Montreal de 1987, por el que desapareció el uso de los halones como agentes extintores, activó la investigación y desarrollo de su instalación con un progresivo aumento en el número de sus instalaciones.

La utilización de estos sistemas de agua nebulizada, que utilizan agua potable o del mar, ha sido posible por la aprobación y certificación realizada por laboratorios oficiales de ensayo de las administraciones. Como Factory Mutual, Underwriter Laboratories, Vds, VTT, SPP, FRS, Norske Veritas, Lloyd Register of Shipping, Bureau Veritas, American Bureau y otros. Tanto en el diseño de las instalaciones como en la forma de aplicarlo, no existen unas pautas genéricas, sino que cada fabricante establece cómo realizarlos en función de sus investigaciones, ensayos y experiencias. (CORTES)

2.7 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON AGUA NEBULIZADA EN COLOMBIA

La investigación realizada por el Ing. Juan Navia, como trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de: Magíster en Ingeniería - Recursos Hidráulicos, es un buen punto de partida para poder realizar la comparación del sistema de rociadores automáticos y el sistema de agua nebulizada para el caso de estudio del presente proyecto de grado.

Una de las conclusiones más destacadas del proyecto de grado del Ing. Navia, corresponde a que los sistemas de agua nebulizada son más eficientes que los sistemas con rociadores automáticos por que se genera la supresión del fuego en corto tiempo, disminuyendo la temperatura generada y utilizando un mínimo porcentaje de la cantidad de agua requerido por un sistema con rociadores automáticos. (ORTIZ, 2018)

2.8 ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Teniendo en cuenta (AUTOMATIC SPRINKLER SYSTEM HANDBOOK), El primer sistema automático de extinción de incendios registrado fue patentado en Inglaterra en 1723 y consistía en un barril de Agua, una cámara de pólvora, y un sistema de fusibles. En 1852, un sistema de tubería perforada representó la primera forma de un sistema de rociadores utilizado en los Estados Unidos. En 1874, Henry S. Parmelee de New Haven, Connecticut, Patentado el primer rociador automático práctico.

La efectividad de los rociadores automáticos (JAIME, 2019), se tiene que analizar teniendo en cuenta las tendencias en las estadísticas de los incendios ocurridos, la información en la cual se basa el autor corresponde a datos de Estados Unidos, desafortunadamente en Colombia y en general en Latino América no existe un correcto registro de incendios con perdidas humanas y daños a edificaciones. (NFPA JOURNAL LATINOAMERICANO-JAIME MONCADA).

En el mes de junio del 2013, NFPA publicó su último informe sobre la experiencia de los rociadores automáticos en los EE.UU. (U.S. Experience with Sprinklers, John R. Hall, Jr, junio 2013, NFPA). Este informe una vez más confirma que los rociadores son un elemento altamente efectivo para la protección contra incendios. (JAIME, 2019).

En consideración podemos plantear y teniendo en cuenta las estadísticas de incendio registrados en Estados Unidos que un sistema contra incendio con rociadores automáticos es altamente efectivo para la protección de vidas y salvaguardar las edificaciones.

3 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico para realizar la comparación de los costos y el cumplimiento de la normatividad colombiana entre el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada y rociadores automáticos para el caso de estudio que corresponde al Hotel El Campin en la Ciudad de Bogotá, se estructuró inicialmente en la revisión bibliográfica de la normatividad vigente para sistemas de protección contra incendio en Colombia, seguida a esta revisión bibliográfica se establecieron los criterios de diseño determinantes para cada sistema y finalmente se elaboró un diseño para cada uno de los sistemas propuestos..

3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica del marco normativo y legislativo en cuanto a sistemas de protección contra incendio en edificaciones en Colombia, se centró en el estudio de la norma NFPA 13, la norma NFPA 750, y la norma NSR 10.

Tabla 3-1 Alcance de la revisión bibliográfica

| NORMA | ALCANCE |
|-------------------|---|
| Norma NSR 10 | Norma de construcción sismo resistente capitulo J y K |
| Norma NFPA 13 | Diseño, instalación, mantenimiento y pruebas de sistemas con rociadores automáticos |
| Norma NFPA 750 | Diseño, instalación, mantenimiento y pruebas de sistemas con agua nebulizada |
| Acuerdo 20 del 95 | Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá |

3.1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA NSR10

Teniendo en cuenta lo estipulado en (NSR10 MIN AMBIENTE, 2010). Las normas sismo resistentes presentan los requisitos mínimos que se deben cumplir, con el objeto de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de las normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene

una protección de la propiedad, como un subproducto de la defensa de la vida. (NSR10 MIN AMBIENTE, 2010)

En la norma sismo resistente se incluyen dos capítulos de importancia para el desarrollo del presente el cumplimiento de los objetivos del presente proyecto de grado que corresponden al TITULO J el cual establece los requisitos de protección contra incendio en edificaciones y el titulo K- que corresponde a requisitos complementarios en protección contra incendio en edificaciones.

3.1.2 TITULO J-REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Toda edificación deber cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendio establecidos en el capitulo J de la NSR10, correspondientes al uso de la edificación y su grupo de ocupación, de acuerdo a la tabla número 3-1, en consecuencia, el propósito del título J, es el de establecer los requisitos con base en las siguiente.

- Reducir en todo lo posible el riesgo de incendios en edificaciones.
- Evitar la propagación del fuego tanto dentro de las edificaciones como hacia estructuras aledañas.
- Facilitar las tareas de evacuación de los ocupantes de las edificaciones en caso de incendio.
- Facilitar el proceso de extinción de incendios en las edificaciones.
- Minimizar el riesgo de colapso de la estructura durante las labores de evacuación y extinción.

Para efectos de la aplicación de los requisitos que se establecen en el título J. se hace necesaria la clasificación de las edificaciones por grupos de ocupación. Según estos se utiliza la clasificación que se presenta en la siguiente tabla No. 3-1

Tabla 3-2 Grupos y subgrupos de ocupación.

| GRUPOS Y SUBGRUPOS DE OCUPACIÓN | CLASIFICACIÓN | SECCIÓN DE 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 PUBLICA | |
| I-5 | SERVICIO PUBLICO | |
| L | LUGARES DE REUNIÓN | K.2.7 |
| L-1 | DEPORTIVOS | |
| L-2 | CULTURALES Y TEATROS | |
| L-3 | SOCIALES Y RECREATIVOS | |
| L-4 | RELIGIOSOS | |
| L-5 | DE TRANSPORTE | |
| M | MIXTOS Y OTROS | K.2.8 |
| P | ALTA PELIGROSIDAD | K.2.9 |
| R | RESIDENCIAL | K.2.10 |
| R-1 | UNIFAMILIAR Y BIFAMILIAR | |
| R-2 | MULTI FAMILIAR | |
| R-3 | HOTELES | |
| T | TEMPORAL | |

Fuente: (NSR10 MIN AMBIENTE, 2010)

3.1.3 REQUISITOS GENERALES PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Se relacionan a continuación los requisitos generales de configuración arquitectónica, estructural, eléctrica, e hidráulica necesaria para la protección contra incendio en edificaciones y las especificaciones mínimas que deben cumplir los materiales utilizados con el propósito de proteger contra la propagación del fuego en el interior y hacia estructuras aledañas.

Tabla 3-3 REQUISITOS GENERALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

| COMPONENTE DE LA EDIFICACIÓN | REQUISITO |
|---|--|
| REDES ELÉCTRICAS, DE GAS Y OTROS FLUIDOS COMBUSTIBLES | Se deben instalar dispositivos que permitan la suspensión del servicio de gas o electricidad |
| REQUISITOS DE ACCESO A LA EDIFICACIÓN | Las condiciones de diseño y construcción de las edificaciones, sus fachadas y vanos deben facilitar la operación de los servicios de extinción de incendios. |
| SEPARACIÓN VERTICAL ENTRE ABERTURAS DE MUROS DE FACHADAS | Para las edificaciones de almacenamiento grupos A,C,F,P, que tengan mas de tres metros, deben contar con separaciones entre otras alturas a su alrededor. |
| HIDRANTES | Debe instalarse por lo menos, un hidrante según lo especificado en la tabla J.2.4.4.1., de la norma NSR 10. Cada hidrante debe tener suministro permanente de agua y debe tener por lo menos el caudal especificado en la tabla J.2.4.4.1. de la norma NSR 10 , ver anexo 1 |
| TOMA DE BOMBEROS | Todo edificio de más de cinco pisos deberá contar con la instalación de una red contra incendio, con válvula de retención, de uso exclusivo del cuerpo de bomberos, con por lo menos una salida por piso, (NORMA NFPA 14) |
| PREVENCIÓN DE LA PROPAGACIÓN DEL FUEGO AL INTERIOR | Toda área mayor a 1000 m ² , debe dividirse en áreas menores por medio de muros cortafuego, Las áreas mayores de 1000 m ² , que por su uso no puedan dividirse en la forma estipulada deben equiparse con medios de extinción de fuego consistentes en rociadores automáticos y extinguidores. |
| REQUISITOS DE RESISTENCIA CONTRA INCENDIOS EN LAS EDIFICACIONES | Todas las edificaciones se clasificarán, en función de los grupos de ocupación definidos en la tabla J.1.1-1, de la NSR10, |

| COMPONENTE DE LA EDIFICACIÓN | REQUISITO |
|---|--|
| CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES EN UNA CATEGORÍA DE RIESGO | Toda edificación debe clasificarse en una de las categorías de riesgo definidas en J.3.3.3.1. Dependiendo del grupo de uso de la edificación bajo estudio, esta clasificación se hace en función del área construida, de acuerdo a la tabla J.3.3.1 (anexo 2), o en función del potencial combustible, de acuerdo a la tabla J.3.3-2, (anexo 3). |
| DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA CONTRA FUEGO | El potencial combustible, o carga de fuego, se determina sumando en los recintos el producto de la masa de cada objeto. |
| | En ausencia de datos analíticos o experimentales sobre los materiales se puede referirse a los valores consignados en las tablas J.3.4-1 (anexo 4). |
| DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS | Se establecen las dotaciones de instalaciones de protección contra incendio con las que deben contar los edificios. |
| SISTEMAS Y EQUIPOS PARA DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS | Se deberán instalar equipos para la detección y alarma temprana contra incendios en las edificaciones clasificadas en los grupos y sub grupos de ocupación que se indican en la tabla J.4.2-1, de la NSR 10 (anexo 5). |

FUENTE (NSR10 MIN AMBIENTE, 2010)

3.1.4 SISTEMAS Y EQUIPOS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Toda edificación debe disponer de recursos para la extinción del fuego cuyas características dependen del grupo de uso en que se calcifiquen. Los sistemas y equipos deben diseñarse e instalarse de acuerdo a con los requisitos mínimos establecidos por la NSR 10. Luego de instalados, deben mantenerse periódicamente para garantizar su adecuada funcionalidad en cualquier momento. Los sistemas hidráulicos deben tener inspección, prueba y mantenimiento, las cuales se realizan de acuerdo a la norma NFPA 25.

3.1.5 SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Cuando por características propias de los productos del sistema de almacenamiento o de los equipos, se requieran otros sistemas de protección contra incendio o sean instalados con la aprobación de la autoridad competente como una alternativa equivalente, el diseño y la instalación del sistema, deberá estar de acuerdo con las normas apropiadas indicadas en la tabla J.4.3-1 de la norma NSR 10 título J. (anexo 6). Teniendo en cuenta lo anterior el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada se podrá presentar entonces como una alternativa de sistema de protección contra incendio en edificaciones.

3.1.6 GRUPO DE OCUPACIÓN R- 3 HOTELES

Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación residencial Hoteles (R-3), debe estar protegida por un sistema aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo a la última versión del código para el suministro y distribución de agua para la extinción de incendios en edificaciones, NTC 2301 y con la norma para la instalación de sistemas de rociadores, NFPA 13, teniendo en cuenta lo siguiente.

| REQUISITO | DESCRIPCIÓN |
|---------------------------------|---|
| ROCIADORES | Se debe instalar en la totalidad de edificaciones clasificadas en el subgrupo de ocupación residencial hoteles (R-3), que tengan más de cinco pisos o 15 m de altura lo que sea mayor. |
| | En toda el área de pisos para uso como estacionamientos ubicados bajo edificios clasificados en el subgrupo de ocupación residencial hoteles (R-3). |
| TOMAS FIJAS PARA BOMBEROS | Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación residencial hoteles R-3, debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extincion de incendios |
| | En la totalidad de edificaciones clasificados en el subgrupo de ocupación residencial hoteles (R-3) que tengan más de cinco pisos o 15 m de altura, o lo que sea mayor. |
| | En toda el área de pisos para uso como estacionamientos ubicados bajo edificios clasificados en el subgrupo de ocupación residencial hoteles (R-3). |

| REQUISITO | DESCRIPCIÓN |
|--------------------------------|--|
| | En edificios clasificados en el subgrupo de ocupación residencial hoteles (r-3), que tengan más de cinco pisos debe disponerse de un sistema de estaciones de mangueras de 38mm de diámetro en toda su altura. |
| EXTINTORES DE FUEGO PORTÁTILES | Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación residencial hoteles (R-3) debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego |

3.1.7 TITULO K-REQUISITOS COMPLEMENTARIOS DE PROTECCIÓN

El propósito del TITULO K- requisitos complementarios de protección contra incendios en edificaciones es el de definir parámetros y especificaciones arquitectónicas y constructivas tendientes a la seguridad y la preservación de la vida de los ocupantes usuarios de las distintas especificaciones cubiertas por el alcance.

En el grupo de ocupación residencial (R), se clasifican las edificaciones o espacios empleados como vivienda familiar o de grupos de personas como o como dormitorios con o sin instalación de alimentaciones. El grupo de ocupación residencial R, está constituido por los subgrupos de ocupación residencial unifamiliar y bifamiliar (R1), residencial multi familiar (R2), y residencial para hoteles (R3).(anexo 7).

3.2 ACUERDO 20 DE 1995

Por el cual se adopta el Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá, se fijan sus políticas generales y su alcance, se establecen los mecanismos para su aplicación, se fijan plazos para su reglamentación prioritaria y se señalan mecanismos para su actualización y vigilancia.

3.2.1 CAPÍTULO D.7 SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Las disposiciones de este capítulo establecen y controlan los requisitos mínimos para el diseño, instalación y mantenimiento de los elementos dispuestos en las edificaciones del Distrito Especial de Bogotá para detectar y combatir incendios.

Además de los requisitos establecidos en este capítulo deben tenerse en cuenta las normas aplicables dadas por el Cuerpo de Bomberos de Bogotá y las normas y especificaciones aplicables preparadas por el ICONTEC. (ALCALDIA DE BOGOTA, s.f.).

3.2.2 COMPETENCIA DE BOMBEROS DE BOGOTÁ Y NORMAS APLICABLES

El cuerpo oficial de bomberos es la autoridad que requiere a los constructores o propietarios de establecimiento donde se requiera la revisión sobre planos o en sitio de condiciones de seguridad humana y sistemas de protección contra incendio, que incluyen la revisión del diseño arquitectónico, diseño espacial de un proyecto dentro del cual se establecen áreas, espacios, circulaciones, pasillos, escaleras, rampas, puertas, salidas, cargas ocupacionales, materiales, acabados, etc, diseño hidráulico del sistema de protección contra incendio: diseño de todas las redes hidráulicas dispuestas para el proyecto desde la acometida hasta los puntos finales, pasando por los sistemas de almacenamiento, distribución, presión, etc., especificando además los diámetros y materiales de tuberías.:

Los proyectos se revisarán de acuerdo a la normativa vigente conforme a la construcción y/o modificación del mismo, por lo tanto, a nivel general se revisará el acuerdo 20 de 1995, NSR-98 y/o NSR10 según aplique al proyecto, así como las normas técnicas colombianas que la respectiva norma lo exija. (CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTA, s.f.)

3.3 REVISIÓN BIBLIO GRAFICA DE LA NORMA NFPA 750

Según lo establecido en la norma NFPA 750 (NFPA750, 2015), en la cual se establecen los requisitos mínimos para el diseño, instalación, mantenimiento y pruebas se sistemas de protección contra incendios con agua nebulizada, relacionamos a continuación los requisitos a tener en cuenta para la correcta aplicación de este sistema de extinción para el caso de estudio.

3.3.1 SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA

Un sistema de agua nebulizada, es un sistema de distribución conectado a un suministro de agua y un medio atomizador que está equipado con una o más boquillas capaces de descargar agua nebulizada para control, supresión extinción de incendios y que ha demostrado que cumple los requisitos de eficacia de su listado y estándar. Existen diferentes sistemas de agua nebulizada. (NFPA750, 2015).

Los sistemas más utilizados de agua nebulizada según la NFPA 750 se pueden clasificar de acuerdo a la tabla 3-3.

Tabla 3-4 Sistemas de agua nebulizada

| TIPO DE SISTEMA | DESCRIPCIÓN |
|---|--|
| SISTEMA DE TUBERÍA SECA | Es un sistema de agua nebulizada que usa boquillas automáticas unidas a un sistema de tuberías que contiene aire, nitrógeno o gas inerte a presión, cuya liberación (como por la apertura de una boquilla automática |
| SISTEMAS DISEÑADOS DE AGUA NEBULIZADA | Estos sistemas precisan un cálculo y diseño individuales para determinar los caudales, presiones en boquillas, tamaño de tubería, área o volumen protegido por cada boquilla, densidad de descarga de agua nebulizada, número y tipos de boquillas y posición de boquillas en un sistema específico. (750, 2006) |
| SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA DE APLICACIÓN LOCAL | Es un Sistema de agua nebulizada dispuesto para descargas directamente sobre un objeto o riesgo en |

| TIPO DE SISTEMA | DESCRIPCIÓN |
|--|---|
| | una condición cerrada, abierta o en el exterior. (750, 2006) |
| SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA DE PREACCIÓN | Un Sistema de agua nebulizada usando boquillas automáticas unidas a un sistema de tubería que contiene aire a presión o sin presión, con un sistema suplementario de detección instalado en la misma área que las boquillas de nebulización. La actuación del sistema de detección sobre una válvula que permite que el agua fluya por la tubería del sistema y descargue a través de todas las boquillas abiertas del sistema. (750, 2006) |
| SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA PREDISEÑADO | Estos sistemas tienen prediseñados los caudales, presiones en boquillas y cantidades de agua. (750, 2006) |

Fuente: (NFPA750, 2015)

3.3.2 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA

Un sistema de agua nebulizada es un sistema de protección contra incendios que emplea pulverización muy fina de agua. Las gotas de agua muy pequeñas permiten al agua nebulizada controlar o extinguir incendios mediante el enfriamiento de la llama y de la pluma del fuego, el desplazamiento del oxígeno mediante el vapor de agua y la atenuación del calor radiante. (NFPA750, 2015) (Ortiz Rafael)

3.3.3 APLICACIONES DE SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA

Los sistemas de agua nebulizada deberán permitir el empleo con un amplio campo de objetivos de eficacia, incluyendo los siguientes:

- Extinción de incendios
- Supresión de incendios
- Control de incendios

- Control de la temperatura
- Proyección contra exposición

3.3.4 COMPONENTES Y EQUIPOS DE UN SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA

El sistema de protección contra incendio a base de agua nebulizada deberá proporcionar los requisitos para el uso correcto de los componentes de un sistema de agua nebulizada. Todos los componentes de un sistema de agua nebulizada deberán estar listados para el uso previsto. La Presión de trabajo de los componentes del sistema deberán tener una presión nominal de trabajo equivalente a la máxima presión de trabajo a la que están expuestos, pero no inferior a 12,1 bar (175 psi). Todos los componentes de sistemas de agua nebulizada deberán ser de materiales resistentes a la corrosión.

Tabla 3-5 Componentes del sistema agua nebulizada

| COMPONENTES DEL SISTEMA | DESCRIPCIÓN |
|-------------------------|---|
| TUBERÍAS | Todas las tuberías, válvulas y accesorios, desde el filtro del sistema hasta la boquillas, deberán tener una resistencia a la corrosión al menos equivalente a la especificad para la tubería. Deberá permitirse el curvado de tubería según lo indique el listado. Se debe tener en cuenta la tabla 5.3.3.1, de la norma NFPA 750 en la cual se establecen los estándares para tuberías y tubos. (Anexo 8) |
| ACCESORIOS | Todos los accesorios usados con las tuberías descritas en 5.3.1 deberán tener una resistencia a la corrosión. Se debe tener en cuenta la tabla (5.4.2.1), de la Norma NFPA 750 en la cual se establecen los estándares para accesorios (Anexo 9) |
| SOPORTES | Los soportes deberán estar listados para el uso que se prevé para la tubería o tubo. Los soportes deberán ser diseñados para resistir cinco veces el peso de la tubería o tubo llenos de gas o agua, según el uso de la tubería o tubo en el sistema, más 114 kg (250 lb) en cada punto de suportación. |
| VÁLVULAS | Todas las válvulas deberán estar listadas para el uso previsto. |
| FILTRO | Deberá proporcionarse un filtro aguas abajo de cada sistema de suministro de agua. |

| COMPONENTES DEL SISTEMA | DESCRIPCIÓN |
|---|--|
| DETECCIÓN, ACTUACIÓN ALARMA Y SISTEMAS DE CONTROL | Los sistemas de detección, actuación, alarma y control deberán ser instalados, probados y mantenidos de acuerdo con los estándares de de sistemas de señalización de protección de la NFPA. |
| SISTEMAS AUTOMÁTICOS | Cuando se usa un sistema de detección para activar el sistema de agua nebulizada y el sistema de aditivos la actuación y la detección deberán ser automáticas. |
| BOQUILLAS | <p>Deben ser listadas y deben contar con la siguiente información</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riegos específicos y objetivos de la protección (2) • Características del flujo volumétrico de la descarga de agua para cada boquilla • Altura máxima del espacio protegido • Distancia mínima entre puntas de boquillas o difusor, según proceda, y plano de la protección • Separación máxima entre boquillas • Área máxima de cobertura por boquilla. • Separación mínima entre boquillas • Separación máxima de las boquillas a paredes • Presiones máximas y mínimas de operación de las boquillas • Ángulo de orientación permisible respecto a la vertical para la boquilla • Clasificación de las características de respuesta térmica |

3.3.5 BOQUILLAS ACTIVADAS TÉRMICAMENTE

La temperatura estándar de accionamiento de boquillas individuales activadas térmicamente deberá ser la mostrada en la Tabla 5.6.7.1. 5.6.7.2 de la NORMA NFPA 750, (anexo 10). Las boquillas individuales activadas térmicamente deberán estar coloreadas según el código de color indicado en la Tabla 5.6.7.1.

3.3.6 BOMBAS

Las bombas para agua nebulizada deberán ser instaladas de acuerdo con NFPA 20, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. El caudal de las bombas

deberán estar diseñadas con un caudal de acuerdo con los requisitos de instalación. Las bombas capaces de sobre presurizar el sistema deberán estar provistas de medios adecuados de liberación de presión para evitar un incremento excesivo de presión y temperatura. La sobrepresión no deberá exceder la presión de trabajo del sistema de tuberías. Las bombas deberán arrancar automáticamente al actuar el sistema. Las bombas no deberán aspirar en condiciones de aspiración negativa. La condición de aspiración de la bomba deberá estar inundada o bajo presión, siempre que la presión disponible de entrada alcance o supere la mínima presión neta positiva de aspiración requerida según el fabricante (NPSHR).

Cuando las vibraciones de la bomba afecten al funcionamiento de los manómetros, éstos deberán estar aislados para evitar daños. Las instalaciones de bombeo deberán tener una placa metálica que contenga la información siguiente:

- Caudal y presiones nominales de cada bomba.
- Caudal del conjunto de bombeo con todas las bombas en funcionamiento.
- Caudal de cada válvula de entrada cuando hay una para cada bomba.
- Caudal de la válvula de entrada del colector cuando hay uno para todo el conjunto de bombeo.
- Ajuste de presión de cada válvula de entrada

3.3.7 REQUISITOS DE INSTALACIÓN PARA UN SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA

Los sistemas de agua nebulizada deberán describirse mediante los siguientes cuatro parámetros:

1. Aplicación del sistema
2. Tipo de boquilla
3. Método de funcionamiento del sistema
4. Tipo de medio del sistema

Las aplicaciones del sistema deberán ser de una de las tres categorías siguientes:

1. Sistemas de aplicación local
2. Sistemas de aplicación total a un recinto
3. Sistemas de aplicación por zonas

Tabla 3-6 Sistemas de aplicación de agua nebulizada

| | |
|--|--|
| SISTEMAS DE APLICACIÓN LOCAL. | Los sistemas de aplicación local están diseñados e instalados para proporcionar una completa distribución de agua nebulizada alrededor de del riesgo u objeto protegido. |
| SISTEMAS DE APLICACIÓN TOTAL A UN RECINTO | Los sistemas de aplicación total a un recinto están diseñados e instalados para proporcionar protección completa a un recinto o espacio. |
| SISTEMAS DE APLICACIÓN POR ZONAS | Los sistemas de aplicación por zonas son un subconjunto del sistema a un recinto y están diseñados para proteger una porción predeterminada del recinto mediante la actuación de un grupo seleccionado de boquillas. |

FUENTE: (NFPA750, 2015)

3.3.8 TIPOS DE BOQUILLAS

Las boquillas de agua nebulizada deberán ser clasificadas según uno de los tres tipos siguientes:

- Automático
- No automático
- Híbrido

3.3.9 MÉTODOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Los sistemas de agua nebulizada deberán funcionar mediante uno de los siguientes métodos:

Tabla 3-7 Funcionamiento de los sistemas de agua nebulizada

| | |
|---------------------------------|---|
| SISTEMAS DILUVIO | Los sistemas diluvio deberán emplear boquillas no automáticas (abiertas) unidas a un sistema de tubería conectado al suministro(s) de fluido mediante una válvula controlada por un sistema independiente de detección instalado en la misma área que las boquillas de agua nebuliza. Cuando la(s) válvula(s) es(son) activada(s), el fluido deberá fluir por el sistema de tubería y descargar por todas las boquillas unidas al mismo. |
| SISTEMAS DE TUBERÍA SECA | Los sistemas de tubería seca deberán emplear boquillas automáticas unidas a un sistema de tubería presurizado con agua hasta las boquillas. Los sistemas de preacción deberán emplear boquillas automáticas unidas a un sistema de tubería conteniendo un gas presurizado con un sistema suplementario independiente de detección instalado en la misma área que las boquillas. El funcionamiento del sistema de detección deberá activar un dispositivo de liberación que abra la válvula, presurizando la red de tubería con agua hasta las boquillas |

3.3.10 TIPOS DE MEDIOS DEL SISTEMA

Los sistemas de agua nebulizada deberán ser clasificados mediante dos tipos de medios de sistema:

- Fluido único
- Fluido doble

3.3.11 REQUISITOS DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA

Los dispositivos y materiales deberán estar instalados de acuerdo con su listado. Los componentes del sistema deberán estar situados, instalados o adecuadamente protegidos para no estar sometidos a daños mecánicos, químicos o de otro tipo que pudieran hacerlos no operativos.

Tabla 3-8 Requisitos de instalación agua nebulizada

| COMPONENTE | REQUISITO |
|---|--|
| BOQUILLAS | Las boquillas deberán ser instaladas de acuerdo con el listado del fabricante. |
| | Las alturas máxima y mínima de las boquillas deberán estar de acuerdo con el listado del fabricante. |
| | Las distancias máxima y mínima entre boquillas deberán estar de acuerdo con el listado del fabricante. |
| | Las distancias máxima y mínima de las boquillas a paredes o divisiones deberán estar de acuerdo con el listado del fabricante. |
| | Cuando la temperatura máxima en el techo no supera 38°C (100°F), se deberá permitir el uso general de boquillas de temperatura ordinaria. |
| | Cuando la temperatura máxima en el techo supera 35°C (10°F), deberán usarse boquillas con temperatura de actuación de acuerdo con la máxima temperatura ambiente según las Tabla 5.6.7.1. |
| TUBERÍAS Y TUBOS | Las tuberías y tubos para sistemas de agua nebulizada deberán ser instalados de acuerdo con el manual de instalación del fabricante. |
| PRESIÓN DE TRABAJO | Todos los sistemas de tubería, tubo y mangueras deberán tener como presión de trabajo la presión máxima a la que están expuestos. Cualquier tubería, tubo manguera flexibles, o combinación de ellos, deberán ser construidos e instalados de acuerdo con el listado del fabricante |
| SOPORTES | La tubería del sistema deberá estar soportada mediante elementos estructurales independientes de los de revestimiento del techo para evitar movimiento lateral y horizontal al actuar el sistema. Los soportes de tubería deberán estar espaciados según la Tabla 7.3.5.2. 7.3.6 (anexo 11). |
| DRENAJE DEL SISTEMA. | Todos los accesorios y tuberías del sistema deberán estar instalados de modo que pueda drenarse la totalidad del sistema. |
| ACCESORIOS. | Todos los accesorios de sistemas deberán ser instalados de acuerdo con el listado del fabricante. Para sistemas de Baja Presión. Deberán ser conformes con NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems. . Todos los accesorios deberán tener la máxima presión de trabajo a la que están expuestos. |
| RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO O DE GAS Y AGUA. | Los recipientes y accesorios deberán ser instalados de modo que se facilite la inspección, pruebas, recarga y otros mantenimientos y la interrupción de la protección se reduzca al mínimo. Los recipientes de almacenamiento deberán ubicarse tan cerca como sea posible del riesgo dentro de los riesgos que protegen y no deberán estar expuestos a daños por exposición al fuego o mecánicos de modo que afecte a su funcionamiento. |
| BOMBAS Y CONTROLADORES DE BOMBAS | Las bombas deberán estar dimensionadas para cumplir la demanda de caudal requerida por el sistema, a la presión mínima del sistema, según se determine mediante cálculo hidráulico. Las bombas deberán arrancar automáticamente y deberá suministrar agua al sistema de agua nebulizada hasta que se paren manual o automáticamente. |

| COMPONENTE | REQUISITO |
|-----------------------------|---|
| DRENAJE DEL SISTEMA. | Todos los accesorios y tuberías del sistema deberán estar instalados de modo que pueda drenarse la totalidad del sistema. |

3.4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA NORMA NFPA 13

La NFPA 13, corresponde a la norma para la instalación de sistemas de rociadores automáticos, adelanta el modo en que se diseñan, instalan y mantienen los sistemas de rociadores automáticos como sistema de protección contra incendio.

El propósito de la norma NFPA13, es el de proporcionar un grado razonable de protección contra incendios para la vida humana y la propiedad, a través de la normalización de los requisitos de diseño, instalación y prueba de los sistemas de rociadores incluyendo las tuberías principales de servicio contra incendio basándose en principios de ingeniería. (NFPA 13).

Un aspersor automático o rociador automático es un dispositivo de supresión o control de incendios que funciona automáticamente, cuando está activado el elemento termo sensible se calienta a su clasificación térmica o superior, permitiendo que el agua descarga sobre un área especificada.

El control de fuego consiste en que mediante la aplicación de agua limitar el tamaño de un incendio mediante la distribución de agua para disminuir la tasa de liberación de calor y prehumectación combustibles adyacentes, mientras se controla el gas del techo y las temperaturas para evitar daños estructurales.

La supresión de incendios con rociadores automáticos consiste en reducir drásticamente la velocidad de liberación de calor de un incendio y evitar su rebrote mediante la aplicación directa y suficiente de agua a través de la columna de fuego.

El sistema de diseño hidráulico es un sistema de rociadores calculado en el que los tamaños de tubería se seleccionan en función de la pérdida de presión para proporcionar una densidad de agua prescrita, en galones por minuto por pie cuadrado (mm / min), o una presión de descarga mínima prescrita o flujo por aspersor, distribuido con un grado razonable de uniformidad sobre un área específica.

Una metodología para el diseño de sistemas hidráulicos de rociadores corresponde al “Pipe Schedule System”, o sistemas de tuberías por tabla, el cual corresponde al dimensionamiento de diámetros para tuberías de sistema de rociadores en el que el tamaño de la tubería está determinado por la clasificación de ocupación y el número determinado de los rociadores que pueden ser suministrados con un diámetro específico de tubería.

3.4.1 SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Un sistema de rociadores, para fines de protección contra incendios, corresponde a un sistema integrado de tuberías diseñadas de acuerdo con la ingeniería de protección contra incendios y las normas vigentes. La instalación incluye al menos un suministro de agua automático que suministra a uno o más sistemas. La porción del sistema de rociadores sobre el suelo es una red de tuberías dimensionadas o diseñadas hidráulicamente instaladas en un edificio, estructura o área, generalmente arriba y en la que aspersores están conectados en un patrón sistemático. Cada sistema tiene una válvula de control ubicada en la tubería vertical del sistema o en su tubería de abastecimiento. Cada sistema de rociadores incluye un dispositivo que acciona una alarma cuando el sistema está en funcionamiento.

Tabla 3-9 Sistemas de rociadores automáticos

| | |
|-----------------------------------|--|
| SISTEMAS DE TUBERÍAS SECAS | sistema de tuberías que contiene aire o nitrógeno bajo presión, cuya liberación tal como ocurre la apertura de un rociador permite que la presión del agua abra una válvula conocida como válvula de tubería seca, y el agua fluye entonces dentro del sistema de tuberías y sale por los rociadores abiertos. |
|-----------------------------------|--|

| | |
|---|---|
| SISTEMAS DE TUBERÍAS HÚMEDAS | son sistemas de rociadores que emplean rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene agua conectados a un abastecimiento de agua de tal forma que el agua se descargue inmediatamente desde los rociadores abiertos por el calor de un incendio |
| SISTEMAS DE ROCIADORES ANTICONGELANTE, | sistema de tuberías húmedas, que emplea rociadores automáticos que están conectados a un sistema de tuberías que contiene anticongelante |

Fuente: (NFPA 13)

3.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ROCIADORES

Las características de los rociadores, están definidas por su capacidad para controlar o extinguir un incendio y está determinado por:

Tabla 3-10 Características de los rociadores

| | |
|-----------------------------|---|
| SENSIBILIDAD TÉRMICA | La sensibilidad térmica, es una medida de la rapidez con la que el elemento térmico se activa. Los rociadores se clasifican como de respuesta rápida o respuesta estandar. rociadores. |
| COBERTURA | Otros tipos de rociadores definidos en la norma NFPA 13 corresponde a los rociadores de cobertura extendida, rociador de gota grande, boquillas, rociadores abiertos los cuales no tiene elemento termo sensible, rociadores de respuesta rápida y supresión temprana (QRES), rociador de respuesta rápida y cobertura extendida, rociador de respuesta rápida (QR), rociador residencial, rociadores especial, rociadores pulverizado. |
| ORIENTACIÓN | rociadores ocultos son los que están empotrado con placas de cubierta, rociador para empotrar es el que todo el cuerpo o una parte, incluyendo el extremo roscado, está montado por encima del plano inferior del cielo raso. Los rociadores colgantes son diseñados para ser instalado de tal manera que la corriente de aguas se dirija hacia abajo contra el deflector. |
| | Los rociadores de pared cuentan con deflectores especiales que están diseñados para descargar la parte del agua lejos de la pared adyacente |

Fuente: (NFPA 13)

3.4.3 CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES

La clasificación de ocupación en la norma NFPA 13 se refiere únicamente a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de los rociadores.

Tabla 3-11 Clasificación de las ocupaciones según la NFPA

| TIPO DE OCUPACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|------------------------------|--|
| OCUPACIONES DE RIESGO LIGERO | las ocupaciones de riesgo ligero deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor. |
| RIESGO ORDINARIO GRUPO 01 | Las ocupaciones de riesgo ordinario grupo 1, deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustible es moderada, las pilas de almacenamiento de combustible no superan los 2.4m, y se esperan incendio con un índice de liberación de calor moderado. |
| RIESGO ORDINARIO GRUPO 02 | Las ocupaciones del grupo ordinario 02, deberán definirse como las ocupaciones o parte de las ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es moderada y alta, donde la pilas de almacenamiento con un índice de liberación de calor moderado no superen los 3.66 m, y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado no superen los 2.4 m. |
| OCUPACIÓN RIESGO EXTRA | Las ocupaciones de riesgo extra grupo 01, deberán definirse como las ocupaciones o parte de las ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas u otros materiales que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calor pero con poco liquido inflamable. |

Fuente : (NFPA 13)

3.4.4 COMPONENTES Y ACCESORIOS DEL SISTEMA

La noma NFPA 13 establece los requisitos para el correcto uso de los componentes del sistema de rociadores debe cumplir con las siguientes especificaciones.

Tabla 3-12 Componentes del sistema de rociadores

| | |
|-----------------|--|
| ROCIADOR | Solo deberán instalarse rociadores nuevos, todos los rociadores deberán marcarse de manera permanente con un símbolo de fabricante que permita identificar sus características de funcionamiento. |
| | Las características de descarga relativa de los rociadores deben estar indicados según NFPA 13 (ver anexo 12), (ver anexo 13). |
| TUBERÍAS | Las tuberías y materiales deben estar acorde con lo establecido en la NFPA 13 (ver anexo 14). Los accesorios utilizados en los sistemas de rociadores deberán cumplir o superar las normas de la norma NFPA 13 (ver anexo 15). |

Fuente: (NFPA 13)

3.4.5 REQUISITOS DE INSTALACIÓN

Los requisitos básicos que debe cumplir un sistema de rociadores automáticos corresponden a:

Tabla 3-13 Requisitos de instalación

| | |
|-------------------|---|
| ROCIADORES | Los rociadores deberán instalarse en la totalidad de la edificación |
| ROCIADORES | Los rociadores se ubican de manera tal que no excedan el ara máxima de cobertura de cada rociador. |
| ROCIADORES | Los rociadores deberán posicionarse y ubicarse de manera que brinden un desempeño satisfactorio con respecto al tiempo de activación y a la distribución. |
| VÁLVULAS | Las válvulas y manómetros del sistema deben ser accesibles para su operación inspección y mantenimiento. |

3.4.6 ÁREA DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA

La superficie máxima de piso de cualquier planta que deba protegerse por rociadores, abastecidos por cualquier tubería vertical del sistema de rociadores o tubería vertical del sistema deberá cumplir con los siguientes parámetros.

Tabla 3-14 Limitaciones del área de protección del sistema

| TIPO DE RIESGO | ÁREA MÁXIMA M2 |
|--------------------|----------------|
| RIESGO LEVE | 4.831 |
| RIESGO ORDINARIO | 4.831 |
| RIESGO EXTRA | |
| SISTEMA POR TABLA | 2.323 |
| SISTEMA HIDRÁULICO | 3.716 |

Fuente: (NFPA 13)

Para el método área/densidad, las áreas de diseño de los sistemas de rociadores el área de diseño depende del tipo de riesgo de la ocupación, según (NFPA 13) Para las áreas de operación de rociadores para ocupaciones de riesgo ligero y ordinario el área de diseño corresponderá a 1500 pies² (139 m²) , para ocupaciones de riesgo extra el área de diseño corresponderá a 2500 pies² (232 m²).. (NFPA 750, 2015) (Ortiz Rafael) (NFPA 13)

Tabla 3-15 Área de diseño para rociadores automáticos

| RIESGO DE LA OCUPACIÓN | ÁREA DE DISEÑO |
|------------------------|--|
| Riesgo ligero | 1500 pies ² (139 m ²) |
| Riesgo ordinario | 1500 pies ² (139 m ²) |
| Riesgo extra | 2500 pies ² (232 m ²) |

Fuente : (NFPA 13) (NFPA750, 2015)

3.4.7 ROCIADOR ESTANDAR CON DEFLECTORES MONTANTES Y PENDIENTES.

- El ancho máximo permitido de obstrucción es de 1.2m
- La distancia mínima a la pared será de 4”.
- La distancia mínima entre rociadores es de 1.8 m
- La distancia ente el cielo raso y el deflector es de 1 a 12”
- La máxima área de protección por rociador será de 20.9 m2.

3.4.8 ÁREA PROTEGIDA Y ESPACIAMIENTO MÁXIMO ROCIADORES NORMALES MONTANTES Y COLGANTES

A partir de la norma NFP 13, se construye la siguiente tabla.

Tabla 3-16 ESPACIAMIENTO MÁXIMO

| TIPO DE CONSTRUCCIÓN | RIESGO LIGERO | | RIESGO ORDINARIO | | RIESGO EXTRA | | ALMACENAMIENTO | |
|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| No obstruida | Área de Protección | Espaciamento Máximo | Área de Protección | Espaciamento Máximo | Área de Protección | Espaciamento Máximo | Área de Protección | Espaciamento Máximo |
| | 21 m2 | 4.57 m | 12 m2 | 4.57 m | 9.3 m2 | 3.66 m | 9.3 m2 | 3.66 m |
| Obstruida | Área de Protección | Espaciamento Máximo | Área de Protección | Espaciamento Máximo | Área de Protección | Espaciamento Máximo | Área de Protección | Espaciamento Máximo |
| | 15.6 m2 | 4.57 m | 12 m2 | 4.57 m | 9.33 m2 | 3.66 m | 9.33 m2 | 3.66 m |

Fuente: (NFPA 13)

3.4.9 CONEXIONES DE MANGUERAS

Para las conexiones de manguera de diámetro 1 1/2 en el caso de ser requeridas, solo para el uso de las redes contra incendio, estas solo deben conectarse a sistemas de rociadores del tipo tubería húmeda.

3.4.10 SOPORTES

Los soportes a utilizar en sistemas de protección contra incendios deben soportar 5 veces el peso de la tubería llena más 144 Kg.

- El espaciamiento entre cada soporte para diámetro de 1 ½ y superiores es de 4.5m.
- Se debe instalar un soporte por cada sección de tubería.
- Se debe instalar un soporte a no menos de 3” del eje de un rociador tipo up right

3.4.11 PROTECCIÓN CONTRA SISMOS Y TERREMOTOS

Se debe proporcionar acoples de tuberías flexible listados que usas extremos de tubería ranurada como uniones flexibles, para permitir que las secciones individuales de tubería de 2 ½ o mayores se muevan diferencialmente respecto a las secciones particulares del edificio a las cuales estén fijadas.

3.4.12 SOPORTES ANTISÍSMICOS

Se debe incluir en la instalación de redes contra incendio soportes anti sísmicos, teniendo en cuenta las siguientes condiciones.

- La separación máxima entre soportes anti sismos debe ser de 12.2m
- Deben ir en las tuberías principales y transversales de alimentación.
- Los soportes longitudinales deben tener una separación máxima de 24,4m
- Se deben instalar en las tuberías principales y trasversales de alimentación

3.4.13 CRITERIOS DE DISEÑO

Para la elaboración de diseños de un sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos se deben tener en cuenta los siguientes criterios de diseño.

Tabla 3-17 Parámetros de diseño para rociadores

| PARÁMETRO |
|--|
| Clasificación del Riesgo |
| Área máxima de protección por rociador |
| Área de diseño |
| Separación máxima entre rociadores |
| Mínima distancia entre rociadores |
| Distancia mínima a muros |
| Distancia máxima a muros |
| Densidad de aplicación según Riesgo |
| Clasificación de la edificación |
| Área de construcción |
| Altura de la edificación |

Fuente: (NFPA 13)

Para determinar los requisitos mínimos de abastecimiento de agua para las ocupaciones de riesgo ligero y riesgo ordinario protegidas por sistemas de tuberías húmedas se debe tener en cuentas as tabla no. 11.2.1. de la norma NFPA 13.

Tabla 3-18 Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de rociadores por tablas

| CLASIFICACIÓN DE LA OCUPACIÓN | PRESIÓN RESIDUAL MÁXIMA REQUERIDA | | FLUJO ACEPTABLE EN LA BASE DE LA TUBERÍA | | DURACIÓN |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----|--|-----------|----------|
| | psi | bar | gpm | l/min | minutos |
| | | | | | |
| RIESGO LIGERO | 15 | 1 | 500-750 | 1893-2839 | 30-60 |
| RIESGO ORDINARIO | 20 | 1,4 | 850-1500 | 3218-5678 | 60-90 |

Fuente : (NFPA 13)

Deberá utilizarse para determinar los requisitos mínimos de abastecimiento de agua para las ocupaciones de riesgo ligero y ordinario protegidas por sistemas con las tuberías dimensionadas de acuerdo con el método de las tablas de cálculo la tabla 11.2.2.2 de la norma NFPA 13

El requisito de abastecimiento de agua solo para los rociadores deberá calcularse a partir de las densidades/área, teniendo en cuenta la figura 11.2.3.1 (ver anexo16). Cuando se utiliza esta metodología se deberá garantizar el requerimiento de abastecimiento de agua todos los puntos individuales sobre la curva densidad/área apropiada.

3.5 REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA EL HOTEL EL CAMPIN

El Hotel el Campin, está localizado en la carrera 25 no 52-35 en Bogotá, a 600 metros del estadio El Campin, ofrece una terraza y 51 habitaciones. El establecimiento se encuentra clasificado como un hotel tres estrellas. Está ubicado a 2,2 km del centro internacional de exposiciones Corferias y a 3,8 km de la zona T. Entre los lugares de interés de la zona se incluyen el cerro de Monserrate.

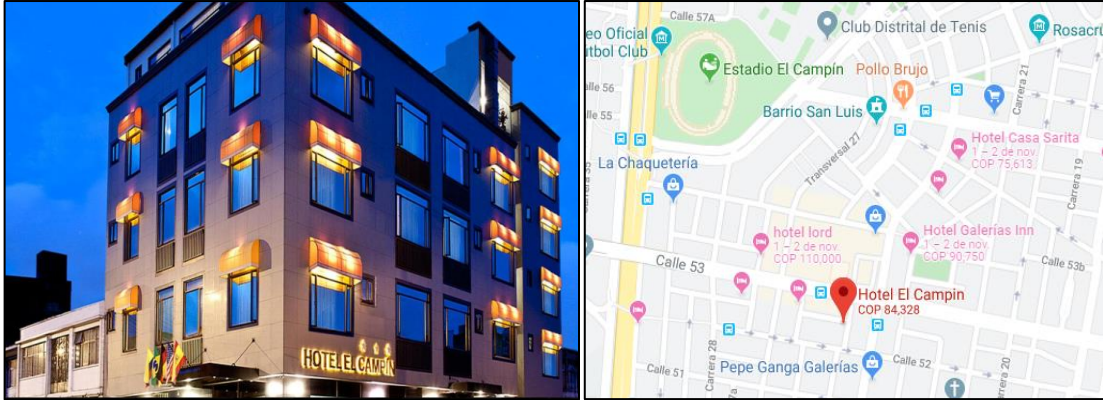


Ilustración 1 Hotel el Campin

Fuente: Sitio oficial Hotel el Campin

Tabla 3-19 Usos y áreas del Hotel El Campin

| NIVEL | USO | | | | | ÁREA TOTAL M2 |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------|---------------------|------------------|------------------|
| | HABITACIONES (M2) | ADMINISTRATIVO (M2) | COCINA (M2) | PARQUEADERO (M2) | LAVANDERÍA M2 | |
| PISO 1 | | 348.3 | 13.17 | 210 | | 571.47 |
| PISO 2 | 552 | | | | | 552 |
| PISO 3 | 436 | | | | | 436 |
| PISO 4 | 360 | | | | | 360 |
| PISO 5 | 282 | | | | | 282 |
| PISO 6 | | | | | 62 | 62 |
| ÁREA TOTAL | | | | | | 2263.47 |
| ALTURA TOTAL DEL EDIFICIO | | | | | | 17 m |

3.5.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN USO DE LA EDIFICACIÓN NSR10

Teniendo en cuenta que toda edificación deberá cumplir con los requisitos de protección contra incendio y teniendo en cuenta la tabla J.111-1 de la norma NSR 10, grupos y subgrupos de ocupación para el Hotel El Campin tenemos la siguiente clasificación.

Tabla 3-20 CLASIFICACIÓN DEL HOTEL SEGÚN LA NSR 10 TITULO J

| GRUPOS Y SUBGRUPOS DE OCUPACIÓN | CLASIFICACIÓN |
|--|----------------------|
| R | RESIDENCIAL |
| R-3 | HOTELES |

Fuente (NSR10 MIN AMBIENTE, 2010)

Teniendo en cuenta que según la norma sismo resistente NSR10, el Hotel el Campin se clasifica como R-3, que corresponde al grupo residencial hoteles se establecen los siguientes requisitos.

3.5.2 REQUISITO DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación residencial hoteles R-3, debe estar protegida por un sistema aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con el código para el suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones NTC2301, y con la norma para la instalación de sistemas de rociadores, NFPA 13. (NSR10 MIN AMBIENTE, 2010)

En la totalidad de edificaciones clasificadas en el subgrupo de ocupación residencial hoteles R3, que tengan más de 5 pisos o 15 m de altura, por lo que el hotel el campin deberá cumplir con este requisito.

En toda el área de pisos para uso como estacionamientos ubicados bajo edificios clasificados en el subgrupo de ocupación hoteles R3.

3.5.3 REQUISITO DE TOMAS FIJAS PARA BOMBEROS Y MANGUERAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS.

Toda edificación clasificada en el subgrupo de ocupación residencial hoteles R-3 debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para la extinción de incendios diseñadas de acuerdo con la NTC 1669 y con el código para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras NFPA 14.

En la totalidad de edificaciones clasificadas en el subgrupo de ocupación residencial hoteles R3, que tengan más de cinco pisos o 15 m de altura, lo que sea mayor.

En toda el área de pisos para usos como estacionamientos ubicados bajo edificios clasificados en el subgrupo de ocupación residencial hoteles R3.

En edificio clasificados en el subgrupo de ocupación residencial R3, que tengan más de cinco pisos de altura debe disponerse de un sistema de estaciones de mangueras de 38 mm de diámetro en toda su altura.

3.5.4 EXTINTORES DE FUEGO PORTÁTILES

Toda edificación clasificada en el subgrupo de ocupación residencial hoteles R3, debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la norma NTC 2885 y con la norma de extintores de fuego portátiles NFPA 10.

3.6 DISEÑO DEL SISTEMAS CONTRA INCENDIO CON ROCIADORES

El proyecto Hotel El Campin es un edificio existente, ubicado en la ciudad de Bogotá. El área construida es aproximadamente 2.263 m², su uso es residencial hotelero. La normatividad aplicada, está basada en los requerimientos del Reglamento NSR-10; por lo cual se plantea una

red de protección contra incendios la cual cuenta con gabinetes tipo II, con manguera de 1½” con una longitud de 30 m y tomas para manguera para conexión de bomberos en 2½”; esto de acuerdo a la norma NTC 1669 (como referencia la NFPA 14). De igual forma en cada uno de los gabinetes de incendio se plantea un extintor portátil de acuerdo a la norma NTC 2885 (como referencia la NFPA 10). Adicionalmente se plantean redes de protección contra incendio por medio de rociadores automáticos en cada uno de los pisos (como referencia la NFPA 13).

Se diseñó un sistema de protección de incendio a base de rociadores automáticos según las recomendaciones de la NFPA – 13. El diseño proporcionara cobertura total a las instalaciones del hotel el campin, dejando rociadores al interior de cada recinto. La red de distribución principal sale desde el cuarto de bombas localizado en el primer piso del hotel el campin donde sale una línea principal de 6” colgante bajo placa de primer piso y sube por un ducto hidráulico, llegando a cada uno de los pisos donde se encuentra ubicada una estación de control y drenaje, la cual está conformada por una válvula principal de cierre, un cheque amortiguado, un sensor de flujo y una válvula con visor para el drenaje. La función de esta estación de control y drenaje es la de permitir la supervisión de la ocurrencia de flujo en la red ya sea por la activación de un rociador por un conato de incendio, o por la de una fuga de agua en el sistema, esta estación de control también permite la suspensión en el suministro de agua, la válvula visora permite la observación del flujo de agua en cada estación de control.

3.6.1 TIPOS DE RIESGO

Con base a los parámetros dados por la NFPA-13 se realizó la clasificación de riesgos teniendo en cuenta el tipo ocupación del Hotel El Campin, teniendo en cuenta lo anterior encontramos los siguientes riesgos en la edificación.

Tabla 3-21 Clasificación del riesgo según la ocupación para el hotel el campin

| TIPO DE RIESGO SEGÚN NFPA 13 | OCUPACIÓN | EJEMPLO |
|-------------------------------------|--|------------------|
| LIGERO | OCUPACIÓN RIESGO LIGERO | CLUBES |
| ORDINARIO GRUPO 01 | OCUPACIÓN RIESGO ORDINARIO GRUPO 01 | ESTACIONAMIENTOS |

Fuente: (NFPA 13)

Para el caso del Hotel El Campin tomamos como clasificación del riesgo según la norma NFPA 13, ocupación de riesgo ORDINARIO GRUPO 01, el cual es el más crítico pues el edificio cuenta con zona de estacionamiento.

3.6.2 ROCIADORES

Los rociadores deben cumplir los siguientes requerimientos para la instalación en el hotel el campin.

- Todos los rociadores deben estar listados por UL y aprobados por FM.
- Serán cromados o terminados con pintura al horno. Todos sus componentes serán a prueba de oxidación.
- Se instalarán según se indica en los planos y para las temperaturas indicadas en las especificaciones generales para las instalaciones comunes.
- Se usará el siguiente tipo de rociadores, RESPUESTA RAPIDA, COBERTURA ESTANDAR, PENDENT K=5.6.
- Temperatura: todos los rociadores serán con rango de activación de temperatura Ordinaria 57-77 C.
- Escudos: Para los rociadores tipo PENDENT en cielo rasos serán en dos piezas de acero enchapados en cromo con ajuste vertical.

3.6.3 TUBERÍAS EN ACERO

Se empleará tubería de acero SCH40 que cumpla o supere las especificaciones de la norma ASTM A-53 grado A o B, para diámetros de tuberías de diámetros de 1" a 1 ½" serán en acero roscadas en concordancia con la norma ANSI / ASME B.1.20.1 (Roscas de tubería, propósito general). Las tuberías de 2" y superiores serán de unión mecánica tipo ranurada. Los accesorios roscados de acero deben ser conforme a ANSI B16.11. Los accesorios de acero con extremos ranurados, conforme a ANSI B16.11, deben ser listados por UL y aprobado por FM. La red de drenaje (red paralela al riser) se instalará en tubería acero SCH 10 que cumpla o supere las especificaciones de la norma ASTM A-795. Para su unión se emplearán accesorios tipo ranurado.

3.6.4 VÁLVULAS PARA REDES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- Deben ser válvulas listadas por UL y aprobadas por FM, con una especificación mínima de presión de trabajo de 250 PSI.
- Las válvulas de compuerta NPT 2" y más pequeñas, en bronce fundido, extremos roscados OS&Y de vástago ascendente listadas por UL.
- Las válvulas indicadoras NPT 2 ½" o mas pequeñas serán de tipo mariposa, cuerpo de bronce con extremos ranurados o roscados y dispositivos de indicación integral listadas por UL.

3.6.5 VÁLVULA DE DRENAJE Y PRUEBA

Cada piso cuenta con un sistema de drenaje de la red que permitirá realizar una prueba de funcionamiento del sistema de rociadores. La válvula será en cuerpo de hierro dúctil o fundido con entrada y salida roscada y su salida tendrá un K=5.6 o K=11.2 equivalente a un rociador, listadas por UL y aprobadas por FM.

3.6.6 SOPORTES PARA TUBERÍAS

- El sistema debe resistir el riesgo sísmico de la zona para ello se deben instalar tuberías y soportes cumpliendo todos los requisitos de la Norma NFPA 13. Por lo menos se debe cumplir lo siguiente:
- El diámetro mínimo de la varilla para colgar tubería de hasta 4 pulgadas debe ser de 3/8 de pulgada.
- Las fijaciones a la estructura de concreto (3000 PSI o mayor) debe realizarse con pernos de expansión.
- No se permite la fijación con pernos fijados con pólvora, al menos que estén Registrados y Certificados por UL y FM para uso en zonas de riesgo del sísmico correspondiente.
- No se debe dejar sin soporte un extremo final mayor de 0.9 metros.
- Los soportes para tubería colgante se anclarán de la estructura metálica que conforma la estructura de la edificación o a las vigas en concreto. La separación máxima es: ϕ Pulg
Acero 1" 3,6 1 ¼" 3,6 1 ½" 4,5 2" 4,5 2 ½" 4,5 3" 4,5 4" 4,5 Para las distancias máximas permitidas a rociadores y tramos finales de tubería debe consultarse el capítulo correspondiente de la nfpa 13.

3.6.7 PUNTOS HIDRÁULICOS PARA ROCIADORES

Incluye un promedio de tubería en acero de 1" de longitud 0.50 m antes del rociador y la reducción de 1" a ½". El punto debe incluir los materiales y mano de obra requeridos para realizar la conexión de este con el rociador.

3.6.8 PRUEBA DEL SISTEMA

- PRUEBA HIDROSTATICA: debe realizarse a una presión de 200 PSI por un tiempo no menor a dos (2) horas.

- **PRUEBA DE OPERACIÓN:** La válvula de prueba y drenaje debe ser abierta y permanecer así hasta que la presión se estabilice. Las presiones residuales y estáticas resultantes deben ser anotadas para su registro. Todas las válvulas de control deben ser probadas abriéndolas y cerrándolas con el sistema presurizado con el fin de verificar su adecuada Operación. El sensor de flujo y demás dispositivos audibles de alarma deben activarse dentro de los cinco (5) minutos de abrirse la válvula.

3.6.9 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los siguientes son los parámetros establecidos para elaborar los trazados y cálculos hidráulicos del sistema contra incendio del proyecto en las zonas críticas, correspondientes a mayor densidad y al mayor requerimiento de presión.

Tabla 3-22 Parámetros de diseño rociadores automáticos

| PARÁMETRO | RESULTADO |
|--|--------------------------|
| Clasificación del Riesgo | Ordinario grupo 1 |
| Área máxima de protección por rociador | 12 m ² |
| Área de diseño | 1500 ft ² |
| Separación máxima entre rociadores | 4.5 m |
| Mínima distancia entre rociadores | 1.80 m |
| Distancia mínima a muros | 0.10 m |
| Distancia máxima a muros | 2.30 m |
| Densidad de aplicación según Riesgo | 0.10 gpm/ft ² |
| Clasificación de la edificación | Residencial R3 |
| Área de construcción | 2263 m ² |
| Altura de la edificación | 17 m |

Fuente: (NFPA 13)

3.6.10 PLANIMETRÍA DE LA RED CONTRA INCENDIO

Los planos generados corresponden al recorrido de redes indicando sus diámetros, área de cobertura y la localización de rociadores con su acotado indicando el tipo de rociador.(ver apéndice 1 al apéndice 7)

3.6.11 REQUERIMIENTOS DE SISTEMAS

Los sistemas requeridos para la protección contra incendio “activa”, a base de agua, son los siguientes:

1. Sistema de salidas de conexión clase I automático. conexiones de manguera de 2½”, para uso de los bomberos.
2. Sistema de estaciones de manguera clase II automático. con conexiones de manguera de 1½”
3. Extintores portátiles.
4. Sistema de rociadores

Se platean gabinetes de incendio Clase II, los cuales tendrán estación de manguera con conexión de 1½”, manguera y boquilla, de acuerdo a la norma NTC 1669; como a su vez los extintores portátiles multipropósito en cada uno de los gabinetes de acuerdo a la norma NTC 2885. El sistema será “Automático” (Funciona por medio de un equipo de presión desde el cuarto de bombas), en cada uno de los pisos se tendrán conexiones de manguera de 2½”.

3.6.12 ÁREA DE DISEÑO PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Las áreas de diseño de los sistemas de rociadores automáticos están definidas en la NFPA 13, la cual establece que para la clasificación de riesgo del Hotel el Campin el área de diseño corresponderá a 1500 ft² (139 m²). Para el caso de estudio tomaremos como área de diseño el piso

quinto, a razón de encontrarse el punto de rociador crítico al ser el más alto y alejado del sistema de bombeo.

Según la NFPA-13, (NFPA 13) el área de diseño a considerar en el sistema de rociadores, debe corresponder a 139 metros cuadrados; sin embargo, esta área de diseño se puede reducir cuando se utilizan rociadores del tipo respuesta rápida, en función a la altura del techo de las áreas protegidas, aplicando la siguiente fórmula indicada en el literal 11.2.3.2.3 (NFPA 13)

$$\% \text{ de reducción de área} = \frac{-3x}{2} + 55$$

Donde X, corresponde a la altura en pies de techo del área de diseño.

Al establecer que la altura libre entre el piso acabado y el cielo raso es de 2.5 metros (8.2 ft), se obtiene que el porcentaje de reducción del área de diseño será del 42.7%, por lo que el área definitiva de diseño es de 79.64 metros cuadrados, a continuación, se presenta gráficamente el área de diseño la cual corresponde a la zona de habitaciones del piso quinto.

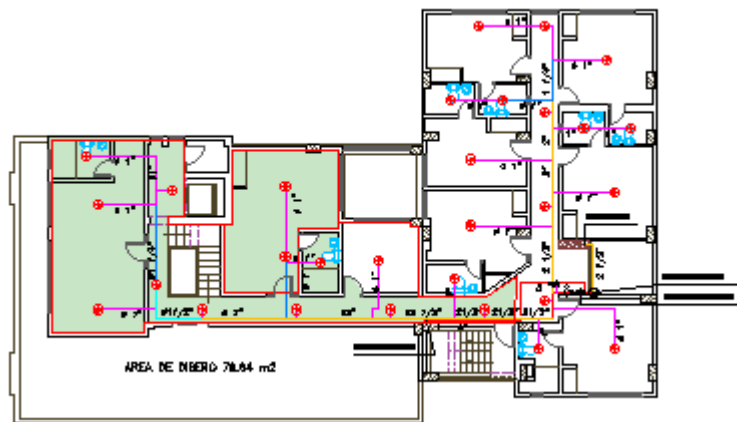


Ilustración 2. Área de diseño para rociadores automáticos

3.6.13 PARÁMETROS DETERMINADOS

Los parámetros determinados en el área de diseño de incendio (1500ft²) para el sistema de rociadores destinados al hotel el campin siendo riesgo leve son los siguientes:

Tabla 3-23 Parámetros determinados

| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN |
|----------------------|---------------------------------------|
| TIPO DE ROCIADOR | QR COBERTURA ESTANDAR PENDENT/UPRIGHT |
| K ROCIADOR | 5.6 |
| PRESIÓN MIN | 13.3 PSI |
| NUMERO DE ROCIADORES | 12 |

FUENTE: (NFPA 13)

3.6.14 ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Para el cálculo del caudal requerido para el sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos se utilizará la formula.

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

Donde:

Q= Caudal (gpm)

K= Coeficiente de descarga del rociador

P= Presión (psi)

Entonces teniendo en cuenta los valores de la tabla 3-12, tenemos los siguientes resultados

K= 5.6

$$P=13.3 \text{ PSI}$$

$$Q = 5.6 * \sqrt{13.3}$$

$$Q = 20.42 \text{ GPM}$$

Para establecer el caudal total y teniendo en cuenta que el área de diseño requiere de 12 rociadores según la tabla 3-12 tenemos los siguientes resultados.

$$\text{Numero de Rociadores} = 12$$

$$Q \text{ de cada rociador} = 20.42 \text{ GPM}$$

$$Q \text{ TOTAL} = 12 * 20.42 \text{ GPM} \quad Q \text{ TOTAL} 245 \text{ GPM}$$

3.6.15 CÁLCULOS ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Para la modelación se consideró la red de rociadores de cobertura estándar planteada en el techo del piso 5 del hotel siendo 12 el número de rociadores para diseño. Las redes se modelaron hidráulicamente por medio del software EPANET con los siguientes parámetros:

Tabla 3-24 Parámetros utilizados para cálculos

| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN |
|--|---|
| Ecuación | Hazen - Williams |
| Unidades de Caudal | Litros por segundo (L/s) |
| Unidades de presión | Metros columna de agua (m.c.a) |
| Unidades de longitud | Metros (m) |
| Unidades de diámetro | Milímetros (mm) |
| Coefficiente de rugosidad | 120 (Acero) |
| Presión mínima requerida por manguera de 1½" | 65 PSI = 45.7 MCA |
| Caudal mínimo requerido por conexión de 1½": | 100 GPM = 6.31 LPS |
| Densidad requerida red de rociadores: | 0.10 GPM/ft² |
| Rociadores Diseño = | Se tienen 12 rociadores activos de cobertura estándar |

| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN |
|--|----------------------|
| Presión mínima requerida por cada rociador | 13.3 PSI = 9.38 MCA |
| Caudal mínimo requerido por cada rociador | 20.42 GPM = 1.29 LPS |

De acuerdo a los resultados obtenidos en la modelación hidráulica, se hace necesario un equipo de bombeo de P=139.4 PSI y Q=376 GPM, para atender la demanda de los rociadores de diseño de cobertura estándar, en consecuencia, se toma como escenario crítico el funcionamiento simultaneo de máximo 2 conexiones para manguera 2½” debido a que este escenario presenta los requerimientos más altos, se determinó entonces que el equipo a utilizar debe suministrar una presión de **139.4 psi** y un caudal de **500 GPM**. (Ver anexo 16, Ver anexo 17)

3.6.16 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El volumen de almacenamiento requerido está determinado por el máximo caudal bombeado y el tiempo de operación del sistema, para el caso del hotel el campin se tomará un tiempo de reserva de 30 min

- Caudal de bombeo (500 Gpm)
- Tiempo de Operación del sistema, que depende del tipo de riesgo del sistema (30 minutos)

Teniendo en cuenta lo anterior el volumen requerido para el suministro de agua para el sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos esta dado por la siguiente expresión.

$$V \text{ requerido} = \text{Caudal máximo} * \text{Tiempo de operacion}$$

$$\text{Donde Caudal Máximo} = 500\text{gpm} = 1890 \text{ lpm}$$

$$\text{Tiempo de operación} = 30 \text{ min}$$

$$V \text{ requerido} = 1890 \text{ lpm} * 30 \text{ min}$$

$$V \text{ requerido} = 56700 \text{ l} \approx 56.7 \text{ m}^3$$

3.7 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIO CON AGUA NEBULIZADA

Para el desarrollo del presente trabajo de grado, es necesario trabajar en base a un fabricante de sistemas de agua nebulizada, que tenga sus sistemas listados y aprobados, como se indica en la NFPA-750. de acuerdo a esto y por colaboración con este proyecto, se tomó como fabricante a la empresa MARIOFF, del grupo UTC (united technologies corporation), con sus sistemas patentados HI-FOG®.

Los criterios de diseño de cada sistema de Agua Nebulizada, dependen de los manuales de diseño, instalación, operación y mantenimiento (DIOM), desarrollados y aprobados por cada fabricante para cada tipo de sus sistemas. Para el diseño de un sistema de protección contra incendios, mediante agua nebulizada, lo inicialmente fundamental a determinar en cada proyecto, son los riesgos a proteger y su clasificación y de esta forma se pueda definir el riesgo contra incendio más desfavorable de todo el proyecto. Para la definición del riesgo, se puede clasificar de acuerdo a lo especificado en la (NFPA 13) y que se complementa en la (NFPA750, 2015) . Vale destacar que la clasificación de las ocupaciones de riesgo difiere dependiendo del tipo de normatividad que se utilice, si se usa la Normatividad Americana (NFPA) o si se utiliza la Normatividad Europea (UNE) (Ortiz Rafael).

3.7.1 CLASIFICACIÓN DE RIESGO SEGÚN LA NFPA

Teniendo en cuenta la clasificación de riesgos de la NFPA se clasifican los riesgos del Hotel el Campin según la tabla 3-14.

Tabla 3-25 Clasificación de riesgos para el sistema de agua nebulizada

| NIVEL | USO | | | | | ÁREA TOTAL M2 |
|----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|
| | HABITACIONES (M2) | ADMINISTRATIVO (M2) | COCINA (M2) | PARQUEADERO (M2) | LAVANDERÍA M2 | |
| RIESGO | RIESGO LIGERO | RIESGO LIGERO | RIESGO ORDINARIO grupo 01 | RIESGO ORDINARIOS GRUPO 01 | RIESGO ORDINARIO GRUPO 01 | |
| PISO 1 | | 348.3 | 13.17 | 210 | | 571.47 |
| PISO 2 | 552 | | | | | 552 |
| PISO 3 | 436 | | | | | 436 |
| PISO 4 | 360 | | | | | 360 |
| PISO 5 | 282 | | | | | 282 |
| PISO 6 | | | | | 62 | 62 |
| ÁREA TOTAL | | | | | | 2263.47 |
| ALTURA TOTAL DEL EDIFICIO | | | | | | 17 m |

3.7.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA CUARTOS DE HOTEL HI-FOG

Teniendo en cuenta la clasificación de los riesgos identificados en el hotel el campin en correspondientes a la zona de habitaciones y teniendo en cuenta el fire test summary del fabricante se establecen cuáles deben ser los requisitos de instalación y el equipo a utilizar.



|  | | Fire Test Summary #42/OH1/JUN06 Page 1 of 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|------------|----------|-----|---------------|--|----------|-----------|------|-----------|---------|---------|--|------------------------------------|-----|-----|-----|--|----------|---------|----------|---------|--|------------|---------|------------|---------|---------------|--------------------|---|--|--|--|--------------|-----|-----|-----|--|--|--------------|----|------|-----|--|--|-----------------------|-------|----|----|
| HI-FOG 2000 systems for protection of hotel rooms (Ordinary Hazard 1 / Europe) | | Product SPU 25 July 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Test standard | No standard available (application specific). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summary | <p>The performance of a type-approved automatic HI-FOG 2000 sprinkler system was evaluated for protection of hotel rooms with extended room parameters. Different fire scenarios were designed by CBRP of France to simulate various hotel room arrangements categorized as OH1 (European classification, EN12845, CEA-4001).</p> <p>Altogether five HI-FOG sprinkler configurations were tested in three different hotel room fire scenarios in 20 m², 27 m² and 40 m² rooms. The HI-FOG system was operated by an electrical pump unit. The evaluation of the system performance was based on a free burn test and a reference test with a traditional sprinkler dimensioned for a flux density of 5 (p/min)¹.</p> <p>Three of the five test fires were extinguished and the other two were suppressed so that the damage was contained close to the origin of ignition. In each test the spread of fire, fire damage and temperature were limited to acceptable levels.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conclusions | The HI-FOG 2000 fire protection system – powered by the Sprinkler Pump Unit (SPU) and summarized below – was shown to be able to suppress or extinguish conceivable fires in hotel rooms. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">Sleeping area</th> <th>Entrance</th> </tr> <tr> <th>Sprinkler</th> <th>Type</th> <th>C20-57C/G</th> <th>S10-57C</th> <th>C12-57C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>K-factor (l/min/bar²)</td> <td>4.1</td> <td>3.5</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Location</td> <td>Ceiling</td> <td>Sidewall</td> <td>Ceiling</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projection</td> <td>Pendent</td> <td>Horizontal</td> <td>Pendent</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Installation:</td> <td>Ceiling height (m)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>In the tests</td> <td>3.5</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Coverage per sprinkler (m²)</td> <td>In the tests</td> <td>20</td> <td>27.1</td> <td>4.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Nominal¹⁾</td> <td>22.96</td> <td>25</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Sleeping area | | Entrance | Sprinkler | Type | C20-57C/G | S10-57C | C12-57C | | K-factor (l/min/bar ²) | 4.1 | 3.5 | 1.9 | | Location | Ceiling | Sidewall | Ceiling | | Projection | Pendent | Horizontal | Pendent | Installation: | Ceiling height (m) | 3 | | | | In the tests | 3.5 | 2.5 | 2.5 | | Coverage per sprinkler (m ²) | In the tests | 20 | 27.1 | 4.7 | | | Nominal ¹⁾ | 22.96 | 25 | 16 |
| | | Sleeping area | | Entrance | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sprinkler | Type | C20-57C/G | S10-57C | C12-57C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | K-factor (l/min/bar ²) | 4.1 | 3.5 | 1.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Location | Ceiling | Sidewall | Ceiling | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projection | Pendent | Horizontal | Pendent | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installation: | Ceiling height (m) | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | In the tests | 3.5 | 2.5 | 2.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coverage per sprinkler (m ²) | In the tests | 20 | 27.1 | 4.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Nominal ¹⁾ | 22.96 | 25 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <small>¹⁾ As per VdS type approval</small> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración 3 Sistemas de protección para cuartos de hotel

Fuente: (Ortiz Rafael), test fire summary hi-fog

3.7.3 SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA PARQUEADEROS HI-FOG

Teniendo en cuenta la clasificación de los riesgos identificados en el hotel el campin correspondientes a la zona de parqueo y teniendo en cuenta el fire test summary del fabricante se establecen cuales deben ser los requisitos de instalación y el equipo a utilizar.

| | | |
|---|--|-------------|
|  | Fire Test Summary #006/OH2/FEB04 HI-FOG system for protection of parking garages (Ordinary Hazard 2 / Europe) | Page 1 of 4 |
| | Product SPU | 26 Feb 2004 |

Fire test summary HI-FOG system for protection of parking garages (Ordinary Hazard 2 / Europe).

Test standard Application specific (no standard available).

Summary The performance of a HI-FOG system was evaluated for protection of passenger vehicle parking garages classified as OH2 (European classification, CEA4001). The evaluation was based on equivalent fire suppression performance to a conventional automatic sprinkler system dimensioned for a flux density of 5 lpm/m². The testing was conducted against realistic fuel package consisting of real cars in two different relative locations of the sprinkler grid. Ceiling height was 3 m. All fires were successfully suppressed within the 30 min test period, as was verified by temperatures during the test and damages observed after the test. The fire was clearly restricted close to its origin with minor damage to neighboring cars and no expected structural damage to the parking garage.



Conclusions The HI-FOG fire protection system – powered by an electric pump unit and summarized below – was shown to provide equivalent fire protection level for passenger vehicle car parks as compared to a conventional sprinkler system designed for Ordinary Hazard Group 2.

| | | |
|--------------|--------------------|----------------------------|
| Sprinkler | Type | 1N 1MC 6MB 100B |
| | K-factor | 1.8 lpm/bar ^{0.5} |
| | Operating pressure | 110 bar |
| Installation | Max ceiling height | 3 m |
| | Max spacing | 3.5 m |
| | Flux density | 1.5 lpm/m ² |

Ilustración 4 Sistemas de protección para parqueaderos

Fuente: (Ortiz Rafael), test fire summary hi-fog

3.7.4 SISTEMA SELECCIONADO MSPU (HI-FOG MODULAR PUM UNIT)

Teniendo en cuenta la clasificación de riesgos del hotel el campin que se describen el la tabla 3-14, y teniendo en cuenta las fichas técnicas del fabricante (test fire summary hi-fog), indicadas en las ilustraciones 5, 6 , el sistema que cumple con los requisitos de diseño es el sistema MSPU (Modular Sprinkler Pump Unit), el cual tiene las siguientes características.

TABLA 3-26 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MSPU

| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN |
|---|---------------------------------------|
| Suministro de energía | Suministro externo |
| Sistema de inundación | inundación total / local (sprinklers) |
| Tiempo de protección y reserva de agua típico | 30 min |
| Riesgo de aplicación | Ligero y Ordinario |
| admite válvulas de sección. | Sí admite válvulas de sección. |
| Sistema con depósito incorporado | Sistema con depósito incorporado |
| Cuadro de control de bombas | Cuadro de control de bombas |
| Bomba Jockey incorporada. | Si |
| Arranque y paro secuencial de los motores | Si |
| Filtro incorporado. | Si |



1 of 4 (+ 1)



▶ **Modular Sprinkler Pump Unit MSPU02** ◀
 Type code MSPU02+0C/n2/3BB1/0

TECHNICAL DATA SHEET DOC0001715 REVISION E DATE OF ISSUE 27 Dec 2012

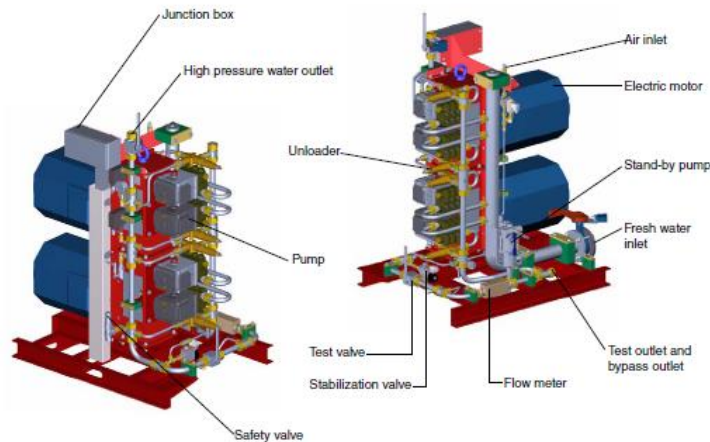


Ilustración 5 MODULAR SPRINKLER PUM UNIT MSPU02.

FUENTE: TECHNICAL DATA SHEET DOC0001715 REVISION E DATE OF ISSUE 27 DEC 2012 HI-FOG

3.7.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Según (Ortiz Rafael), los sistemas SPU, vienen especificados por motores que impulsan 2 o más bombas de desplazamiento positivo, cada bomba puede generar un caudal nominal de 48 lpm, para un total de 96 lpm por motor.

El sistema más pequeño es el sistema SPU-02 (2 motores, para un caudal total de 192 lpm) y pueden ir hasta más de 10 motores.

Los sistemas SPU son sistemas compactos, los cuales incluyen todos los elementos del sistema de bombeo montados en un chasis metálico, incluyendo sistema de filtrado, bomba de presurización, gabinete de control, válvulas de alivio, medidor de caudal y un pequeño tanque de quiebre de presiones.

3.7.6 OPERACIÓN DEL SISTEMA

Este sistema, puede utilizarse para la protección de diferentes riesgos, mediante la operación de boquillas cerradas o de bulbo de temperatura ó mediante la operación de boquillas abiertas o de inundación.

El sistema que se implementará en el hotel el campin corresponderá a un sistema de boquilla Cerrada/Sprinklers (Local). En esta clase de sistema la red de distribución dentro del área protegida se puede dividir en secciones, cada una con una válvula de sección independiente. Una bomba neumática mantiene una presión en espera de alrededor de 25 bar en la parte de tubería húmeda.

La descarga se activa o en sistemas de tubería húmeda cuando una o varias boquillas sensibles al calor se rompen, lo que abre el acceso de agua a través de los rociadores activados. o en sistemas de diluvio cuando se abre la válvula de sección correspondiente, abriendo el acceso de

agua a través de todas las boquillas de nebulización en la sección. Las válvulas de sección pueden conectarse eléctricamente a un sistema de detección de incendios aprobado para la activación automática

La presión de stand by, crea un flujo de agua a través de la válvula de sección relevante y un interruptor de monitoreo de flujo aprobado (interruptor de proximidad) en la válvula genera una señal de indicación para el panel de control que identifica la válvula que está abierta.

La pérdida de presión consecuente en la tubería del sistema es detectada por dos transductores de presión aprobados que proporcionan una señal para encender la bomba. Los transductores sirven como medios redundantes entre sí. Por lo general, también se instala un monitor de flujo adicional en el sistema.

Las bombas comenzarán a suministrar agua al sistema a la presión máxima de las bombas, típicamente 140 bar. La presión mínima en los rociadores es de 80 bar.

Tras la activación, el sistema se descargará de forma continua durante la descarga a través del sistema de distribución de tubos y los rociadores HI-FOG abiertos.

La descarga puede detenerse en cualquier momento cerrando la(s) válvula(s) de sección. Esto solo debe hacerse bajo la dirección del departamento de bomberos o la autoridad competente después de una revisión del área del incendio, apagando la bomba. La bomba debe reiniciarse manualmente después de detener el flujo

3.7.7 MONITOREO DEL SISTEMA

El sistema es monitoreado por un panel de control aprobado. Contiene al menos las siguientes indicaciones:

Tabla 3-27 Componentes monitoreados

| PARÁMETRO MONITOREADO |
|---|
| Bomba funcionando |
| Representación de las secciones de fuego y las válvulas de sección (opcional) |
| Presión del sistema |
| Inversión de fase |
| 24 h de potencia de reserva |
| Pérdida de poder |
| Advertencia de baja presión de espera |
| Pérdida de suministro de agua |
| Falla general del sistema |
| Alarma con botón de reinicio |
| Botón de prueba de la lámpara |
| Botón de reinicio |

Fuente: (NFPA750, 2015)

Tras la activación, la válvula de sección genera una señal que indica al panel de control que el sistema se ha activado. El módulo de liberación del panel de control debe ser compatible con las especificaciones eléctricas de la válvula de sección. Cuando se completa el procedimiento de extinción de incendios, el sistema debe ser inspeccionado, reparado y restablecido manualmente por personal aprobado y certificado por el fabricante. El panel de control del sistema debe estar protegido contra el uso no autorizado.

3.7.8 ÁREA DE DISEÑO

Para el método área/densidad, las áreas de diseño de los sistemas de agua nebulizada son las mismas áreas definida en la NFPA 13, sin embargo, las densidades de riego estarán definidas por cada uno de los FIRETEST aprobados por los laboratorios certificadores y que dependen de cada Fabricante de los sistemas. (1) Para las áreas de operación de rociadores menores que 1500 pies² (139 m²) utilizadas para ocupaciones de riesgo ligero y ordinario, deberá utilizarse la densidad para 1500 pies² (139 m²). (2) Para las áreas de operación de rociadores menores que

2500 pies² (232 m²) para ocupaciones de riesgo extra, deberá utilizarse la densidad para 2500 pies² (232 m²). (NFPA 750, 2015) (Ortiz Rafael).

Según la NFPA-13, (NFPA 13) el área de diseño a considerar en el sistema de rociadores, debe corresponder a 139 metros cuadrados; sin embargo, esta área de diseño se puede reducir cuando se utilizan rociadores del tipo respuesta rápida, en función a la altura del techo de las áreas protegidas, aplicando la siguiente fórmula indicada en el literal 11.2.3.2.3 (NFPA 13)

$$\% \text{ de reducción de área} = \frac{-3x}{2} + 55$$

Donde X, corresponde a la altura en pies de techo del área de diseño.

Al establecer que la altura libre entre el piso acabado y el cielo raso es de 2.5 metros (8.2 ft), se obtiene que el porcentaje de reducción del área de diseño será del 42.7%, por lo que el área definitiva de diseño es de 79.64 metros cuadrados, a continuación, se presenta gráficamente el área de diseño la cual corresponde a la zona de parqueo por corresponder al riesgo más alto.



Ilustración 6 ÁREA DE DISEÑO SELECCIONADA

3.7.9 LIMITACIONES DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA



Área máxima de un piso cualquiera que va a ser protegido por agua nebulizada suministrada por un montante cualquiera del sistema de agua nebulizada o por un montante de un sistema combinado debe ser la siguiente:

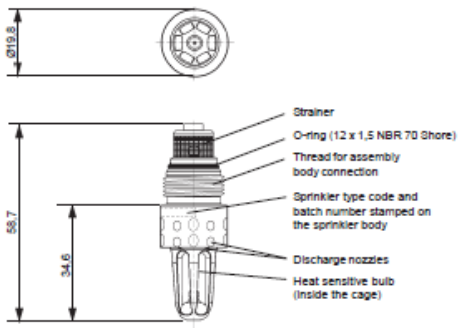
- Riesgo leve: 4831 m² (52,000 pies²).
- Riesgo ordinario: 4831 m² (52,000 pies²).

3.7.10 SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BOQUILLAS PARA EL HOTEL EL CAMPIN

El sistema debe proveer al menos el flujo requerido para los criterios operativos de boquillas múltiples y únicas especificados por el listado del sistema. El sistema debe proveer al menos el flujo requerido para generar una densidad de descarga mínima que cumpla con el listado de las boquillas

Teniendo en cuenta el tipo de sistema a utilizar que corresponde a MSPU, y la clasificación del riesgo crítico el cual corresponde a ordinario grupo 01, seleccionamos la boquilla TIPO SPRINKLER HI-FOG 2000, TYPE C20-57C/, para las habitaciones y la . TYPE 1N 1MC 6MC10RA, para zonas de parqueadero

| | | |
|---|--|---|
|  | Technical Data Sheet TC2030 Sprinkler HI-FOG 2000 Type C20-57C/0 Product C61510/0 |  |
| | | 16 Jul 2002 |



| | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| General | Body material | Brass |
| | Finish | Nickel |
| | Mass | 0,058 kg |
| | Heat sensitive bulb | 57 °C (orange color) |
| | K-factor | 4,1 lpm/bar ⁶³ |
| Installation | Location | Ceiling |
| | Projection | Pendent |
| | Max. ceiling height | 5 m |
| | Max. spacing | 5 m |
| Typical application | Marine | Public spaces |
| | Land | Light and ordinary hazards |




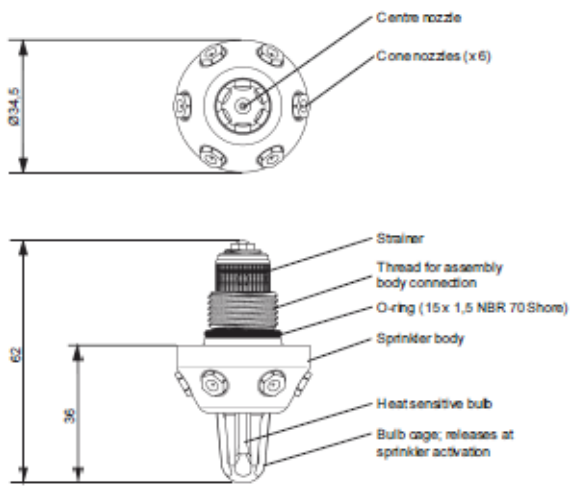

 Madeliff Corporation Oy, P.O. Box 25, Hakaniemenkuja 4, FIN-01511 Vantaa, Finland.
 tel: +358 9 670 851, fax: +358 9 6708 9359, e-mail: info@madeliff.fi, www: hi-fog.com
Madeliff Corporation Oy reserves the right to make and improve its products and recommended system configurations as it deems necessary without notification. The information contained herein is intended to describe the state of HI-FOG products and system configurations at the time of its publication and may not reflect the product and/or system configurations at all times in the future.

Ilustración 7 BOQUILLA SELECCIONADA PARA EL HOTEL EL CAMPIN HABITACIONES

FUENTE: FICHAS TÉCNICAS HI-FOG TECHNICAL DATA SHEET TC2030 SPRINKLER HI-FOG 2000 TYPE C20-57C/0 PRODUCT C61510/0

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|----------------|---------------|-------|--------|--------|------|----------|---------------------|----------------------|----------|----------------------------|---------------------|----------|---------|------------|---------|----------------------|-----|---------------|-------|----------------------------|--------|---------------|------|----------------------------|
|  | <p>Technical Data Sheet TC1140</p> <p>Sprinkler Type 1N 1MC 6MC 10RA</p> <p>Stock code C20034</p> |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> TA 10 Mar 2004 </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="5" style="width: 15%; text-align: center;">General</td> <td style="width: 30%;">Body material</td> <td>Brass</td> </tr> <tr> <td>Finish</td> <td>Nickel</td> </tr> <tr> <td>Mass</td> <td>0,136 kg</td> </tr> <tr> <td>Heat sensitive bulb</td> <td>57 °C (orange color)</td> </tr> <tr> <td>K-factor</td> <td>2,5 lpm/bar^{1/2}</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Installation</td> <td>Location</td> <td>Ceiling</td> </tr> <tr> <td>Projection</td> <td>Pendent</td> </tr> <tr> <td>Max. ceiling height*</td> <td>5 m</td> </tr> <tr> <td>Max. spacing*</td> <td>3,5 m</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Typical application</td> <td>Marine</td> <td>Public spaces</td> </tr> <tr> <td>Land</td> <td>Light and ordinary hazards</td> </tr> </table> | | | General | Body material | Brass | Finish | Nickel | Mass | 0,136 kg | Heat sensitive bulb | 57 °C (orange color) | K-factor | 2,5 lpm/bar ^{1/2} | Installation | Location | Ceiling | Projection | Pendent | Max. ceiling height* | 5 m | Max. spacing* | 3,5 m | Typical application | Marine | Public spaces | Land | Light and ordinary hazards |
| General | Body material | Brass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Finish | Nickel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mass | 0,136 kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Heat sensitive bulb | 57 °C (orange color) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | K-factor | 2,5 lpm/bar ^{1/2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installation | Location | Ceiling | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projection | Pendent | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Max. ceiling height* | 5 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Max. spacing* | 3,5 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Typical application | Marine | Public spaces | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Land | Light and ordinary hazards | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><small>* Application specific</small></p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Manitoff Manitoff Corporation Oy, P.O. Box 86, Virmatie 3, FIN-01301 Vantaa, Finland. <small>tel: +358 9 870 851, fax: +358 9 8708 5399, e-mail: info@manitoff.fi, www: hi-fog.com</small></p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Manitoff Corporation Oy reserves the right to introduce technical changes to its products and recommended system configurations as it deems necessary without notification. The information contained herein is intended solely for the use of the HI-FOG products and systems configurations at the time of the publication and may not reflect the product and/or system configurations at all times in the future.

Ilustración 8 BOQUILLA SELECCIONADA PARA EL HOTEL EL CAMPIN ZONA DE PARQUEADERO

FUENTE: FICHAS TÉCNICAS HI-FOG TECHNICAL DATA SHEET TC1140 SPRINKLER HI-FOG 2000 TYPE 1N 1MC 6MC10RA

3.7.11 CANTIDAD DE BOQUILLAS DE DISEÑO

La cantidad de boquillas de diseño corresponderá al número de boquillas localizadas en el área de diseño para el caso de estudio el número de boquillas corresponde a 9 .

3.7.12 UBICACIÓN DE LAS BOQUILLAS

Para la instalación de las boquillas de agua nebulizada se debe tener en cuenta las siguientes observaciones.

- Deben instalarse boquillas en todas las áreas, excepto donde se permita que sean omitidas.
- No deben requerirse boquillas en cuartos de baño de 5.1 m² (55 pies²) y menos.
- No deben requerirse boquillas en armarios de vestimentas, armarios de ropa blanca y despensas.
- No deben requerirse boquillas en garajes, porches anexos abiertos, cobertizos para automóviles y estructuras similares.
- No deben requerirse boquillas en áticos, salas de penthouses para equipos, salas de máquinas de ascensores, espacios ocultos destinados exclusivamente y que contengan solamente equipos de ventilación de unidades de vivienda, espacios en pisos/cielorrasos, pozos de ascensores, entresuelos y otros espacios ocultos que no se usen ni estén previstos para fines de vivienda.

3.7.13 DURACIÓN

Las cantidades de diseño de agua, aditivos (si se usan) y medios de atomización (si se usan) deben tener la capacidad de abastecer al sistema de acuerdo con una duración mínima de 30 minutos. (Ortiz Rafael) (NFPA750, 2015)

3.7.14 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

Las tuberías deben ser dimensionadas aplicando los procedimientos de cálculo hidráulico de acuerdo con: el método de cálculo de darcy–weisbach para sistemas de presión intermedia y alta, de fluido único y de fase líquida única.

3.7.15 DETERMINANTES DE DISEÑO

Se relacionan en la tabla 3-19, los determinantes para el diseño del sistema de protección contra incendio con agua nebulizada.

Tabla 3-28 DETERMINANTES DE DISEÑO AGUA NEBULIZADA

| CATEGORIZACIÓN DE RIESGO | RIESGO ORDINARIO GRUPO 01 |
|--|----------------------------------|
| Área de diseño | 79.6 metros cuadrados |
| Coefficiente hidráulico de descarga por rociador | 1.8 lpm/bar ^{1/2} |
| Presión de operación mínima en rociador | 110 bar |
| Cobertura máxima por rociador | 25 m ² |
| Tipo de respuesta en rociador | Respuesta Rápida |
| Posición de instalación rociador | Pendiente |
| Ubicación del área de diseño | Techo Parqueadero |
| Separación máxima entre boquilla | 3.5 m |
| Altura máxima de techo | 3m |
| Densidad de aplicación según Riesgo | 0.10 gpm/ft ² |
| clasificación de la edificación | Residencial R3 |
| Área de construcción | 2263 m ² |
| Altura de la edificación | 17 m |

Fuente: (NFPA750, 2015) (NFPA 13)

3.7.16 PARÁMETROS DE DISEÑO SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA

Se establecen en la siguiente tabla número 3-20, los parámetros de diseño para el diseño de sistemas con agua nebulizada.

Tabla 3-29 Parámetros de diseño para el sistema de agua nebulizada

| PARÁMETRO DE DISEÑO | PIES | METROS |
|--------------------------------|--------|--------|
| Área de diseño | 1500 | 139.4 |
| Altura del cielo raso | 8.2 | 2.5 |
| % reducción del área de diseño | 42.70% | 42.70% |
| Área de diseño reducida | 857.3 | 79.64 |
| Ancho | 31.4 | 9.26 |
| Largo | 27.03 | 8.24 |

3.7.17 CAUDAL REQUERIDO PARA EL ÁREA DE DISEÑO

Teniendo en cuenta el factor K de la boquilla y el área de diseño determinamos el caudal requerido para el área de diseño.

Para el cálculo del caudal requerido para el sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos se utilizará la fórmula.

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

Donde:

Q= Caudal (lpm)

K= Coeficiente de descarga del rociador

P= Presión (bar)

Entonces teniendo en cuenta los valores de la tabla 3-17, tenemos los siguientes resultados

$$K = 1.8$$

$$P = 110 \text{ BAR}$$

$$Q = 1.8 * \sqrt{110}$$

$$Q = 18.87 \text{ lpm}$$

Para establecer el caudal total y teniendo en cuenta que el área de diseño requiere de 9 rociadores según la tabla 3-19 tenemos los siguientes resultados.

$$\text{Numero de Rociadores} = 9$$

$$Q \text{ de cada rociador} = 18,87 \text{ lpm}$$

$$Q \text{ TOTAL} = 18.87 \text{ lpm} * 9$$

$$Q \text{ TOTAL} = 186.89 \text{ lpm}$$

Tabla 3-30 Caudal requerido para área de diseño

| | |
|---|----------------|
| Boquilla nebulizadora | 1N 1MC 6MC10RA |
| Numero de boquillas área de diseño | 7 |
| K factor (lpm/bar ^{0.5}) | 1.8 |
| Presión de operación (bares) | 110 |
| Caudal requerido para el área de diseño lpm | 169.9 |
| Caudal con Corrección Hidráulica del caudal (10%) lpm | 186.89 |

3.7.18 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Una vez determinada el área de diseño, la boquilla a utilizar dependiendo del riesgo, el K de la boquilla que define la densidad de riego de agua sobre la superficie, el número de boquillas que quedan dentro del área de diseño y finalmente la modelación Hidráulica del área de diseño, se encuentra el caudal de agua que debe bombear el equipo y de esta forma se puede definir el equipo que se requiere.

Para el caso de estudio correspondiente al Hotel el Campin, el FIRETEST aprobado para el riesgo, indica que el equipo aprobado, es un equipo eléctrico.

Tabla 3-31 Selección del equipo de bombeo

| SELECCIÓN DEL EQUIPO | MSPU2 |
|----------------------|---------|
| Máximo caudal (lpm) | 192 lpm |
| Presión (bar) | 140 bar |

3.7.19 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El volumen de almacenamiento requerido está determinado por el máximo caudal bombeado y el tiempo de operación del sistema, para el caso del hotel el campin se tomará un tiempo de reserva de 30 min

- Caudal de bombeo (192 lpm)
- Tiempo de Operación del sistema, que depende del tipo de riesgo del sistema (30 minutos)

Teniendo en cuenta lo anterior el volumen requerido para el suministro de agua para el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada este dado por la siguiente expresión.

$$**V requerido** = \text{Caudal maximo} * \text{Tiempo de operacion}$$

Donde Caudal Máximo = 192 lpm

Tiempo de operación= 30 min

$$**V requerido** = 192 \text{ lpm} * 30 \text{ min}$$

$$**V requerido** = 5760 \text{ l} \approx 5.7 \text{ m}^3$$

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES AUTOMÁTICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la modelación hidráulica, se hace necesario un equipo de bombeo de $P=139.4$ PSI y $Q=376$ GPM, para atender la demanda de los rociadores de diseño de cobertura estándar, en consecuencia, se toma como escenario crítico el funcionamiento simultaneo de máximo 2 conexiones para manguera $2\frac{1}{2}$ " debido a que este escenario presenta los requerimientos más altos, se determinó entonces que el equipo a utilizar debe suministrar una presión de **139.4 psi** y un caudal de **500 GPM**.

4.1.1 RESULTADOS DE DISEÑO

El diseño del sistema de extinción de incendio del proyecto Hotel El Campin se compone de una red colgante al interior del edificio, la cual alimenta cada uno de los gabinetes de incendio tipo II ubicados en cada piso, desde una fuente automática (tanque de almacenamiento de agua y equipo de bombeo) para las conexiones de manguera de $2\frac{1}{2}$ "; y de igual forma se alimentan las conexiones de manguera de $1\frac{1}{2}$ " junto con la red de rociadores automáticos planteada para la protección del proyecto. Los componentes son:

- Red colgante en acero negro SCH 40, con la capacidad de conducir caudales de 500GPM.
- Equipo de bombeo de $Q= 500$ GPM, $P=139.4$ PSI
- Tanque de almacenamiento de agua para reserva contra incendio
- Gabinetes de incendio Tipo II y con conexiones de manguera de $2\frac{1}{2}$ " automáticas.

4.1.2 VOLUMEN DE AGUA REQUERIDO PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES AUTOMÁTICO

El volumen de almacenamiento requerido está determinado por el máximo caudal bombeado y el tiempo de operación del sistema, para el caso del hotel el campin se tomará un tiempo de reserva de 30 min, el volumen requerido para la reserva contra incendio para rociadores automáticos es de 56.7 m³.

4.1.3 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA ROCIADORES

Teniendo en cuenta los requerimientos de caudal y de presión para el sistema de protección contra incendio calculamos la potencia del equipo necesario instalar en El Hotel El Campin utilizando la formula

$$p = \rho * Q * g * H$$

Donde

ρ =densidad del agua (kg/m³)

p= presión (KW)

Q=caudal (m³/s)

H=altura total (mca)

$$p = \frac{1000kg}{m^3} * \frac{0.0315m^3}{s} * 9.81m/s^2 * 98 \text{ mca}$$

$$p = 30283 \text{ KW} \approx 40 \text{ hp}$$

Teniendo en cuenta la potencia requerida se selecciona el quipo MARCA: Patterson Pump Company • MODELO: E3F11A-FP, la curva de la bomba corresponde al Anexo 18

4.1.4 ROCIADORES SELECCIONADOS

Teniendo en cuenta el diseño y los requerimientos de instalación en el hotel el campin se seleccionaron dos tipos de rociadores.

Tabla 4-1 Rociadores seleccionados

| TIPO DE ROCIADOR | K | TIPO DE RESPUESTA | RANGO DE TEMPERATURA | CAUDAL POR ROCIADOR | PRESIÓN DE OPERACIÓN |
|------------------|-----|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| PENDENT | 5.6 | rapida | 57-77 °C | 20.42 gpm | 13.3 psi |
| UP- RIGHT | 5.6 | rapida | 57-77 °C | 20.42 gpm | 13.3 psi |

4.1.5 ÁREA DE DISEÑO

Teniendo en cuenta se seleccionó el área de diseño correspondiente a la zona de habitaciones del quinto piso donde se localizaron 12 rociadores.

4.1.6 DIÁMETROS Y MATERIALES SELECCIONADOS

Teniendo en cuenta los requerimientos de diseño se seleccionaron los siguientes materiales y diámetros para abastecer el sistema de protección contra incendio.

Tabla 4-2 diámetros y materiales seleccionados para rociadores

| DIÁMETRO (PULGADAS) | MATERIAL ESPECIFICADO | CALIBRE | TIPO DE ACOPLAMIENTO |
|---------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| 1 | ACERO CARBÓN | SCH40 | ROSCADO |
| 1 1/4 | ACERO CARBÓN | SCH40 | ROSCADO |
| 1 1/2 | ACERO CARBÓN | SCH40 | ROSCADO |
| 2 | ACERO CARBÓN | SCH10 | RANURADO |
| 2 1/2 | ACERO CARBÓN | SCH10 | RANURADO |
| 3 | ACERO CARBÓN | SCH10 | RANURADO |

| DIÁMETRO (PULGADAS) | MATERIAL ESPECIFICADO | CALIBRE | TIPO DE ACOPLAMIENTO |
|---------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| 4 | ACERO CARBÓN | SCH10 | RANURADO |
| 6 | ACERO CARBÓN | SCH10 | RANURADO |

4.1.7 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD

El diseño de protección contra incendio cumple con la siguiente normatividad exigida en Colombia par edificaciones.

- NSR10 CAPÍTULO J Y K
- NFPA 13

4.1.8 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Se presenta a continuación el presupuesto de implementación del sistema de rociadores automáticos para el Hotel el Campin.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DIÁMETRO (in) | CANTIDAD (ml) | VR. UNITARIO | VR. TOTAL |
|------|---|--------|---------------|---------------|--------------|------------|
| 1 | REDES GENERALES CONTRA INCENDIO ROCIADORES | | | | | |
| | TUBERÍA SCH10 ACERO CARBÓN | ML | 6" | 36 | 117,197 | 4,219,102 |
| | TUBERÍA SCH10 ACERO CARBÓN | ML | 3" | 154 | 54,686 | 8,421,713 |
| | TUBERÍA SCH10 ACERO CARBÓN | ML | 2 1/2" | 40 | 44,590 | 1,783,620 |
| | TUBERÍA SCH10 ACERO CARBÓN | ML | 2" | 71 | 33,317 | 2,365,483 |
| | TUBERÍA SCH40 ACERO CARBÓN | ML | 1 1/2" | 34 | 33,233 | 1,129,906 |
| | TUBERÍA SCH40 ACERO CARBÓN | ML | 1 1/4" | 30 | 27,764 | 832,917 |
| | TUBERÍA SCH40 ACERO CARBÓN | ML | 1" | 478 | 25,072 | 11,984,241 |
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 6" | 17 | 178,194 | 3,029,293 |
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 3" | 98 | 39,711 | 3,891,656 |
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 2 1/2" | 25 | 27,764 | 694,097 |

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DIÁMETRO (in) | CANTIDAD (ml) | VR. UNITARIO | VR. TOTAL |
|------|----------------------------------|--------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 2" | 69 | 23,739 | 1,637,989 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 6" | 40 | 56,369 | 2,254,764 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 3" | 276 | 18,173 | 5,015,673 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 2 1/2" | 75 | 17,079 | 1,280,925 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 2" | 195 | 14,134 | 2,756,197 |
| | ACCESORIO ROSCADO ACERO CARBON | UNIDAD | 1 1/2" | 24 | 14,471 | 347,301 |
| | ACCESORIO ROSCADO ACERO CARBON | UNIDAD | 1 1/4" | 52 | 11,274 | 586,239 |
| | ACCESORIO ROSCADO ACERO CARBON | UNIDAD | 1" | 502 | 6,899 | 3,463,251 |
| 2 | ROCIADORES | | | | 0 | 0 |
| | PUNTO HIDRAULICO ROCIADOR | | | 213 | 75,720 | 16,128,296 |
| | ROCIADORE PENDENTE K= 5.6 | UNIDAD | | 201 | 33,148 | 6,662,829 |
| | ROCIADOR UP-RIGHT K=5.6 | UNIDAD | | 12 | 36,177 | 434,126 |
| | ESCUDO DOBLE | UNIDAD | | 201 | 7,572 | 1,521,966 |
| 3 | ESTACIONES DE CONTROL | | | | | |
| | VALVULA MARIPOSA SUPERVISADA | UNIDAD | 3" | 5 | 691,395 | 3,456,974 |
| | SENSOR DE FLUJO | UNIDAD | 3" | 5 | 879,155 | 4,395,773 |
| | CHEQUE AMORTIGUADO | UNIDAD | 3" | 5 | 417,416 | 2,087,079 |
| | VALVULA DE SUPERVISION Y DRAEJE | UNIDAD | 1" | 6 | 258,793 | 1,552,759 |
| | VALVULA MARIPOSA SUPERVISADA | UNIDAD | 2" | 1 | 680,636 | 680,636 |
| | SENSOR DE FLUJO | UNIDAD | 2" | 1 | 879,155 | 879,155 |
| | CHEQUE AMORTIGUADO | UNIDAD | 2" | 1 | 352,950 | 352,950 |
| 4 | SOPORTES | | | | | |
| | SOPORTES | UNIDAD | 6" | 18 | 10,937 | 196,871 |
| | SOPORTE | UNIDAD | 3" | 77 | 4,711 | 362,781 |
| | SOPORTE | UNIDAD | 2 1/2" | 20 | 3,870 | 77,402 |
| | SOPORTE | UNIDAD | 2" | 35.5 | 2,356 | 83,628 |
| | SOPORTE | UNIDAD | 1 1/2" | 17 | 2,187 | 37,187 |
| | SOPORTE | UNIDAD | 1 1/4" | 15 | 2,019 | 30,288 |
| | SOPORTE | UNIDAD | 1" | 239 | 1,851 | 442,371 |
| | GABINETES | UNIDAD | | | | |
| 5 | GABINETE TIPO II | | | | | |
| | GABINETE TIPO II CON ADITAMENTOS | UNIDAD | 1 | 6 | 1,043,249 | 6,259,495 |
| | | | | | | |
| 6 | CUARTO DE BOMBAS | | | | | |
| | EQUIPO DE PRESION UL FM 500 GPM | UNIDAD | | 1 | 122,726,343 | 122,726,343 |
| | TUBERIA SCH10 | UNIDAD | 6" | 24 | 117,197 | 2,812,734 |

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DIÁMETRO (in) | CANTIDAD (ml) | VR. UNITARIO | VR. TOTAL |
|------|--------------------------------------|--------|---------------|---------------|--------------|--------------------|
| | TUBERIA SCH10 | UNIDAD | 4" | 12 | 71,008 | 852,099 |
| | TUBERIA SCH10 | UNIDAD | 2" | 24 | 33,317 | 799,600 |
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 6" | 17 | 178,194 | 3,029,293 |
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 4" | 98 | 56,874 | 5,573,643 |
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 2 " | 25 | 23,739 | 593,474 |
| | ACCESORIO RANURADO | UNIDAD | 2" | 69 | 23,739 | 1,637,989 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 6" | 17 | 56,369 | 958,275 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 4" | 98 | 23,726 | 2,325,100 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 2 " | 25 | 14,134 | 353,359 |
| | ACOPLE RANURADO | UNIDAD | 2" | 69 | 14,134 | 975,270 |
| | VALVULA OSY | UNIDAD | 6" | 1 | 2,658,603 | 2,658,603 |
| | VALVULA MARIPOSA SUPERVISADA | UNIDAD | 6" | 2 | 1,329,301 | 2,658,603 |
| 7 | CONSTRUCCIONES EN CONCRETO | | | | | |
| | TANQUE EN CONCRETO REFORZADO | M2 | | 118 | 137,000 | 16,166,000 |
| | CONCRETO 3000 PSI | M3 | | 23.48 | 294,092 | 6,905,280 |
| 8 | REPARACION DE CIELORASO LIVIANO SECO | M2 | | 2053 | 46,834 | 96,150,202 |
| | TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | | | 368,512,799 |

Ilustración 9 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN ROCIADORES PARA EL HOTEL EL CAMPIN

NOTA: LOS PRECIOS UNITARIOS INCLUYEN MANO DE OBRA LA BASE DE REFERENCIA DE COSTOS CORRESPONDE A LOS VALORES DE REFERENCIA DE CONSTRUADATA AGOSTO DE 2109 Y PROVEEDORES LOCALES COMO TUVALREP Y IHM PARA EQUIPOS DE PRESIÓN

4.2 RESULTADOS PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON AGUA NEBULIZADA

De acuerdo a los resultados obtenidos, se hace necesario un equipo de bombeo con una presión de operación (p), $p = 140$ bar, y un caudal (Q), $Q = 192$ lpm, para atender la demanda de las boquillas seleccionadas para el Hotel el Campin, se determinó entonces que el equipo a utilizar es un MODULAR SPRINKLER PUM UNIT MSPU02, producido por la empresa HI-FOG.

El diseño del sistema de extinción de incendio del proyecto Hotel El Campin con agua nebulizada se compone de una red colgante al interior del edificio, la cual alimenta cada una de las boquillas ubicadas al interior del edificio, este mismo sistema alimenta cada uno de los gabinetes contra incendio tipo HI-FOG, ubicados en cada piso, desde una fuente automática (tanque de almacenamiento de agua y equipo de bombeo), los componentes son:

- Red colgante de tuberías en acero inoxidable, con la capacidad de conducir caudales 192 lpm.
- Equipo de bombeo de Q192 lpm, P=140 bar. MODULAR SPRINKLER PUM UNIT MSPU02
- Tanque de almacenamiento de agua plástico para reserva contra incendio con volumen de 6 m³
- Gabinetes contra incendio tipo hi-fog.

4.2.1 VOLUMEN DE AGUA REQUERIDO PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CON AGUA NEBULIZADA.

El volumen de almacenamiento requerido está determinado por el máximo caudal bombeado y el tiempo de operación del sistema, para el caso del Hotel El Campin se tomará un tiempo de reserva de 30 min, el volumen requerido para la reserva contra incendio para agua nebulizada es de 6 m³.

4.2.2 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA AGUA NEBULIZADA

Teniendo en cuenta los requerimientos de caudal y de presión para el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada la potencia requerida es de 22.15 KW. (ficha técnica equipos seleccionados ver anexo 19).

4.2.3 BOQUILLAS SELECCIONADAS

Teniendo en cuenta el diseño y los requerimientos de instalación en el hotel el campin se seleccionaron dos tipos de boquillas.

Tabla 4-3 Boquillas seleccionadas

| TIPO DE BOQUILLA | K | TIPO DE RESPUESTA | RANGO DE TEMPERATURA | CAUDAL POR BOQUILLA | PRESIÓN DE OPERACIÓN |
|------------------|-----|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1N-1MC-6MC 10RA | 2.5 | rápida | 57 °C | 26 lpm | 110 bar |
| C-20-57C/0 | 4.1 | rápida | 57 °C | 36.67 lpm | 80 bar |

4.2.4 ÁREA DE DISEÑO

Teniendo en cuenta el riesgo más alto el cual corresponde riesgo ordinario grupo 01 se determinó que el área de diseño correspondiente a la zona de parqueadero donde se encuentran ubicadas 9 boquillas tipo 1N-1MC-6MC 10RA.

4.2.5 DIÁMETROS Y MATERIALES SELECCIONADOS

Teniendo en cuenta los requerimientos de diseño se seleccionaron los siguientes materiales y diámetros para abastecer el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada.

Tabla 4-4 Diámetros y materiales seleccionados para rociadores

| DIÁMETRO (MILÍMETROS) | MATERIAL ESPECIFICADO | CALIBRE | TIPO DE ACOPLAMIENTO |
|-----------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| 38 mm | Acero inoxidable | 3 mm | Ranurado |
| 30 mm | Acero inoxidable | 2.5 mm | Ranurado |
| 16 mm | Acero inoxidable | 1.5 mm | Ranurado |
| 12 mm | Acero inoxidable | 1.2 mm | Ranurado |

4.2.6 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD

El diseño de protección contra incendio con agua nebulizada cumple con la siguiente normatividad exigida en Colombia par edificaciones.

- NSR10 CAPÍTULO J Y K
- NFPA 750

4.2.7 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Se presenta a continuación el presupuesto de implementación del sistema de agua nebulizada para el Hotel El Campin.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DIÁMETRO (mm) | CANTIDAD (ml) | VR. UNITARIO | V. TOTAL |
|------|--|--------|---------------|---------------|--------------|------------|
| 1 | REDES GENERALES DE TUBERÍA ACERO INOX | | | | | |
| | TUBERÍA ACERO INOXIDABLE | ML | 38 mm | 54 | 316,034 | 17,065,836 |
| | TUBERÍA ACERO INOXIDABLE | | 30 mm | 266 | 232,485 | 61,841,010 |
| | TUBERÍA ACERO INOXIDABLE | | 16 mm | 94 | 99,175 | 9,322,450 |
| | TUBERÍA ACERO INOXIDABLE | | 12 mm | 295 | 81,390 | 24,010,050 |
| 2 | SOPORTES | | | | | |
| | SOPORTE TUBERÍA | | 38 mm | 27 | 14,464 | 390,528 |
| | SOPORTE TUBERÍA | | 30 mm | 133 | 14,464 | 1,923,712 |
| | SOPORTE TUBERÍA | | 16 mm | 47 | 13,100 | 615,700 |
| | SOPORTE TUBERÍA | | 12 mm | 148 | 5,950 | 877,625 |
| 3 | BOQUILLAS | | | | | |
| | BOQUILLA TIPO C20 | | | 124 | 287,753 | 35,681,372 |
| | BOQUILLA TIPO N1 | | | 15 | 682,621 | 10,239,315 |
| 4 | VÁLVULA | | | | | |
| | VÁLVULA DE SECTORIZACIÓN | | 30 mm | 6 | 5,657,414 | 33,944,484 |
| | VÁLVULA DE DRENAJE Y PURGA | | 12 mm | 6 | 1,147,923 | 6,887,538 |

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DIÁMETRO (mm) | CANTIDAD (ml) | VR. UNITARIO | V. TOTAL |
|------|---|--------|---------------|---------------|--------------|----------------------|
| 5 | GABINETE CONTRA INCENDIO | | | | | |
| | GABINETE CONTRA INCENDIO HI-FOG CONEXIÓN A 16 mm BOQUILLA AJUSTABLE | | | 6 | 10,868,104 | 65,208,624 |
| 6 | EQUIPO DE PRESIÓN | | | | | |
| | EQUIPO DE PRESIÓN MSPU 2 | | | 1 | 307,216,635 | 307,216,635 |
| | INSTALACIÓN DE EQUIPO DE PRESIÓN MSPU 2 | | | 1 | | |
| 7 | TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA | | | | | |
| | TANQUE PLÁSTICO VOLUMEN 6M3 | | UN | 1 | 4,500,000 | 4,500,000 |
| | | | | | | 0 |
| | TOTAL, COSTOS DIRECTOS | | | | | \$579,724,879 |

Ilustración 10 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN AGUA NEBULIZADA PARA EL HOTEL EL CAMPIN

NOTA: LOS PRECIOS UNITARIOS INCLUYEN MANO DE OBRA LA BASE DE REFERENCIA DE COSTOS CORRESPONDE A LOS VALORES DE REFERENCIA DE CONSTRUDATA AGOSTO DE 2109

4.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS DOS SISTEMAS

Se presenta en la siguiente tabla la comparación de los resultados obtenidos para cada uno de los diseños de protección contra incendio propuestos para el Hotel El Campin.

Tabla 4-5 Comparación entre los sistemas de protección contra incendio

| PARÁMETRO | SISTEMA DE PROTECCIÓN CON AGUA NEBULIZADA | SISTEMA DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES |
|---|---|---|
| CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD | | |
| Sistema aceptado por la normatividad colombiana en cuanto a protección contra incendios | Esta aprobado por la NSR10 como sistema de protección. | Esta aprobado por la NSR10 como sistema de protección. |
| Normas aplicables para su implementación en Colombia | NFPA 750 | NFPA 13 |
| | | |
| MECANISMOS DE CONTROL DEL FUEGO | Aplicación de agua nebulizada (partículas de agua muy pequeñas) genera mayor superficie de contacto | Aplicación de agua sobre un área específica limitando el tamaño del incendio. |
| | | |
| PARÁMETROS DE DISEÑO | | |
| Caudal de diseño | 192 lpm | 1890 lpm (500 gpm) |
| Area de diseño | 79 m ² | 79m ² |
| Presión de operación del sistema | 140 bar (2030 psi) | 9.65 bar (139.4 psi) |
| Duración | 30 min | 30 min |
| Numero de rociadores/ boquillas para el área de diseño | 9 | 12 |
| Volumen requerido de reserva contra incendio | 6 m ³ | 56.7 m ³ |
| EQUIPO DE BOMBEO | | |
| Equipo de bombeo especificado par el sistema | Marca hi-fog, modelo MSPU 02 (ver anexo 19) | MARCA: Patterson Pump Company • MODELO: E3F11A-FP Ver anexo -18 |
| DIÁMETROS DE TUBERÍA | | |
| Tuberías acero inox/acero carbón | 38 mm | 6" (152mm) |
| Tuberías acero inox/acero carbón | 30 mm | 4"(101.6 mm) |
| Tuberías acero inox/acero carbón | 16 mm | 3" (76.2 mm) |
| Tuberías acero inox/acero carbón | | 2 ½" |
| Tuberías acero inox/acero carbón | | 2" |
| Tuberías acero inox/acero carbón | | 1 ½" |
| Tuberías acero inox/acero carbón | | 1 ¼" |
| Tuberías acero inox/acero carbón | | 1" |
| | | |
| TIPO ROCIADORES/BOQUILLAS | | |
| Boquillas/rociadores | Boquilla 1N-1MC-6MC-10RA K=2.5 | Rociador tipo pendent k=5.6 |
| | Boquilla C-20-57C K=4.1 | Rociador tipo up-right k=5.6 |
| NÚMERO TOTAL DE BOQUILLAS/ROCIADORES | 139 | 213 |

| PARÁMETRO | SISTEMA DE PROTECCIÓN CON AGUA NEBULIZADA | SISTEMA DE PROTECCIÓN CON ROCIADORES |
|---|--|---|
| RANGO DE PRESIÓN DE OPERACIÓN DE BOQUILLAS | 80 bar - 110 bar | 13 Psi |
| RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACIÓN | 57 ° c | 57 ° C |
| PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN | \$579.724.879 | 272.362.597 |

5 CONCLUSIONES

Los requisitos de protección contra incendio establecidos en la norma sismo resistente colombiana NSR 10, son de estricto cumplimiento en Colombia, la implementación de estos requerimientos de protección contra incendio dependerán entonces del tipo de ocupación de la edificación. Según la NSR 10, los requerimientos para el grupo R3 en el cual se encuentra clasificada la edificación en estudio, incluyen la implementación de un sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos, que deben ser diseñados de acuerdo a la norma NFPA13, estos sistemas son eficientes, pero tienen algunas limitaciones en su aplicación. Los sistemas de protección con agua nebulizada son también aceptados y referidos por la norma NSR 10, como un sistema alternativo de protección contra incendio, estos sistemas se deben diseñar de acuerdo a lo establecido en la NFPA 750.

La implementación del sistema de protección contra incendio con agua nebulizada para el Hotel el Campin tiene ventajas sobre el sistema con rociadores automáticos, a razón de que parámetros determinantes en el diseño como lo es el caudal requerido, para el sistema de agua nebulizada es del 10%, del caudal necesario para el funcionamiento del sistema de protección con rociadores. Esta reducción en el caudal requerido conducirá directamente a requerir un volumen de reserva menor de agua contra incendio, para el sistema de agua nebulizada el volumen requerido de reserva contra incendio es de 6 m³, en comparación de 57 m³, requeridos por el sistema de rociadores. Para el sistema de rociadores el volumen requerido de reserva contra incendio es de 57 m³, para una duración de 30 min. Los diámetros requeridos por sistemas de protección con agua nebulizada son menores a los requeridos por el sistema de protección con rociadores, lo que facilita su instalación en los proyectos. La situación anteriormente descrita impacta directamente en la implementación de un sistema de protección contra incendio en el Hotel El Campin pues los costos de reparaciones en cielo raso se deben tener en cuenta a razón que al implementar un sistema con rociadores al tener diámetros del orden de 3", requeriría modificar la altura disponible entre el cielo raso y la placa.

Los costos de implementación del sistema de protección con agua nebulizada para el caso de estudio correspondiente al Hotel El Campin corresponde a la suma \$579,724,879., este valor es superior a los costos de implementar un sistema de rociadores que corresponden a 368,512.799. Es importante resaltar que aun que los costos iniciales de instalación de agua nebulizada son mayores a los de los rociadores, en el caso de la ocurrencia de un conato de incendio los daños por aplicar una gran cantidad de agua sobre los equipos eléctricos, electrónicos, y el mobiliario serán considerablemente altos, en comparación a los daños ocasionados por el sistema de agua nebulizada a razón que los sistemas de agua nebulizada requieren menor cantidad de agua para sofocar un incendio.

Finalmente podemos afirmar que la implementación del sistema de agua nebulizada para el Hotel El Campin es viable a razón que cumple con los requisitos establecidos en la NSR10, es un sistema alternativo al de rociadores automáticos aceptado en Colombia, tiene ventajas constructivas, técnicas y una mayor eficiencia en la sofocación de un incendio frente a los rociadores. Los costos de implementación para agua nebulizada son superiores a los de implementar el sistema tradicional de rociadores, pero esta diferencia no es comparable con los daños colaterales que se generaran al aplicar un 90% más de agua para lograr el mismo objetivo que es el sofocar el incendio.

6 RECOMENDACIONES

El estudio de las dos alternativas de protección contra incendio para el hotel el campin, que corresponden a un sistema de agua nebulizada y a un sistema de rociadores automáticos desde el punto de vista normativo, técnico y de costos nos permite establecer que el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada es una alternativa viable como sistema de protección contra incendio alternativo al sistema de rociadores automáticos para el Hotel El Campin.

Los costos de implementación el sistema de agua nebulizada es mayor al de implementar el sistema de rociadores automáticos, y se podrá considerar como una desventaja frente al sistema de protección con rociadores, pero es prioritario tener en cuenta que los daños directos a equipo eléctrico, electrónico, mobiliario sumado a que el hotel cerrara sus operaciones por el tiempo en que se demoren las reparaciones justifica la implementación del sistema con agua nebulizada.

Teniendo en cuenta los resultados del estudio correspondiente a la comparación técnica y de costos entre el sistema protección contra incendio con agua nebulizada y rociadores se recomienda implementar el sistema de agua nebulizada como sistema de protección contra incendio para el Hotel El Campin.

7 BIBLIOGRAFÍA

ALCALDIA DE BOGOTA. (s.f.).

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2052>.

Asociación Nacional de Protección contra Incendios. (2019). *Asociación Nacional de Protección contra Incendios*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/overview>

CAMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCION. (DICIEMBRE 2013). *INFORME ECONOMICO - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y ACTIVIDAD EDIFICADORA*.

CORTES, J. M. (s.f.). *INTALACIONES CONTRA INCENDIO*. EDITORIAL UOC.

CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTA. (s.f.).

<http://www.bomberosbogota.gov.co/transparencia/tramites-servicios/revisi%C3%B3n-proyectos>.

JACK, C. M. (NOV/DEC 1999 PROQUEST CENTRAL). WATER MIST TECHNOLOGY EVOLVES. *NFPA JOURNAL*, 58.

JAIME, M. (2019). LA EFECTIVIDAD DE LOS ROCIADORES AUTOMATICOS. *NFPA JOURNAL LATINOAMERICANO*, COLUMNA-PUNTO DE VISTA.

LAKE, J. D. (2010). *AUTOMATIC SPRINKLER SYSTEM HANDBOOK*. NFPA.

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESAROOLO TERRITORIAL. (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE TITULO J REQUISITOS DE PROTECCION CONTRA INCNEDIO EN EDIFICACIONES*.

NFPA 13. (s.f.). *NFPA 13 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ROCIADORES AUTOMATICOS.*

NFPA 750. (2015). *NFPA 750 SISTEMA CONTRA INCENDIO AGUA NEBULIZADA.*

NFPA JOURNAL. (s.f.). [https://www.nfpajla.org/servicios/preguntas-frecuentes/522-nfpa-25-norma-para-la-inspeccion-comprobacion-y-manutencion-de-sistemas-hidraulicos-de-proteccion-contra-incendios.](https://www.nfpajla.org/servicios/preguntas-frecuentes/522-nfpa-25-norma-para-la-inspeccion-comprobacion-y-manutencion-de-sistemas-hidraulicos-de-proteccion-contra-incendios)

NFPA JOURNAL LATINOAMERICANO. (2019). El costo de los rociadores automáticos.

NFPA JOURNAL LATINOAMERICANO-JAIME MONCADA. (s.f.). DOCUMENTACION Y ESTADISTICAS DE INCENDIOS. *NFPA JOURNAL.*

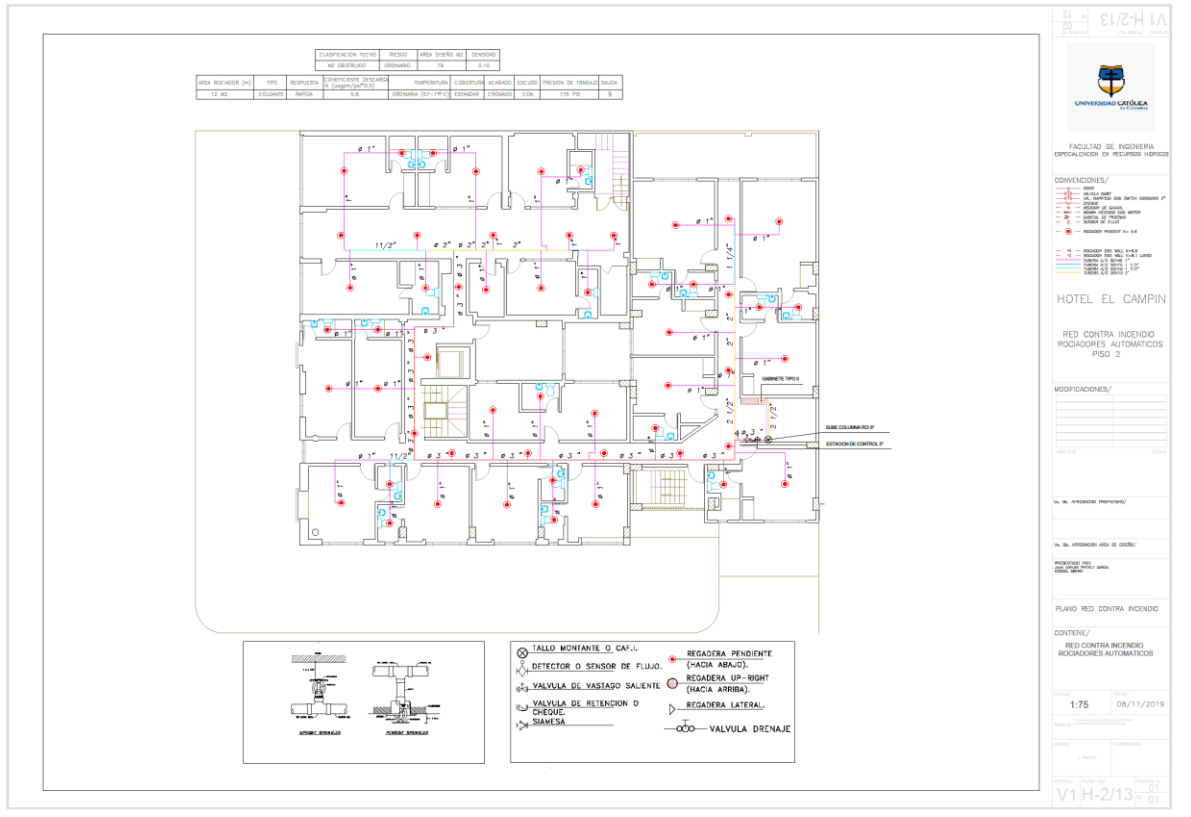
NFPA750. (2015). *Estándar sobre Sistemas de Protección contra Incendios con Agua Nebulizada.* Obtenido de Copyright 2014 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on May 20, 2014 to JMD for designated user JUAN MIGUEL DYVINETZ. No other reproduction or.

NSR10 MIN AMBIENTE. (2010). *NSR 10.*

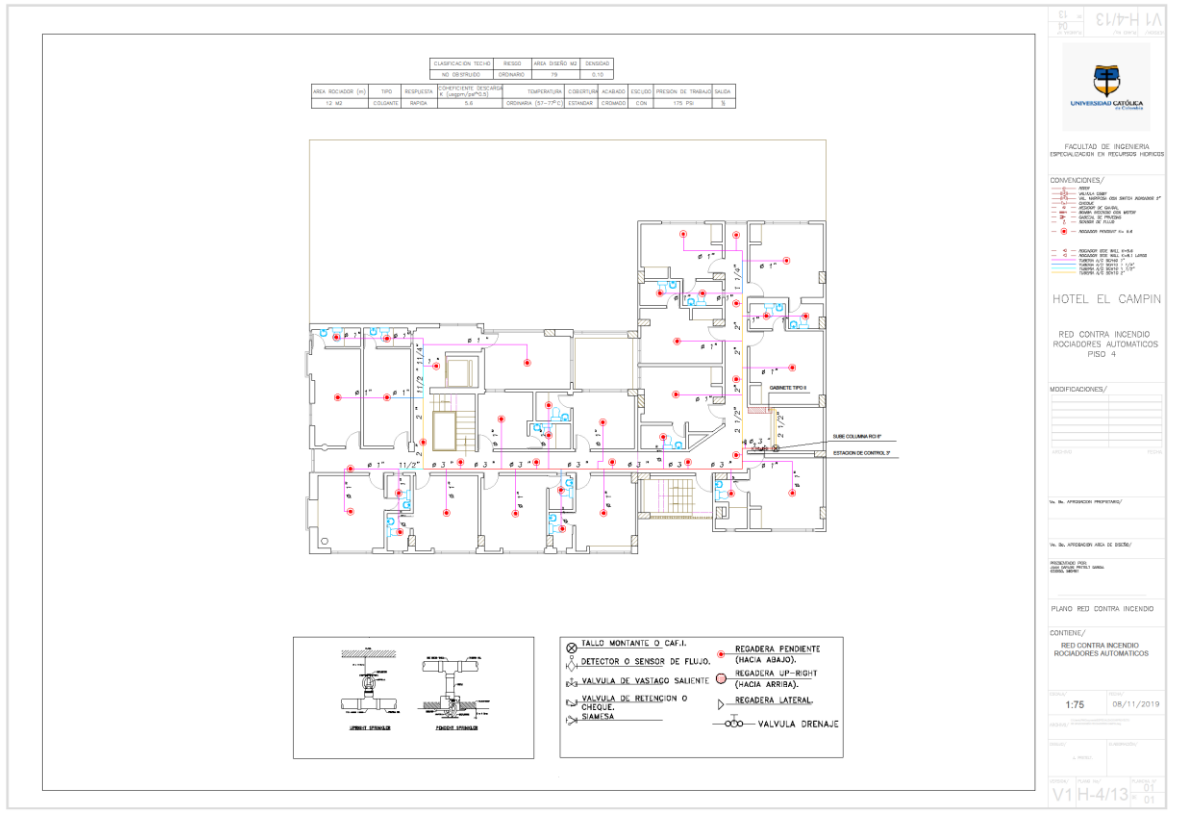
Ortiz Rafael, I. R. (s.f.). *MANUAL DE DISEÑO E INSTALACION DE SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO MEDIANTE AGUA NEBULIZADA.*

ORTIZ, I. J. (2018). *COMPARACIÓN TÉCNICA EN REDES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO POR MEDIO DE SISTEMA CONVENCIONAL DE ROCIADORES Y SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA.* Universidad Nacional de ColombiaFacultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola.

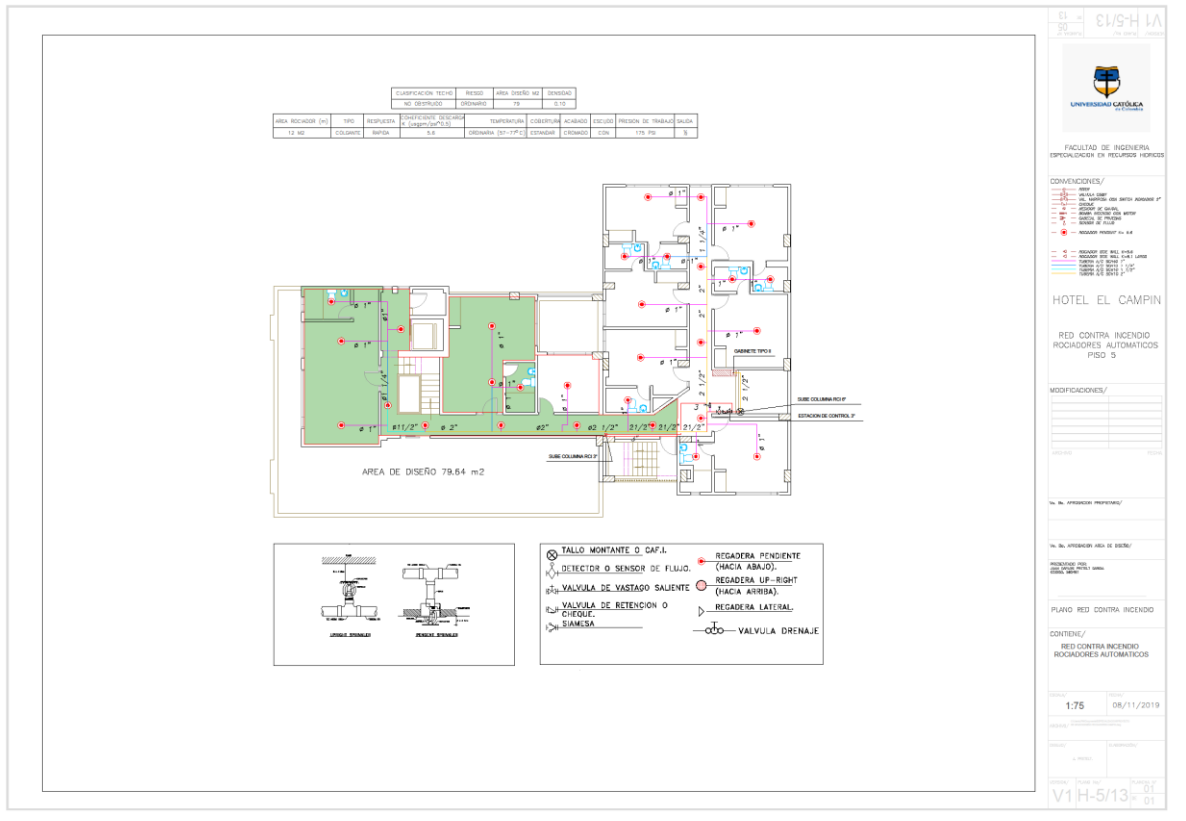
Apéndice 2. Planimetría del diseño de rociadores automáticos Piso 2



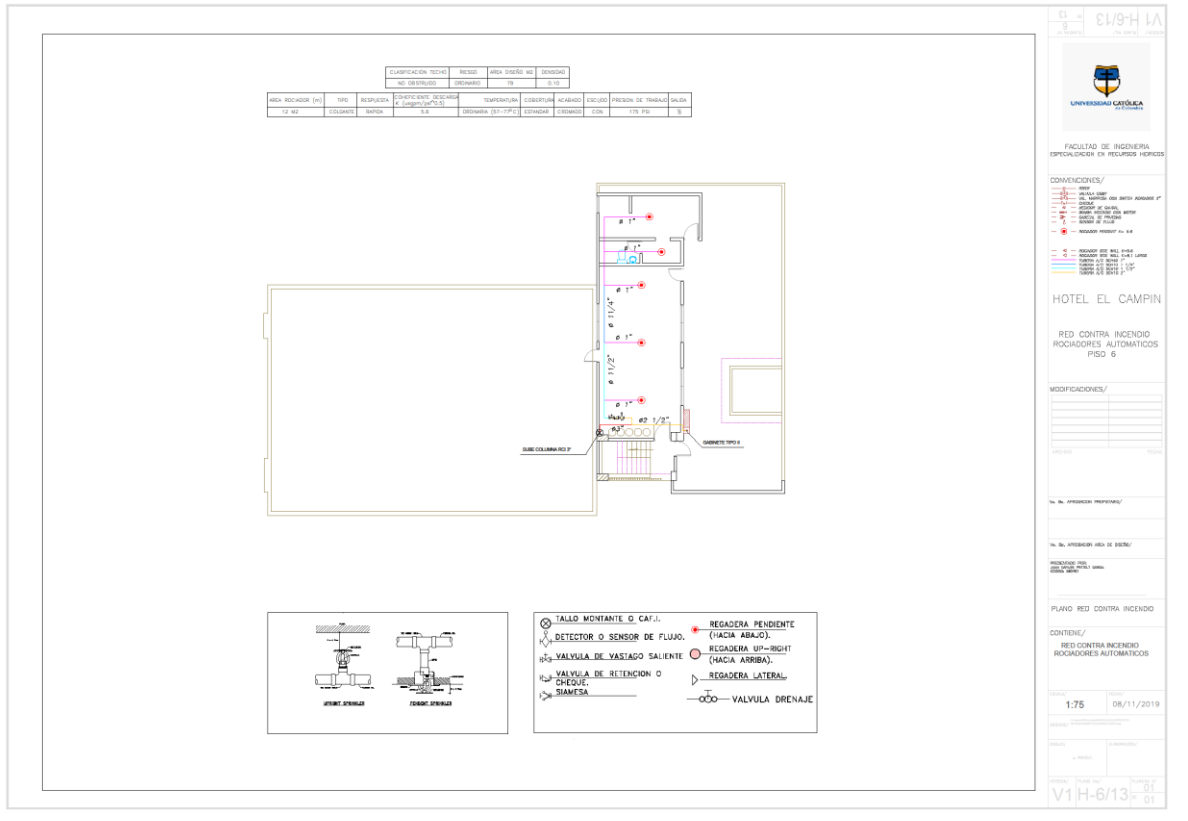
Apéndice 4. Planimetría del diseño de rociadores automáticos Piso 4



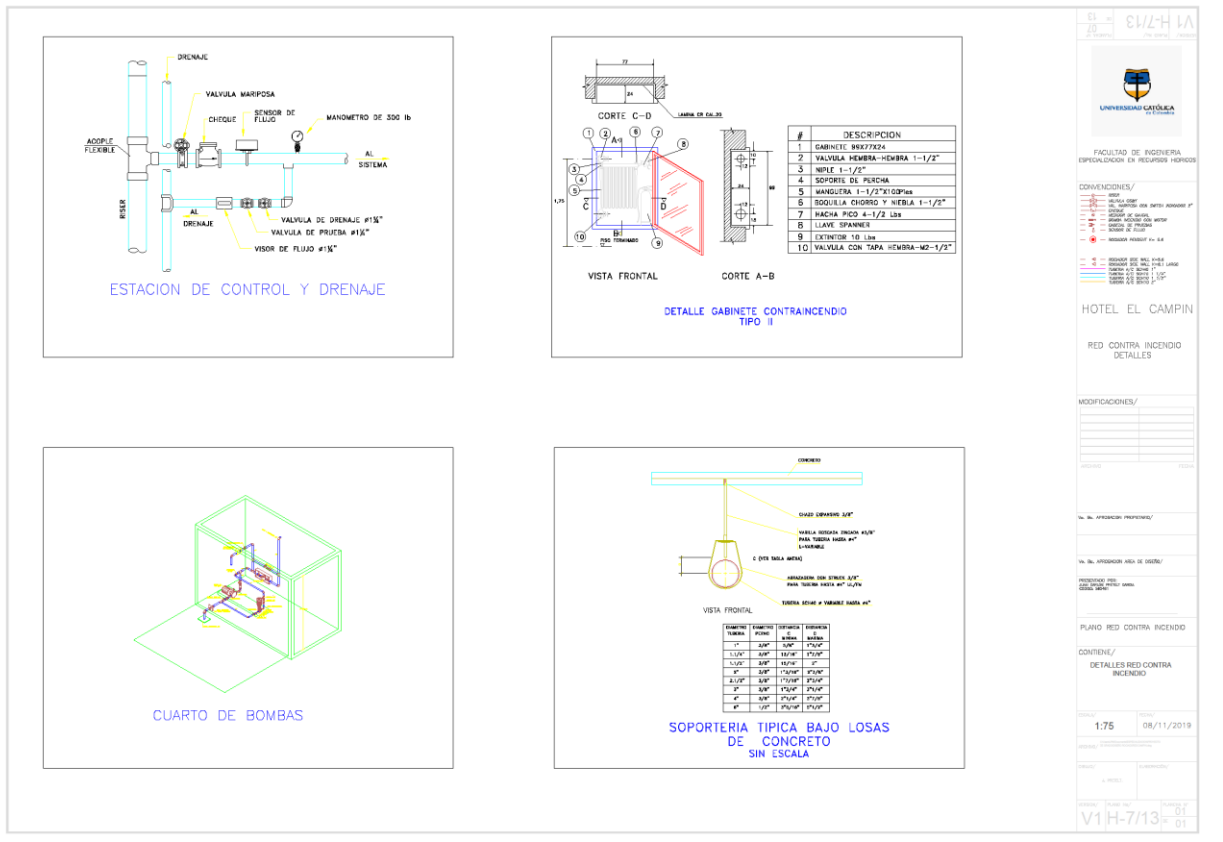
Apéndice 5. Planimetría del diseño de rociadores automáticos Piso 5



Apéndice 6. Planimetría del diseño de rociadores automáticos Piso 6



Apéndice 7 Planimetría detalles red contra incendio.



UNIVERSIDAD CATOLICA

FACULTAD DE INGENIERIA
OPEDUCACION EN RECURSOS HUMANOS

CONVENCIONES/
 - LINEA NEGRA: LINEA DE TUBERIA
 - LINEA ROJA: LINEA DE AGUA CALIENTE
 - LINEA AZUL: LINEA DE AGUA FRIA
 - LINEA VERDE: LINEA DE GAS
 - LINEA AMARILLA: LINEA DE VENTILACION
 - LINEA NARANJA: LINEA DE VENTILACION FORZADA
 - LINEA PUNTO: LINEA DE VENTILACION FORZADA
 - LINEA PUNTO: LINEA DE VENTILACION FORZADA

HOTEL EL CAMPIN

RED CONTRA INCENDIO
DETALLES

MODIFICACIONES/

FECHA: 08/11/2019

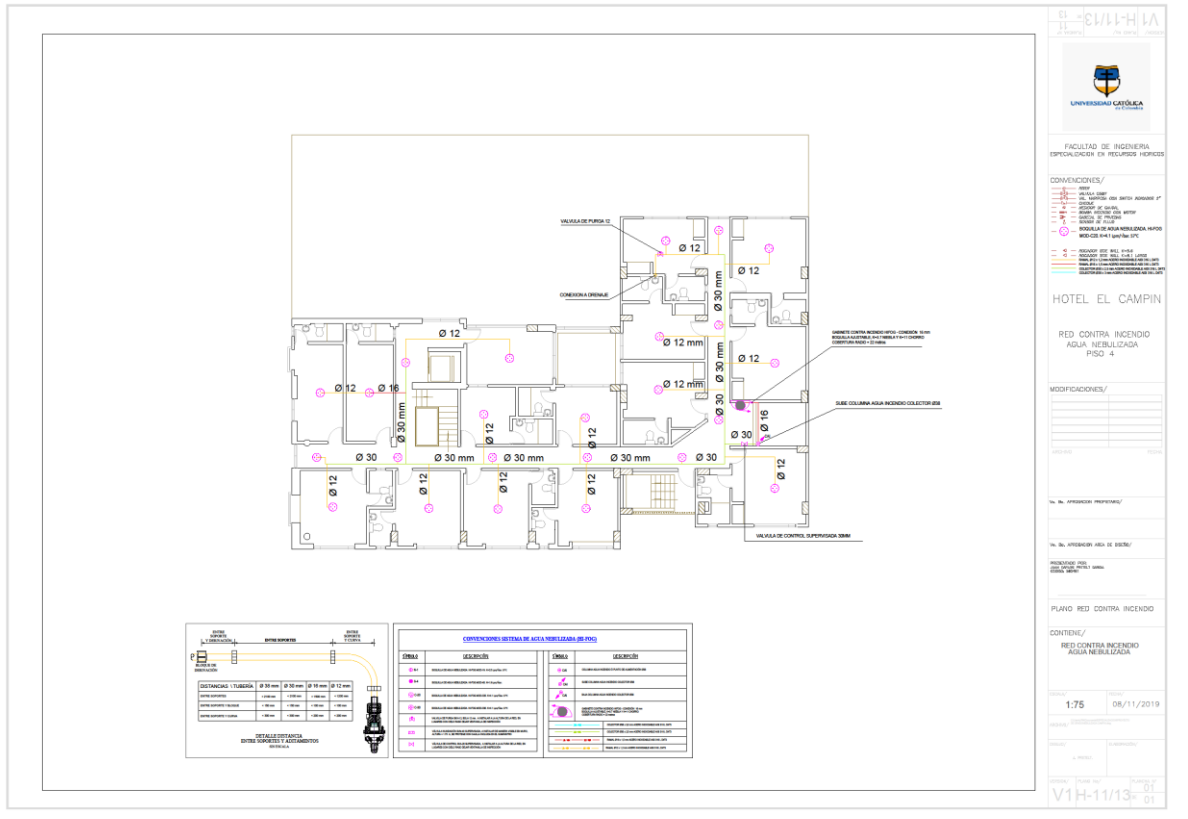
PROYECTO: PLANO RED CONTRA INCENDIO

CONTIENE: DETALLES RED CONTRA INCENDIO

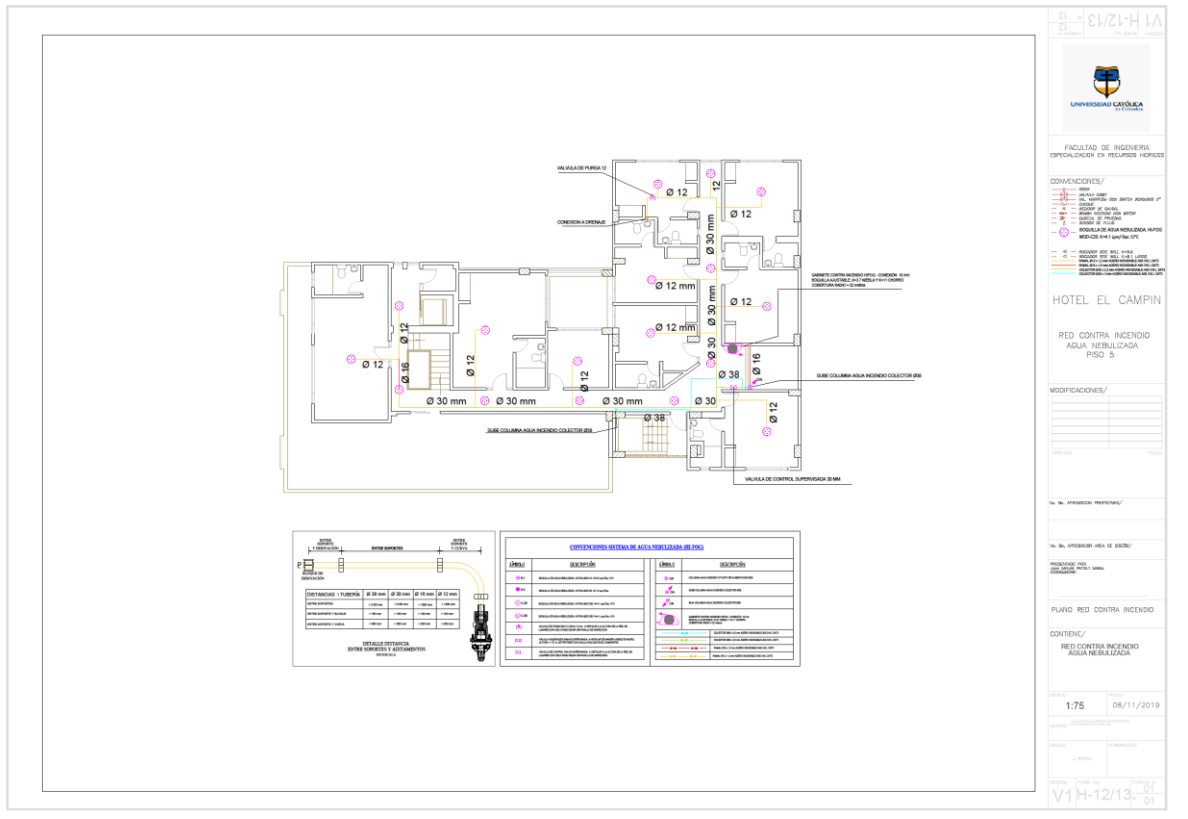
1:75

V1H-713-01

Apéndice 11. Planimetría del diseño de agua nebulizada Piso 4



Apéndice 12. Planimetría del diseño de agua nebulizada Piso 5



ANEXOS

ANEXO 1. Tabla J.2.4-1. Área construida y caudal mínimo requerido por cada hidrante, fuente norma NSR10 , CAPITULO J.

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

| Edificación | Área / hidrante, m ² | 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 |

ANEXO 2. Tabla J.3.3-1 NSR 10

Tabla J.3.3-1
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, área construida, y número de pisos.

| Grupos y subgrupos de ocupación | Área total construida, A _T m ² | Número de pisos | | | | | | |
|---------------------------------|--|-----------------|-----|-----|-----|----|----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ≥ 7 |
| (C-1) | A _T > 1500 | III | III | II | II | II | I | I |
| | A _T < 1500 | III | III | III | II | II | II | I |
| (C-2) | A _T > 500 | II | I | I | I | I | I | I |
| | A _T < 500 | | | II | I | I | I | I |
| (E) | Sin límite | III | III | III | II | II | II | I |
| (I-2), (I-4) | A _T > 1000 | III | II | II | I | I | I | I |
| | 500 < A _T < 1000 | III | III | II | II | I | I | I |
| | A _T < 500 | III | III | III | II | II | II | I |
| (I-3) | A _T > 1000 | II | II | I | I | I | I | I |
| | A _T < 1000 | | III | II | II | I | I | I |
| (L-1), (L-2), (L-3), (L-4) | A _T > 1000 | II | I | I | I | I | I | I |
| (L-5), (I-1), (I-5) | 500 < A _T < 1000 | II | II | I | I | I | I | I |
| | A _T < 500 | III | III | II | II | I | I | I |
| (R-1), (R-2) | Unidades > 140 m ² | | | | II | I | I | I |
| | Unidades ≤ 140 m ² | | | | III | II | II | I |
| (R-3) | A _T > 5000 | III | II | I | I | I | I | I |
| | A _T < 5000 | III | II | II | II | I | I | I |

Notas: (1). En edificios para vivienda, el límite de 140 m² por unidad corresponde al promedio aritmético de las áreas de todas las unidades, sin tener en cuenta las zonas comunes.

ANEXO 3. Tabla J.3.3- 2 NSR 10

Tabla J.3.3-2
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, densidad de carga combustible y el número de pisos

| Grupos de ocupación de las edificaciones | Potencial combustible C_c (MJ / m ²) | Requieren protección | | | | |
|--|--|----------------------|-----|-----|----|-----|
| | | Número de pisos | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | ≥ 5 |
| (A-1), (A-2) | $C_c > 8\ 000$ | II | II | I | I | I |
| | $4\ 000 < C_c < 8\ 000$ | III | II | II | I | I |
| | $C_c < 4\ 000$ | III | III | III | II | I |
| (F-1), (F-2) | $C_c > 8\ 000$ | I | I | I | I | I |
| | $4\ 000 < C_c < 8\ 000$ | II | II | I | I | I |
| | $2\ 000 < C_c < 4\ 000$ | III | II | II | I | I |
| | $C_c < 2\ 000$ | III | III | II | II | I |
| (P) | $C_c > 8\ 000$ | I | I | I | I | I |
| | $4\ 000 < C_c < 8\ 000$ | II | I | I | I | I |
| | $C_c < 4\ 000$ | III | II | II | I | I |

NOTA: 1 MJ = 0,28 kWh = 0,239 Mcal

ANEXO 4 Tabla J.3.4-1 NSR10, Potencial de combustible estimado.

Tabla J.3.4-1
Potencial combustible estimado para materiales distribuidos por unidad de área

| Material | MJ/m ² | Material | MJ/m ² |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Abonos artificiales | 9.56 | Aceites en tambores | 1975.50 |
| Acumuladores | 47.80 | Algodón de fardos | 71.70 |
| Alimentos | 47.80 | Alquitrán de hulla | 191.20 |
| Aparatos eléctricos | 9.56 | Archivos de documentos | 95.60 |
| Artículo de odontología | 19.12 | Artículos de madera | 71.70 |
| Asfalto | 191.20 | Autos, partes | 9.56 |
| Azúcar | 478.00 | Barnices y afines | 143.40 |
| Bobinas de madera | 28.68 | Bolsas de fibra sintética | 1434.00 |
| Bolsas de papel | 717.00 | Bolsas de yute | 43.02 |
| Cables en bobinas de madera | 35.85 | Café | 167.30 |
| Canastos de mimbre | 9.56 | Cañamo | 71.70 |
| Carbón | 597.50 | Cartón en hojas apiladas | 239.00 |
| Cartón impregnado | 119.50 | Cartón, objetos de | 23.90 |
| Cartón, ondulado | 71.70 | Caucho en bruto | 1 625.20 |
| Caucho, espuma de | 143.40 | Caucho, objetos de | 286.80 |
| Celuloide | 191.20 | Ceras | 191.20 |
| Ceras para pisos | 286.80 | Cereales en bolsas | 382.40 |
| Cereales en silos | 764.80 | Chocolate | 191.20 |
| Cigarrillos | 143.90 | Colas, pegantes | 191.20 |
| Colchones | 28.68 | Corcho | 47.80 |
| Cordelería | 35.85 | Cosmética, artículos de | 28.68 |
| Crin animal | 35.85 | Cuero | 95.60 |
| Cuero sintético | 95.60 | Cuero sintético | 95.60 |
| Cuero, objetos de | 35.85 | De | 95.60 |
| Decorados de teatros | 59.75 | Depósito de mercaderías | 23.90 |
| Desechos de papeles en fardos | 119.50 | Desechos de madera | 143.90 |
| Desechos de trapos | 191.20 | Desechos textiles | 47.80 |
| Droguerías | 19.12 | Dulces | 47.80 |
| Encajes y puntillas | 35.85 | Escobas | 23.90 |
| Fibras de coco | 71.70 | Fieltro | 47.80 |
| Flores Artificiales | 9.60 | Flores Artificiales | 9.56 |
| Forrajes | 191.20 | Fósforos | 47.80 |
| Fósforos | 47.80 | Gas licuado en cilindros de acero | 358.50 |
| Grasas | 1075.50 | Harina en bolsas | 478.00 |
| Harina en silos | 860.40 | Heno en gavillas | 59.80 |
| Hilos de uso textil | 95.60 | Huevos | 9.60 |
| Impresos en estanterías | 95.60 | Impresos en paletas | 478.00 |

Tabla J.3.4-1 (continuación)
Potencial combustible estimado para materiales distribuidos por unidad de área

| Material | MJ/m ² | Material | MJ/m ² |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Juguetes | 47.80 | Lanas | 107.50 |
| Leche en polvo | 597.50 | Lencería, ropas | 35.85 |
| Libros | 119.50 | Lino | 71.70 |
| Madera en bruto | 358.50 | Madera laminada | 239.00 |
| Madera, viruta en silos | 119.50 | Malta en silos | 764.80 |
| Manteca | 239.00 | Material de construcción | 47.80 |
| Material de equipos de oficina | 47.80 | Material eléctrico | 19.12 |
| Materias Sintéticas | 19.10 | Materias sintéticas en bruto | 334.60 |
| Materias sintéticas en espuma | 71.70 | Materias sintéticas, objetos de | 47.80 |
| Medicamentos | 19.12 | Melaza de toneles | 286.80 |
| Muebles | 47.80 | Negro humo en bolsas | 71.70 |
| Nitratos | 4.78 | Nitrocelulosa en toneles | 59.75 |
| Paja | 71.70 | Papel en bobinas apiladas | 573.60 |
| Papel en hojas apiladas | 478.00 | Papel, objetos de | 59.80 |
| Pastas alimenticias | 95.60 | Perlines | 59.80 |
| Pieles | 71.70 | Placas de madera aglomerada | 382.40 |
| Productos de lejías | 28.70 | Productos químicos mezclados | 47.80 |
| Puertas de madera | 100.40 | Puertas en material sintético | 239.00 |
| Radios, aparatos de | 12.00 | Recipientes de material plástico | 40.60 |
| Refrigeradores | 19.10 | Resinas sintéticas en barriles | 239.00 |
| Resinas sintéticas en placas | 191.20 | Revestimientos orgánicos de suelos | 382.40 |
| Solventes | 191.20 | Tabaco en bruto | 95.60 |
| Tabaco manufacturado | 119.50 | Tapices | 119.50 |
| Telas de lino | 47.80 | Telas y tejidos | 59.80 |
| Televisores | 12.00 | Vendas | 47.80 |
| Ventanas de material plástico | 19.10 | Ventanas de madera | 19.10 |
| Vestimentas | 23.90 | | |

ANEXO 5 Tabla J.4.2-1 NSR 10, Instalación de detectores con el grupo de ocupación.

Tabla J.4.2-1
Instalación de detectores de acuerdo con el grupo de ocupación

| Grupo | Subgrupo | Condición | Tipo de detector | Ubicación |
|---------|----------|--|--------------------------------------|---|
| R | R-2 | Para edificios de mas de 7 pisos | Automáticos de humo y alarma sonora | <ul style="list-style-type: none"> • Pasillos, escaleras y espacios comunes de circulación. • Espacios residenciales para la cocina. • Zonas de almacenamiento cuya superficie total sea mayor de 50 m² • Zonas comunes tales como salas de reunión, de juegos, de deportes etc. |
| | R-3 | Para edificios de mas de 5 pisos | | |
| I | I-2 | En cualquier caso | Automáticos de humo y alarma sonora | <ul style="list-style-type: none"> • Se ubicará pulsadores manuales de alarma de incendio en los pasillos, zonas de circulación y en las diferentes dependencias del hospital. • En las zonas de hospitalización |
| C, I, A | C-1 | Zonas de alto riesgo | Térmicos y/o de humo y alarma sonora | <ul style="list-style-type: none"> • Se ubicarán pulsadores manuales de alarma de incendios y repartidos adecuadamente. |
| | C-2 | | | |
| | I-4 | | | |
| | I-5 | | | |
| | A-1 | | | |
| A-2 | | | | |
| I, L | I-3 | Si la superficie total construida es mayor de 5.000 m ² ó más de tres (3) pisos | Térmicos y/o de humo y alarma sonora | <ul style="list-style-type: none"> • Se dispondrán pulsadores manuales en el interior de los locales de edificaciones clasificadas en las categorías de riesgo I y II. • No será necesario la utilización de detectores térmicos o de humo cuando exista una instalación de rociadores automáticos de agua. |
| | L-1 | | | |
| | L-2 | | | |
| | L-3 | | | |
| | L-4 | | | |
| L-5 | | | | |

ANEXO 6. Tabla J.4.3-1 NSR 10, otros sistemas de protección contra incendio requerido

Tabla J.4.3-1
Otros sistemas de protección contra incendio requerido

| Tipo de Sistema | Norma |
|--|-----------|
| Sistema de espuma de baja expansión | NFPA 11 |
| Sistema de espuma de mediana y alta expansión | NFPA 11 A |
| Sistema de dióxido de carbono | NFPA 12 |
| Sistema de Halón 1301 | NFPA 12 A |
| Rociadores en viviendas uni y bifamiliares y en casas prefabricadas | NFPA 13 D |
| Rociadores en ocupaciones residenciales de máximo y que incluyen cuatro pisos de altura | NFPA 13 R |
| Sistemas de pulverización de agua | NFPA 15 |
| Rociadores de agua-espuma por diluvio, sistemas de pulverización de agua-espuma, sistemas de rociadores de agua-espuma de cabeza cerrada | NFPA 16 |
| Sistemas de extinción de químico seco | NFPA 17 |
| Sistemas de extinción de químico húmedo | NFPA 17 A |
| Sistemas de niebla de agua | NFPA 750 |
| Sistemas de extinción contra incendio de agente limpio | NFPA 2001 |

ANEXO 7 Tabla K.2.10-3. NSR10, subgrupos de ocupación residencial hoteles (R-3).

Tabla K.2.10-3
Subgrupo de ocupación residencial hoteles (R-3)

| |
|---------------|
| Hoteles |
| Pensiones |
| Apartahoteles |
| Moteles |
| Hospederías |

ANEXO 8. Tabla 5.3.3.1. NFPA750 Estándares de tuberías o tubos.

Tabla 5.3.3.1 Estándares de Tubería o Tubos

| Materiales , dimensiones y títulos de los estándares | Nº Estándar |
|--|--------------------|
| Tubo de cobre (estirado, sin soldadura) | |
| <i>Standard Specification for Solder Metal [95-5 (Hojalata-Antimonio-Grado 95TA)]</i> | ASTM B 32 |
| <i>Standard Specification for Seamless Copper Tube*</i> | ASTM B 75 |
| <i>Standard Specification for Seamless Copper Agua Tube*</i> | ASTM B 88 |
| <i>Standard Specification for General Requirements for Wrought Seamless Copper and Copper-Alloy Tube</i> | ASTM B 251 |
| <i>Standard Specification for Liquid and Paste fluxes for Soldering Aplicaciones of Copper and Copper-Alloy Tube</i> | ASTM B 813 |
| <i>Specification for Filler Metals for Brazing and Braze Welding (Classification BCuP-3 or BCuP-4)</i> | AWS A5.8 |
| Acero inoxidable | |
| <i>Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service</i> | ASTM A 269 |
| <i>Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing (Small-Diameter) for General Service</i> | ASTM A 632 |
| <i>Standard Specification for Welded, Unamelled Austenitic Stainless Steel Tubular Products</i> | ASTM A 778 |
| <i>Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic/ Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service</i> | ASTM A 789/ A 789M |

*Indica tubería o tubo adecuados para curvar (ver 5.3.6) según estándares ASTM.

ANEXO 9. Tabla 5.4.2.1 NFPA 750. Estándares de accesorios.

Tabla 5.4.2.1 Estándares de Accesorios

| Material y dimensiones y título de los estándares | Estándar N° |
|--|--------------------|
| Cobre | |
| <i>Cast Copper Alloy Solder Joint Presión Accesorios</i> | ANSI B 16.18 |
| <i>Wrought Copper and Copper Alloy Solder Joint Presión Accesorios</i> | ANSI B 16.22 |
| Acero Inoxidable | |
| <i>Standard Specification for Castings, Austenitic, Austenitic-Ferritic (Duplex) for Presión-Containing Parts</i> | ASTM A 351/ A 351M |
| <i>Standard Specification for Wrought Austenitic Stainless Steel Piping Accesorios</i> | ASTM A 403/ A 403M |
| <i>Standard Specification for As-Welded Wrought Austenitic Stainless Steel Accesorios for General Corrosive Service at Low and Moderate Temperatures</i> | ASTM A 774/ A 774M |
| <i>Standard Specification for Wrought Ferritic, Ferritic/Austenitic, and Martensitic Stainless Steel Piping Accesorios</i> | ASTM A 815/ A 815M |

ANEXO 10 Tabla 5.6.7.1 NFPA 750 Temperatura de actuación, clasificación boquillas.

750-14

SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS CON AGUA NEBULIZADA

Tabla 5.6.7.1 Temperaturas de Actuación, Clasificaciones y Código de Color de Boquillas Individuales Activadas Térmicamente

| Máximo Temperatura Ambiente | | Grado de Temperatura de la Boquilla | | Clasificación de Temperaturas | Código de Color | Color del Bulbo de Vidrio |
|-----------------------------|-----|-------------------------------------|-----------|-------------------------------|------------------|---------------------------|
| °C | °F | °C | °F | | | |
| 38 | 100 | 57 a 77 | 135 a 170 | Ordinaria | Incoloro o negro | Naranja o rojo |
| 66 | 150 | 79 a 107 | 175 a 225 | Intermedia | Blanco | Amarillo o verde |
| 107 | 225 | 121 a 149 | 250 a 300 | Alta | Azul | Azul |
| 149 | 300 | 163 a 191 | 325 a 375 | Extra alta | Rojo | Purpura |
| 191 | 375 | 204 a 246 | 400 a 475 | Extremadamente alta | Verde | Negro |
| 246 | 475 | 260 a 302 | 500 a 575 | Ultra alta | Naranja | Negro |
| 329 | 625 | 343 | 650 | Ultra alta | Naranja | Negro |

ANEXO 11 Tabla 7.3.5.2 Espaciado máximo para soportes de tubo.

Tabla 7.3.5.2 Espaciado Máximo Para Soportes de Tubo

| Tubo D.E. | | Distancia media entre soportes | |
|-----------|----------|--------------------------------|------|
| mm | in. | m | ft |
| 6-14 | ¼, ⅜, ½ | 1,21 | 4.0 |
| 15-22 | ¾, ⅞ | 1,52 | 5.0 |
| 23-28 | 1 | 1,82 | 6.0 |
| 30-38 | 1 ¼, 1 ½ | 2,12 | 7.0 |
| 40-49 | | 2,42 | 8.0 |
| 50-59 | | 3,00 | 10.0 |
| 60-70 | | 3,33 | 11.0 |
| 71-89 | | 3,64 | 12.0 |
| 90-108 | | 3,94 | 13.0 |

ANEXO 12 Tabla 6.2.3.1 NFPA13 Identificación de descarga de los rociadores

Tabla 6.2.3.1 Identificación de las Características de Descarga de los Rociadores

| Factor K nominal [gpm/(psi) ^{1/2}] | Rango de Factor K [gpm/(psi) ^{1/2}] | Rango de Factor K [dm ³ /min/(kPa) ^{1/2}] | Porcentaje de la Descarga Nominal de K 5,6 | Tipo De Rosca |
|---|--|---|--|-------------------------------|
| 1,4 | 1,3-1,5 | 1,9-2,2 | 25 | ½ pulg NPT |
| 1,9 | 1,8-2,0 | 2,6-2,9 | 33,3 | ½ pulg NPT |
| 2,8 | 2,6-2,9 | 2,8-4,2 | 50 | ½ pulg NPT |
| 4,2 | 4,0-4,4 | 5,9-6,4 | 75 | ½ pulg NPT |
| 5,6 | 5,3-5,8 | 7,6-8,4 | 100 | ½ pulg NPT |
| 8,0 | 7,4-8,2 | 10,7-11,8 | 140 | ¾ pulg NPT o ¾ pulg NPT |
| 11,2 | 11,0-11,5 | 15,9-16,6 | 200 | ¾ pulg NPT o ¾ pulg NPT |
| 14,0 | 13,5-14,5 | 19,5-20,9 | 250 | ¾ pulg NPT |
| 16,8 | 16,0-17,6 | 23,1-25,4 | 300 | ¾ pulg NPT |
| 19,6 | 18,6-20,6 | 27,2-30,1 | 350 | 1 pulg NPT |
| 22,4 | 21,3-23,5 | 31,1-34,3 | 400 | 1 pulg NPT |
| 25,2 | 23,9-26,5 | 34,9-38,7 | 450 | 1 pulg NPT |
| 28,0 | 26,6-29,4 | 38,9-43,0 | 500 | 1 pulg NPT |

ANEXO 13 Tabla 6.2.5.1 NFPA 13, Rango de temperatura, clasificación y código de color.

Tabla 6.2.5.1 Rangos de Temperatura, Clasificaciones y Códigos de Color

| Temperatura Máxima en el Cielo | | Rango de Temperatura | | Clasificación de Temperatura | Código de Color | Colores de la Ampolla de Vidrio |
|-----------------------------------|-----|----------------------|---------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Raso °F | °C | °F | °C | | | |
| 100 | 38 | 135-170 | 57-77 | Ordinaria | Sin Color o Negro | Naranja o rojo |
| 150 | 66 | 175-225 | 79-107 | Intermedia | Blanco | Amarillo o verde |
| 225 | 107 | 250-300 | 121-149 | Alta | Azul | Azul |
| 300 | 149 | 325-375 | 163-191 | Extra Alta | Rojo | Violeta |
| 375 | 191 | 400-475 | 204-246 | Extra Muy Alta | Verde | Negro |
| 475 | 246 | 500-575 | 260-302 | Ultra Alta | Naranja | Negro |
| 625 | 329 | 650 | 343 | Ultra Alta | Naranja | Negro |

ANEXO 14 Tabla 6.3.3.1 NFPA 13, Materiales y dimensiones de las tuberías.

Tabla 6.3.1.1 Materiales y Dimensiones de las Tuberías

| Materiales y Dimensiones | Norma |
|--|--------------------|
| Tuberías Ferrosas (Con y Sin Costura) | |
| Especificación para tubos de hierro negro y de acero con recubrimiento de zinc en caliente por inmersión (galvanizado), con y sin costura, para uso en protección contra incendios | ASTM A 795 |
| Especificación para tubos de acero con y sin costura | ANSI/ASTM A 53 |
| Tubos de acero forjado | ANSI/ASME B 36.10M |
| Especificación para tubos de acero soldados por resistencia eléctrica | ASTM A 135 |
| Tubo de Cobre (Trafilado, Sin Costura) | |
| Especificación para tubos de cobre sin costura | ASTM B 75 |
| Especificación para tubos de cobre para agua sin costura | ASTM B 88 |
| Especificación de los requisitos generales para tubos de cobre forjado sin costura y tubos de aleación de cobre | ASTM B 251 |
| Fundentes para aplicaciones de soldadura de tubos de cobre y aleación de cobre | ASTM B 813 |
| Metal de relleno para soldadura con latón (Clasificación BCuP-3 o BCuP-4) | AWS A 5.8 |
| Metal para soldar, Sección 1: Aleaciones para soldar que contienen menos que 0,2% de plomo y que tienen temperaturas de sólido mayores que 400°F | ASTM B 32 |
| Materiales de aleación | ASTM B 446 |

ANEXO 15 Tabla 6.4.1 NFP 13, Materiales y dimensiones de los accesorios.

Tabla 6.4.1 Materiales y Dimensiones de los Accesorios

| Materiales y dimensiones | Norma |
|--|-------------|
| Hierro Colado | |
| Accesorios roscados de hierro colado, Clases 125 y 250 | ASME B16.4 |
| Bridas para tubería y accesorios bridados de hierro colado | ASME B16.1 |
| Hierro Dúctil | |
| Accesorios roscados de hierro dúctil, Clases 150 y 300 | ASME B16.3 |
| Acero | |
| Accesorios de acero forjado soldados a tope en fábrica | ASME B16.9 |
| Extremos para tubería, válvulas, bridas y accesorios, soldados a tope | ASME B16.25 |
| Especificación para accesorios de tubería, de acero al carbono forjado y acero de aleación, para temperaturas moderadas y elevadas | ASTM A 234 |
| Bridas para tubos y accesorios bridados, de acero | ASME B16.5 |
| Accesorios de acero forjado, con boquilla para soldar y roscados | ASME B16.11 |
| Cobre | |
| Accesorios para presión, de cobre forjado y aleación de cobre, para soldadura con estaño | ASME B16.22 |
| Accesorios para presión, de cobre fundido aleado, para soldadura con estaño | ASME B16.18 |

ANEXO 16. Figura 11.2.3.11 NFPA13. Curvas densidad/área

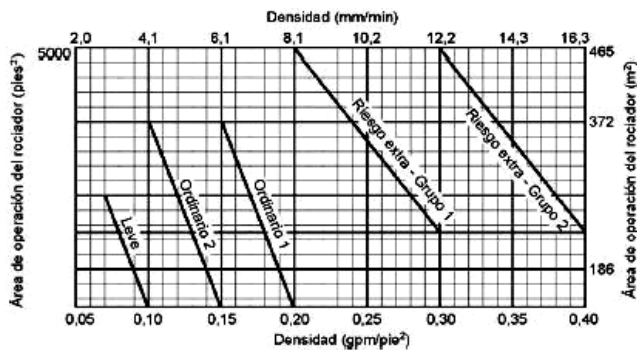


Figura 11.2.3.1.1 Curvas Densidad/Área.

Anexo 17. Memorias de cálculo y resultados EPANET

| NODO | | LONGITUD | DIÁMETRO | DIÁMETRO | LONGITUD TOTAL |
|---------|-------|----------|----------|------------|----------------|
| INICIAL | FINAL | metros | pulgadas | milímetros | metros |
| 1 | 3 | 20,2 | 6 | 154,1 | 54,7 |
| 3 | 4 | 2,4 | 6 | 154,1 | 6,7 |
| 4 | 5 | 14 | 6 | 154,1 | 18,3 |
| 5 | 6 | 2,9 | 2 | 52,5 | 10,7 |
| 5 | 7 | 0,7 | 2 | 52,5 | 3,7 |
| 7 | 8 | 1 | 2 | 52,5 | 16,4 |
| 8 | 9 | 0,2 | 2 | 52,5 | 3,2 |
| 9 | 10 | 0,4 | 2 | 52,5 | 3,4 |
| 10 | 11 | 0,4 | 1 | 26,6 | 1,0 |
| 10 | 12 | 3,3 | 2 | 52,5 | 7,8 |
| 12 | 13 | 0,4 | 1 | 26,6 | 1,0 |
| 12 | 14 | 4 | 2 | 52,5 | 7,0 |
| 14 | 15 | 0,4 | 1 | 26,6 | 1,0 |
| 14 | 16 | 0,8 | 2 | 52,5 | 3,8 |
| 16 | 17 | 2,8 | 1 | 26,6 | 4,6 |
| 16 | 18 | 3,3 | 2 | 52,5 | 6,3 |
| 18 | 19 | 0,4 | 1 | 26,6 | 1,0 |
| 18 | 20 | 0,5 | 2 | 52,5 | 3,5 |
| 20 | 21 | 2,7 | 1,25 | 35,1 | 4,5 |
| 21 | 22 | 3 | 1 | 26,6 | 3,6 |
| 20 | 23 | 3,6 | 2 | 52,5 | 6,6 |
| 23 | 24 | 0,4 | 1 | 26,6 | 1,0 |
| 23 | 25 | 2,4 | 2 | 52,5 | 6,9 |
| 25 | 26 | 2,5 | 1 | 26,6 | 3,1 |
| 25 | 27 | 1,1 | 2 | 52,5 | 4,1 |
| 27 | 28 | 3,4 | 2 | 52,5 | 6,4 |

| | | | | | |
|----|----|-----|---|------|------------|
| 28 | 29 | 3,4 | 1 | 26,6 | 4,0 |
| 28 | 30 | 0,7 | 2 | 52,5 | 3,7 |
| 30 | 31 | 0,7 | 1 | 26,6 | 1,3 |
| 9 | 32 | 2,9 | 2 | 52,5 | 5,9 |
| 32 | 33 | 3,5 | 1 | 26,6 | 4,1 |

```

*****
*                               *
*           E P A N E T         *
*   Análisis Hidráulico y de Calidad   *
*   de Redes Hidráulicas a Presión     *
*   Versión 2.0 Ve                   *
*                                     *
*           Traducido por:           *
*   Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *
*   Universidad Politécnica de Valencia *
*****

```

Archivo de Entrada: campin1.net

Tabla Línea - Nudo:

| ID Línea | Nudo Inicial | Nudo Final | Longitud m | Diámetro mm |
|----------|--------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 1 | 3 | 54.7 | 154.1 |
| 2 | 3 | 4 | 6.7 | 154.1 |
| 3 | 4 | 5 | 18.3 | 154.1 |
| 6 | 7 | 8 | 16.4 | 52.5 |
| 7 | 8 | 9 | 3.2 | 52.5 |
| 8 | 9 | 10 | 3.4 | 52.5 |
| 9 | 10 | 11 | 1 | 26.6 |
| 10 | 10 | 12 | 7.8 | 52.5 |
| 11 | 12 | 13 | 1 | 26.6 |
| 12 | 12 | 14 | 7 | 52.5 |
| 13 | 14 | 15 | 1 | 26.6 |
| 14 | 14 | 16 | 3.8 | 52.5 |
| 15 | 16 | 17 | 4.6 | 26.6 |
| 16 | 16 | 18 | 6.3 | 52.5 |
| 17 | 18 | 19 | 1 | 26.6 |
| 18 | 18 | 20 | 3.5 | 52.5 |
| 19 | 20 | 21 | 4.5 | 35.1 |
| 20 | 21 | 22 | 3.6 | 26.6 |
| 21 | 20 | 23 | 6.6 | 52.5 |

| | | | | |
|----|----|----|------|------|
| 22 | 23 | 24 | 1 | 26.6 |
| 23 | 23 | 25 | 6.9 | 52.5 |
| 24 | 25 | 26 | 3.1 | 26.6 |
| 25 | 25 | 27 | 4.1 | 52.5 |
| 26 | 27 | 28 | 6.4 | 52.5 |
| 27 | 28 | 29 | 4 | 26.6 |
| 28 | 28 | 30 | 3.7 | 52.5 |
| 29 | 30 | 31 | 1.3 | 26.6 |
| 30 | 9 | 32 | 5.9 | 52.5 |
| 31 | 32 | 33 | 4.1 | 26.6 |
| 32 | 32 | 34 | 3.8 | 52.5 |
| 33 | 34 | 35 | 1 | 26.6 |
| 4 | 5 | 6 | 10.7 | 52.5 |
| 5 | 5 | 7 | 3.7 | 52.5 |

Resultados de Nudo:

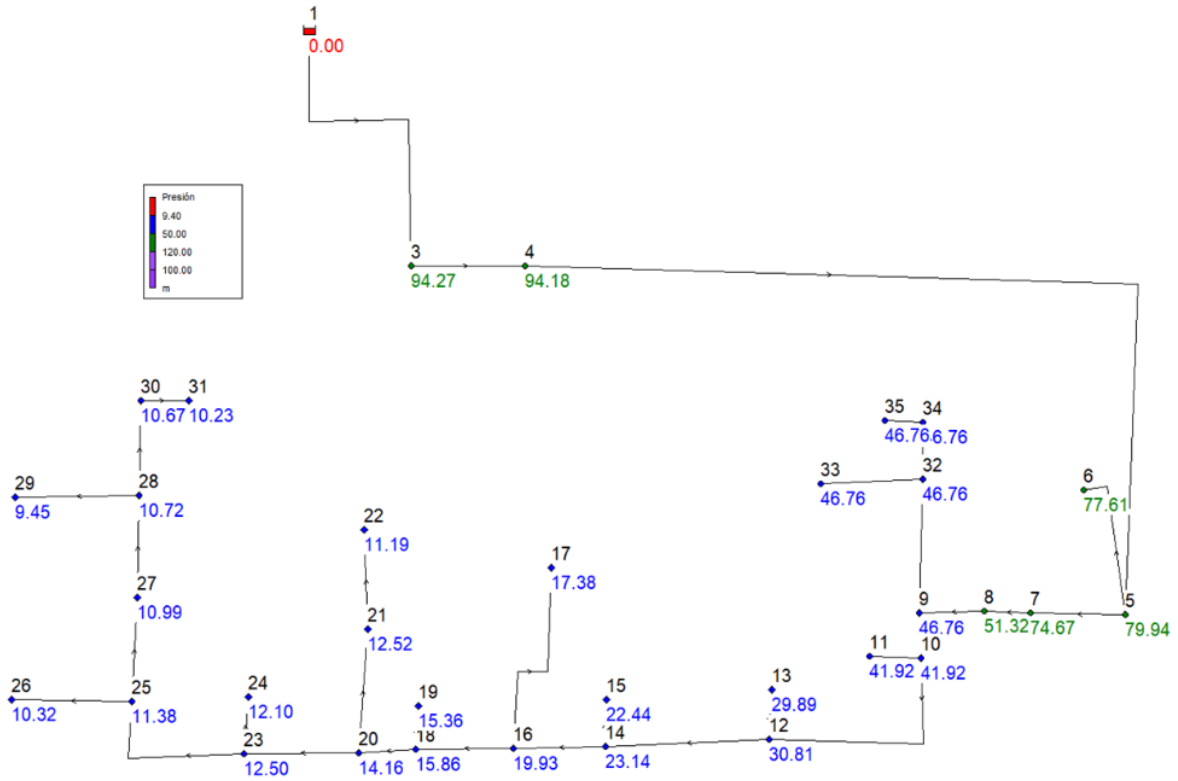
| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|
| 3 | 0.00 | 97.27 | 94.27 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 97.18 | 94.18 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 96.94 | 79.94 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 91.67 | 74.67 | 0.00 |
| 8 | 0.00 | 68.32 | 51.32 | 0.00 |
| 9 | 0.00 | 63.76 | 46.76 | 0.00 |
| 10 | 0.00 | 58.92 | 41.92 | 0.00 |
| 11 | 0.00 | 58.92 | 41.92 | 0.00 |
| 12 | 0.00 | 47.81 | 30.81 | 0.00 |
| 13 | 2.30 | 46.89 | 29.89 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 40.14 | 23.14 | 0.00 |
| 15 | 1.99 | 39.44 | 22.44 | 0.00 |
| 16 | 0.00 | 36.93 | 19.93 | 0.00 |
| 17 | 1.75 | 34.38 | 17.38 | 0.00 |
| 18 | 0.00 | 32.86 | 15.86 | 0.00 |
| 19 | 1.65 | 32.36 | 15.36 | 0.00 |
| 20 | 0.00 | 31.16 | 14.16 | 0.00 |
| 21 | 1.49 | 29.52 | 12.52 | 0.00 |
| 22 | 1.41 | 28.19 | 11.19 | 0.00 |
| 23 | 0.00 | 29.50 | 12.50 | 0.00 |
| 24 | 1.46 | 29.10 | 12.10 | 0.00 |
| 25 | 0.00 | 28.38 | 11.38 | 0.00 |
| 26 | 1.35 | 27.32 | 10.32 | 0.00 |
| 27 | 1.39 | 27.99 | 10.99 | 0.00 |
| 28 | 0.00 | 27.72 | 10.72 | 0.00 |
| 29 | 1.29 | 26.45 | 9.45 | 0.00 |
| 30 | 0.00 | 27.67 | 10.67 | 0.00 |
| 31 | 1.34 | 27.23 | 10.23 | 0.00 |
| 32 | 0.00 | 63.76 | 46.76 | 0.00 |
| 33 | 0.00 | 63.76 | 46.76 | 0.00 |
| 34 | 0.00 | 63.76 | 46.76 | 0.00 |

| | | | | |
|----|--------|-------|-------|--------------|
| 35 | 0.00 | 63.76 | 46.76 | 0.00 |
| 6 | 6.31 | 94.61 | 77.61 | 0.00 |
| 1 | -23.72 | 98.00 | 0.00 | 0.00 Embalse |

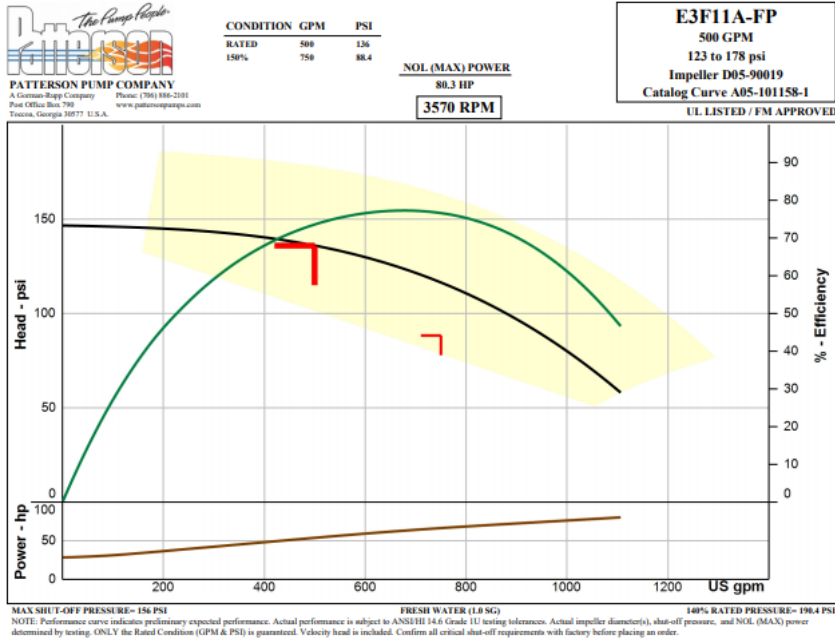
Resultados de Línea:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérd. Unit. m/km | Estado |
|-------------|---------------|------------------|---------------------|---------|
| 1 | 23.72 | 1.27 | 13.32 | Abierto |
| 2 | 23.72 | 1.27 | 13.32 | Abierto |
| 3 | 23.72 | 1.27 | 13.32 | Abierto |
| 6 | 17.41 | 8.04 | 1424.00 | Abierto |
| 7 | 17.41 | 8.04 | 1424.00 | Abierto |
| 8 | 17.41 | 8.04 | 1424.00 | Abierto |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Abierto |
| 10 | 17.41 | 8.04 | 1424.00 | Abierto |
| 11 | 2.30 | 4.13 | 917.13 | Abierto |
| 12 | 15.11 | 6.98 | 1095.85 | Abierto |
| 13 | 1.99 | 3.58 | 703.12 | Abierto |
| 14 | 13.13 | 6.06 | 843.80 | Abierto |
| 15 | 1.75 | 3.15 | 555.05 | Abierto |
| 16 | 11.37 | 5.25 | 647.26 | Abierto |
| 17 | 1.65 | 2.96 | 495.06 | Abierto |
| 18 | 9.73 | 4.49 | 484.56 | Abierto |
| 19 | 2.89 | 2.99 | 364.03 | Abierto |
| 20 | 1.41 | 2.53 | 369.26 | Abierto |
| 21 | 6.84 | 3.16 | 252.16 | Abierto |
| 22 | 1.46 | 2.63 | 396.87 | Abierto |
| 23 | 5.38 | 2.48 | 161.56 | Abierto |
| 24 | 1.35 | 2.43 | 342.50 | Abierto |
| 25 | 4.03 | 1.86 | 94.61 | Abierto |
| 26 | 2.63 | 1.22 | 43.12 | Abierto |
| 27 | 1.29 | 2.32 | 315.82 | Abierto |
| 28 | 1.34 | 0.62 | 12.38 | Abierto |
| 29 | 1.34 | 2.42 | 339.75 | Abierto |
| 30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Abierto |
| 31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Abierto |
| 32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Abierto |
| 33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Abierto |
| 4 | 6.31 | 2.91 | 217.34 | Abierto |
| 5 | 17.41 | 8.04 | 1424.00 | Abierto |

Anexo 18. Modelo grafico de EPANET

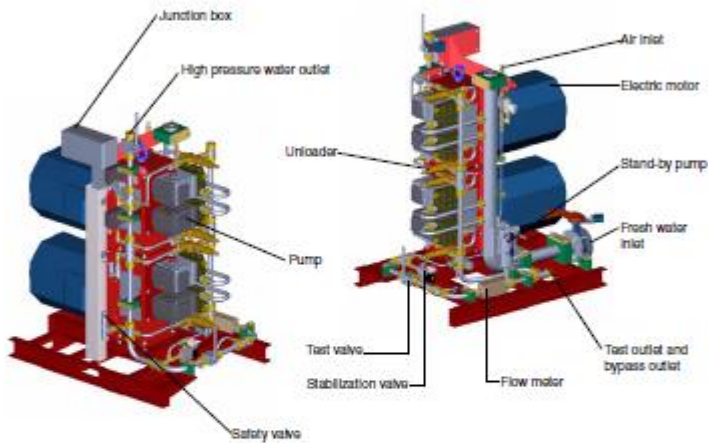


Anexo 19. Curva de la bomba seleccionada para rociadores



Modular Sprinkler Pump Unit MSPU02
Type code MSPU02+0C/n2/3BB1/0

TECHNICAL DATA SHEET DOC0001715 REVISION E DATE OF ISSUE 27 Dec 2012



Description

The modular Sprinkler Pump Unit MSPU02 has an output flow of 195 lpm at 140 bar and is supplied as part of a VdS-approved HI-FOG® water mist fire protection system.

The MSPU02 comprises of two pump modules which, upon activation, are started sequentially, thus reducing the electric power peak loads. In stand-by position, the system pressure is maintained at 25 bar by means of a stand-by pump. The MSPU02 can be started automatically, manually, or remotely. The automatic start is activated by flow or by low pressure, both of which are continuously monitored. The manual start is activated from the Starter Cabinet. The remote release can be included to allow activation by release panel or third-party signal.

The MSPU02 is stopped manually by pressing the STOP button on the Starter Cabinet after the section valve of the release area has been closed. Closing the section valve stops the water release and allows the pressure in the pipes to rise back to 140 bar. After the pressure is 140 bar, STOP and RESET functions can be completed.

Modular Sprinkler Pump Unit MSPU02

| Standard MSPU02 features | |
|--|--|
| Max. output (lpm) | 195 |
| Unit output pressure (bar) | 140 |
| Stand-by pressure (bar) | 25 |
| Dimensions l x w x h (mm) | 1253 x 880 x 1579 |
| Service area requirements (mm) | 750 on all unit sides and 400 above the unit |
| Electric supply | 400 V, 50 Hz, 54 kW, TN-C/TN-S |
| Nominal current I(n) | 141 A |
| Full load current I(e) | 192 A |
| Start current I(s) | 464 A |
| Electric motors | 27 kW, 51 A (standard aluminium motors) |
| Dry mass (kg) | 730 (with standard aluminium motors) NOTE: Mass can vary depending on the used motors. |
| Air inlet type and dimension | BSP R1/4" female |
| Fresh water inlet type and dimension | DN65 DIN2642 flange |
| High pressure outlet type and dimension | Ø305 DIN2353 |
| Test outlet and bypass outlet type and dimension | Ø305 DIN2353 |
| Ambient temperature | +4°C - +40°C |
| Starter Cabinet enclosure class | IP54 |
| Starter Cabinet dimensions w x d x h (mm) | 1000 x 400 x 1400+200 |
| Starter Cabinet mass (kg) | 210 |
| Starter Cabinet color | Gray RAL7035 |

Standard order options

- Filter unit
- Air compressor
- Connecting cables

Motor cables:

| Cable length (m) | Stock code | Type |
|------------------|------------|-------------|
| 10 | M25210 | LKM-HF 4G16 |
| 15 | M25215 | |
| 20 | M25220 | |



Marloff Corporation Oy • Vesälä 2, 01000 Vantaa, Finland • Tel. +358 10 6880 000 • Fax +358 10 6880 010 • www.marloff.com

Modular Sprinkler Pump Unit MSPU02

3 of 4 (+ 1)

Control cables:

| Stock code | Type |
|------------|--------------|
| N02070 | LM-HF 4x0,5 |
| N02100 | LM-HF 12x1,5 |

NOTE: Order control cables of the same length as motor cables.

Special order options

- Water tank system
- Break water tank
- Pump unit filter SAE 2 1/2" connection kit
- Filter installation bracket
- External feed water pump
- External feed water pump starter in the Starter Cabinet
- Two electric supplies and automatic switchover function
- Supply voltage
- 60 Hz frequency
- Soft starters
- Motor power 22,5 kW, 110/110 bar

NOTE: All order options (standard/special) must be ordered separately.

For more information

- MSPU02 Line Diagram & Part list for Line Diagram DOC0001566
- Filter Unit Data Sheet TE9004
- Filter Connection Kits Data Sheet TE9018
- Modular Tank Unit Data Sheet DOC0001724
- MSPU Operating and Maintenance Manual DOC0001718