



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**CONDICIONES DE DISEÑO PARA LA INSTALACION DE LOS SISTEMAS
DE PROTECCION CONTRA INCENDIO EN RACKS DE
ALMACENAMIENTO DE AEROSOLES E INFLAMABLES**

**REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

SANPEDRO OROPEZA HUGO JAVIER

**DIRECTOR
I.Q. JOSÉ ANTONIO ZAMORA PLATA**

MÉXICO

2013

DEDICATORIAS:

A DIOS PADRE, DIOS HIJO Y DIOS ESPIRITU POR SU INMENSO AMOR, ALEGRIA,
SABIDURÍA Y ENSEÑANZAS EN MI VIDA.

A MI PRINCESA VIVIANA SOFÍA
QUE GRACIAS A SUS RISAS Y TRAVESURAS HACEN LOS MOMENTOS
HERMOSOS.

A MI PADRE FILEMÓN SANPEDRO
A MI MADRE VIRGINIA OROPEZA
CON TODO EL AMOR, APRECIO Y RESPETO.

A MIS HERMANOS Y FAMILIARES; SERGIO, GIOVANNI, ALONDRA
POR COMPARTIR SUS ALEGRÍAS.

A MI TIA SARA
POR SU CARIÑO Y BUENOS ANIMOS EN TODO MOMENTO.

AGRADECIMIENTOS:

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, FES ZARAGOZA POR PERMITIRME SER MI ALMA MATER.

AL I.Q. EVERARDO FERIA, M. EN C. ANA LILIA MALDONADO, I.Q. HUGO MARTÍNEZ Y DR. ALEJANDRO ROGEL, POR TODAS LAS RECOMENDACIONES, PUNTOS DE VISTA, RETROALIMENTACIONES, ESFUERZO Y APOYO INCONDICIONAL PARA LA ESTRUCTURA DE ESTE REPORTE POR EXPERIENCIA PROFESIONAL.

AL I.Q. ANTONIO ZAMORA POR SU APOYO, TIEMPO, DEDICACIÓN Y EXPERIENCIAS COMPARTIDAS.

AL I.Q. ROCIO MARMOLEJO POR EL APOYO RECIBIDO.

INDICE

RESUMEN	
INTRODUCCION	
OBJETIVOS	1
CAPITULO 1. GENERALIDADES	2
1.1 Sistemas de almacenamiento	3
1.2 Clasificación de la mercancía almacenada	8
1.3 Sistemas de rociadores automáticos	10
1.4 Consideraciones generales para la instalación de rociadores	13
CAPITULO 2. CRITERIOS DE SEGURIDAD EN RACKS DE ALMACENAMIENTO	17
2.1 Teoría del fuego en racks de almacenamiento	18
2.2 Factores que afectan la protección contra incendios en almacenes	20
2.3 Lineamientos generales para la instalación de rociadores automáticos en almacenamiento en racks	23
2.4 Protección contra incendios en almacenamiento de aerosoles	23
2.5 Protección contra incendios en almacenamiento de inflamables	30
CAPITULO 3. CASO DE ESTUDIO	35
3.1 Presentación	36
3.2 Condiciones requeridas en el centro de distribución	37
CAPITULO 4. CALCULOS HIDRÁULICOS	38
CAPITULO 5. RESULTADOS	51
CONCLUSIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	55

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo determinar las condiciones de diseño para la instalación de los sistemas de protección contra incendios en racks de almacenamiento de aerosoles e inflamables dentro de un centro de distribución el cual almacena productos terminados y posteriormente se embarcan para su distribución a toda la república. Las condiciones cumplen satisfactoriamente con las normas de seguridad establecidas por las autoridades mexicanas, así como las de la empresa que es dueña del centro de distribución y las de la aseguradora de riesgos.

Se aplicaron normativas de la asociación nacional de protección contra incendios NFPA así como los estándares del corporativo dueño del centro laboral para conocer los criterios necesarios para la protección de un área asignada al almacenamiento de productos en aerosol e inflamables, y finalmente la información obtenida fue presentada a la aseguradora de riesgos para la aprobación.

Se consultaron las siguientes normas:

- NFPA 13 Estándar para la instalación de sistemas de rociadores, edición 2002
- NFPA 30 Código para líquidos inflamables y combustibles, edición 2003.
- NFPA 30B Código para la fabricación y almacenamiento de productos aerosoles, edición 2003.
- Estándar de protección contra incendios P&G 609 Productos de aerosol 2010.
- Estándar de protección contra incendios P&G 606 Almacenamiento en tarimas, paletas o pilas sólidas 2010.
- Estándar de protección contra incendios P&G 608 Productos que contienen líquidos inflamables hidrosolubles 2005.
- Estándar de protección contra incendios P&G 607 Tipos de almacenamiento en Racks 2010.

Las condiciones obtenidas de acuerdo a la normatividad revisada son las siguientes: respuesta, temperatura y tipo de rociadores, densidad, área de operación, flujo mínimo por rociador, presión mínima por rociador, demanda de mangueras y la duración de suministro de agua.

INTRODUCCION

Los incendios en almacenes figuran como los de mayor riesgo debido a sus dimensiones y al número de personas que laboran en él. Por ello es muy importante proporcionar una protección adecuada que permita resguardar la vida de los empleados en caso de una emergencia.

La protección contra incendios toma medidas para eliminar el mayor número de riesgos de fuego así como las causas de su propagación, su finalidad es salvar vidas humanas, minimizar pérdidas económicas producidas por el fuego y conseguir que las actividades en el centro de trabajo puedan reanudarse en el tiempo de corto más posible.

Los especialistas en prevención de incendios llevan a cabo estudios sobre los riesgos industriales presentes en un determinado establecimiento, utilizando una gran cantidad de herramientas que permitan evaluar las condiciones de riesgo del lugar para luego disponer de las acciones adecuadas para la eliminación o mitigación de los riesgos. Afortunadamente el avance de la Ingeniería en protección contra incendios y los cada vez más seguros sistemas de proceso, hacen que los niveles de seguridad operativa sean más altos.

Para proporcionar una protección contra incendios adecuada en los almacenes, es necesario estar familiarizado con numerosos factores que influyen en que se produzcan incendios, tales como:

1. Las características de combustión de los productos almacenados.
2. Los riesgos que representa el método de almacenamiento.
3. La construcción de la edificación.
4. Las limitaciones del empleo de un sistema de rociadores.

Además es necesario conocer la clasificación de riesgo de los productos almacenados, el efecto de los espacios de aire de los empaques de plástico, las diferencias entre almacenamiento en tarimas y en racks, el efecto de las repisas compactas o sólidas, el efecto de los pasillos, altura e inclinación de los techos y saber cuándo los rociadores de techo por sí solos no pueden proporcionar una protección adecuada o cuándo es oportuno instalar rociadores en los racks.

Este reporte explica las condiciones de diseño de un sistema de protección contra incendios para el almacenamiento de aerosoles e inflamables en un centro de distribución de una empresa que manufactura diversos productos para el hogar y aseo personal.

Está ubicado en la Av. Tejocotes S/N, Fraccionamiento Industrial San Martín Obispo, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Este predio tiene un área de 27,470 m² y 75,121 m² construidos reportados en la licencia de funcionamiento, siendo uno de los más grandes de la República Mexicana.



Figura no. 1 Ubicación del centro de distribución

Cabe mencionar que en caso de una emergencia el tiempo de llegada del departamento de bomberos del municipio de Cuautitlán Izcalli es de 13 minutos recorriendo 12 kilómetros de la estación de bomberos al centro de distribución. Los recursos de extinción de incendios que atenderían la emergencia son los siguientes:

- 1 unidad bomba con capacidad de 4725 LPM y 3 bomberos
- 1 unidad una pipa con capacidad de 750 LPM y dos bomberos
- 1 unidad de emergencia médica con dos técnicos en urgencias medicas

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar las condiciones de diseño de un sistema de protección contra incendio en un área que almacena productos en aerosol e inflamables dentro de un centro de distribución aplicando las normas NFPA y los estándares de la empresa dueña del centro de distribución con el fin de identificar los criterios de seguridad y prevenir riesgos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Clasificar el riesgo en el almacenamiento de aerosoles e inflamables.
- Identificar el área de diseño
- Seleccionar la cobertura del rociador, Numero de rociadores a calcular,
- Seleccionar el tipo de rociador.
- Determinar el flujo mínimo y presión mínima del rociador
- Determinar la constante de descarga del rociador.
- Determinar el gasto requerido en la base del raiser y en el cabezal de bombas.
- Determinar la cantidad de GPM suministrados al sistema por uso de hidrantes.
- Determinar el tiempo de suministro de agua.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

A GRANEL

Se trata de materiales pequeños sueltos, de libre movimiento, tales como polvos, gránulos, hojuelas o material de empaque o embalaje de plástico expansible en forma de esferas, que se almacenan en contenedores grandes tales como silos o tolvas. También pueden apilarse en el piso. Los incendios en los que interviene esta mercancía por lo general se mueven lentamente y penetran profundamente en la pila. Pueden presentarse llamas si hay viento. Para controlar estos incendios es necesario “empaparlos” de agua o espuma. Además, a menudo es necesario excavar la pila para encontrar el material humeante que arde sin llama y extinguirlo. La excepción a esto es un incendio en el que intervengan las esferas de embalaje. En este caso, los incendios se desarrollan con extremada rapidez, especialmente si el material está en tolvas que cuelguen del techo.



Figura no. 2 Ejemplo de almacenamiento a granel

PILAS COMPACTAS O SÓLIDAS

Se trata de cajas de cartón o de otro material, fardos o sacos de mercancía apilados juntos en el suelo. Si acaso se emplean tarimas, se utilizan muy pocas. Puede haber una tarima en el suelo y posiblemente una cada aproximadamente 2,4 m hacia arriba en la pila. Algunas personas describen el apilamiento sólido como almacenar "dos cargas de tarima una sobre otra por tarima". La altura de almacenamiento máxima será determinada por la resistencia del nivel inferior de cajas, el alcance del montacargas o su capacidad de elevación (carga máxima que puede levantar). Generalmente, 7,6 m es una altura máxima práctica. Los códigos contra incendios de la NFPA especifican densidades de aspersión a una altura de 9,1 m para el almacenamiento en pilas sólidas.

Los incendios en estas pilas sólidas figuran entre los más fáciles de controlar pero pueden ser muy largos debido a su naturaleza. Sin embargo, los códigos de protección contra incendios de la NFPA no permiten una reducción de la densidad de aspersión en comparación con el almacenamiento en tarimas. Con frecuencia, la mejor protección para los artículos de muy alto riesgo como son los aerosoles, inflamables, aceites de motor en envases de plástico, es almacenarlos en racks e instalar rociadores en las mismas. Los rociadores de techo no pueden actuar lo suficientemente rápido como para controlar fácilmente los incendios en los que esté presente este tipo de mercancía. El apilamiento sólido es una modalidad de almacenamiento poco común.



Figura no.3 Ejemplo almacenamiento de pilas compactas o solidas

PALETIZACIÓN

Se trata de cajas de cartón u otro material, cajones, fardos o sacos de mercancía apilados juntos sobre tarimas. Hay una tarima en el suelo y luego aproximadamente cada 1,2 m hacia arriba en la pila. También en este caso, la altura de almacenamiento máxima será determinada por la resistencia del nivel inferior de cajas, el alcance del montacargas o su capacidad de elevación (carga máxima que puede levantar). Generalmente, 7,6 m son un límite práctico. Los códigos de protección contra incendios de la NFPA especifican para el almacenamiento paletizado densidades de aspersión a una altura de 9,1 m.

Los incendios en los que intervienen artículos paletizados son relativamente fáciles de controlar. Sin embargo, una vez más, con frecuencia la mejor protección para los artículos de muy alto riesgo (aerosoles inflamables, aceites de motor en contenedores de plástico, etc.) es almacenarlos en racks e instalar rociadores en las mismas. Los rociadores ubicados en el techo no pueden actuar lo suficientemente rápido como para controlar fácilmente los incendios en los que esté presente este tipo de mercancía.



Figura no. 4 Ejemplo de almacenamiento paletizado

PIRÁMIDE

Para aumentar la capacidad de almacenamiento y crear una pila estable con material que de otra manera sería inestable, los artículos a veces se apilan en forma de pirámide. Pueden añadirse tarimas para aumentar la estabilidad.

Los incendios en las pirámides pueden ser difíciles de controlar y extinguir. Esto se debe a que para formar una pirámide se cubren los canales de flamas entre las filas y, en consecuencia, se crean bolsillos de aire escondidos que están protegidos del agua de los rociadores y de las mangueras.



Figura no. 5 Ejemplo de almacenamiento en pirámide

RACKS

Cuenta con una estructura sólida de acero, los cartones, cajas, productos terminados, etc. con o sin tarimas son almacenados en racks pueden ser de una, dos o múltiples filas. En ocasiones la estructura del rack puede ser utilizada para sostener el techo del edificio. Pueden ser alcanzadas alturas de almacenamiento de hasta 30.5 m o más.

Es importante entender cuán rápidamente un incendio en un almacén con racks pasa de la etapa incipiente al incendio completamente desarrollado. Hay tan solo una posibilidad muy pequeña de que un grupo de respuesta ante emergencias llegue a ver el incendio en su fase incipiente. Es mucho más probable que el incendio ya haya llegado al techo y esté tratando de cruzar el pasillo antes de que pueda llegar el grupo de respuesta ante emergencias. Los rociadores automáticos sirven para ayudar a controlar el incendio durante este período, antes de que el grupo de respuesta ante emergencias comience los esfuerzos para combatir el incendio.



Figura no. 6 Ejemplo de almacenamiento en racks

1.2 CLASIFICACIÓN DE LA MERCANCÍA ALMACENADA

El almacenamiento de la mercancía se clasifica de la siguiente manera:

CLASE I

Productos esencialmente no combustibles sobre tarimas de madera, o en cajas comunes de cartón corrugado con o sin separadores individuales, o en envoltorios de papel normales, todos sobre tarimas de madera. Estos productos pueden tener una cantidad insignificante de plástico.

CLASE II

Producto clase I en cajas de listones de madera, cajas de madera sólida, cajas de cartón de múltiples espesores o material de embalaje combustible, sobre tarimas de madera.

CLASE III

Madera, papel, tela de fibra natural o productos hechos con ellos, sobre tarimas de madera. Los productos pueden contener una cantidad limitada de plástico. Los aparadores de madera con gavetas deslizantes y accesorios de plástico, son ejemplos de un artículo con una cantidad limitada de plástico.

Clase IV

Productos Clase I, II y/o III que contienen una cantidad considerable de plástico en una caja de cartón o productos Clase I, II y/o III con empaque de plástico en cajas de cartón sobre tarimas de madera. Fabricado parcial o totalmente a partir de plásticos Grupo B. Compuesto de materiales plásticos Grupo A de libre movimiento. Contiene dentro de sí o en su embalaje una cantidad considerable (de 5 a 15 por ciento por peso o de 5 a 25 por ciento por volumen) de plásticos Grupo A. Se permite que los demás materiales sean metal, madera, papel, fibras naturales, sintéticas, plásticos grupo B o C.

PLASTICOS

Los plásticos se dividen en tres grupos:

GRUPO A

Éstos son los plásticos que arden con mayor intensidad. El polietileno, poliuretano, poliestireno, polipropileno, polibutadieno y polímero acrilonitrilo-butadieno-estireno (“acrylonitrile-butadiene-styrene” o ABS), y el PVC altamente plastificado son plásticos de este grupo

Para fines de protección contra incendios, los plásticos Grupo A se dividen en dos subcategorías:

Expandidos o no expandidos – Los plásticos expandidos arden con mucha más intensidad que los plásticos no expandidos.

Embalados en caja de cartón o no (expuestos o no expuestos) – Los plásticos que no están embalados en caja arden con mucha más intensidad que los plásticos que si lo están.

GRUPO B

Estos plásticos arden menos intensamente que los plásticos Grupo A. A este grupo pertenecen el caucho natural no expandido, el caucho de silicona, el nylon (6 y 6/6), los materiales celulósicos, el caucho de cloropreno y algunos materiales fluoroplásticos.

GRUPO C

Estos plásticos son los que arden menos intensamente. A este grupo pertenecen los productos fenólicos, el PVC rígido, el fluoruro de polivinilo (“polyvinyl fluoride” - PVF), los materiales a base de urea y algunos materiales fluoroplásticos.

1.3 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS

Un sistema de rociadores automáticos de tubería húmeda, es un sistema fijo de protección contra Incendios que utiliza tuberías llenas de agua a presión, alimentadas desde un abastecimiento fiable. Se utilizan rociadores que operan de forma automática se abren por la acción del calor. El sistema por rociadores automáticos está conectado por medio de tuberías a una válvula de alarma, la cual se conecta directamente de la red hidráulica contra incendio del centro de distribución y esta a su vez al equipo de bombeo. Toda la tubería del sistema de rociadores mantiene agua a presión, hasta que alguno de los rociadores se abre por efecto del calor generado en un incendio. Una vez que se han actuado los rociadores, el agua se descarga sobre un área determinada para controlar o extinguir el incendio. Al fluir el agua por el sistema de tuberías, se activa una alarma con el fin indicar que el sistema está en operación. Solamente se actúan los rociadores situados sobre el área de fuego o en zonas adyacentes, por lo que se reducen al mínimo los daños producidos por el agua.



Figura no. 7 Esquema de un sistema de rociadores automáticos

Este sistema húmedo puede instalarse en cualquier zona no expuesta al riesgo de heladas con el fin de proteger de los efectos del incendio a la estructura, el material almacenado y/o las personas.

Existen dos métodos aceptados para mantener la protección por medio de rociadores en tales circunstancias. Uno consiste en emplear los sistemas en que el agua solamente entra a los rociadores al activarse las válvulas de control (de tubería seca, de acción previa, etc.) y el otro método consiste en el empleo de una solución anticongelante en una parte del sistema de tubería húmeda.

Esto es en el caso donde estén expuestos a temperaturas inferiores a la de congelación, inclusive durante breves períodos, no pueden emplearse los sistemas ordinarios de tubería húmeda, puesto que el sistema contiene agua a presión en todo momento.

Las ventajas de contar con sistema automático de protección contra incendios son las siguientes:

- Los rociadores automáticos son particularmente efectivos para la seguridad del personal operativo, ya que evitan o reducen la participación de los bomberos.
- Los rociadores automáticos evitan la pérdida de vidas humanas.
- Los rociadores automáticos, instalados y mantenidos adecuadamente, resultan de gran utilidad para evitar tanto la pérdida de vidas humanas como las pérdidas materiales.
- Detectan el incendio y dan el aviso de la existencia de un fuego al mismo tiempo que liberan agua sobre la zona incendiada.
- La actuación de los rociadores sobre el humo es doble: el empuje físico sobre el humo tiende a mantenerlo en los niveles más bajos; por otra parte, el enfriamiento de los humos permite una estancia más prolongada de las personas en caso de que así se requiera.
- El agua descargada por el sistema de rociadores automáticos instalado, produce menos daños que los que produciría el agua de extinción lanzada a chorro con mangueras por el servicio de bomberos.
- Sólo lanza agua a la zona involucrada. Una idea errónea común es que los rociadores comienzan a descargar agua todos al mismo tiempo. En realidad no es así, puesto que la mayor parte de los fuegos quedan dominados por la acción de solamente unos pocos rociadores que se encuentran en las cercanías inmediatas del foco del incendio.
- La actuación de los rociadores no se ve impedida por el humo o el calor, como puede sucederles a los bomberos.
- Los rociadores automáticos pueden aplicar agua rápida y eficazmente sobre el foco del incendio.

Por estas ventajas es por lo que se decidió a utilizar un sistema automático de protección contra incendios.

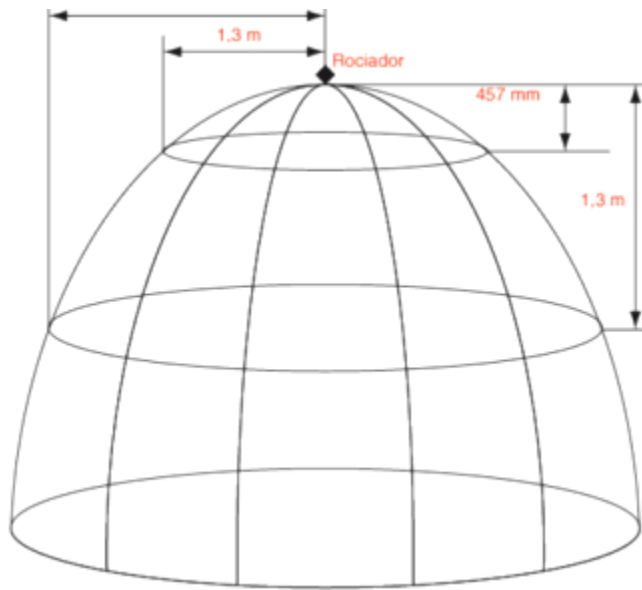


Figura no. 8 Distribución de agua de un rociador



Figura no. 9 Prueba de distribución de agua de un rociador

1.4 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE ROCIADORES

Pérdidas por Fricción.

El agua fluye más rápidamente por el centro de la tubería y mas lentamente cerca de las paredes. La turbulencia se crea a lo largo de las paredes debida a las imperfecciones microscópicas, el flujo hace remolinos. Igualmente la turbulencia aumenta con la velocidad del agua, debido a la inercia, el agua provoca un remolino. La turbulencia causa una pérdida de presión a medida que el agua fluye por la tubería.

La acumulación de incrustaciones y depósitos de corrosión a lo largo de las paredes de la tubería hará que disminuya el diámetro efectivo de la tubería. La perdida de presión aumenta con el tiempo a menos que la tubería sea resistente a la formación de incrustaciones y a la corrosión.

En los cálculos de hidráulica, el coeficiente de flujo es el factor que se usa para considerar la rugosidad de las paredes de la tubería.

Las pérdidas por fricción resultan del flujo a través de la tubería y se determinan por la ecuación de Hazen-Williams. Esta fórmula permite calcular la presión que se pierde cuando el agua fluye por un tubo. Esta pérdida de presión es comúnmente conocida como pérdida por fricción. A medida que el agua fluye por el tubo, pierde presión debido a la turbulencia y las imperfecciones microscópicas naturales de las paredes. A medida que el tubo envejece, la pérdida de presión aumenta, debido a las incrustaciones y otras acumulaciones internas. El diámetro de trabajo efectivo del tubo se ve reducido.

La ecuación de Hazen-Williams es una de las más populares para el diseño y el análisis de sistemas de agua, su uso está limitado al flujo de agua en conductos de 2 pulgadas y menores de 6 pies de diámetro.

$$Pf = 4.52 * \frac{Q^{1.85}}{c^{1.85} d^{4.87}}$$

Donde:

Pf = Pérdidas por fricción por pie de tubería en PSI

Q = Flujo en gpm

d = Diámetro interno de la tubería en pulgadas.

c = Coeficiente Hazen-Williams

En el cálculo se consideran las pérdidas a través de tuberías, Conexiones, Válvulas, Medidores y Filtros, así como las pérdidas por elevación.

La longitud equivalente es el método utilizado para estimar la presión adicional que se pierde en un sistema debido a una conexión.

Para calcular un sistema de rociadores, debe tenerse en cuenta la pérdida de presión debido a las conexiones en las cuales el agua cambia de dirección al fluir (conexiones en T, codos, etc.) o donde se bloquea parcialmente la vía de paso de agua (válvulas de retención, válvulas de compuerta). La turbulencia causada por una conexión generará la misma cantidad de pérdida de presión ya sea en un sistema húmedo, un sistema de tubería seca o cualquier otro tipo de sistema en el cual se instale.

Para tomar en cuenta esta pérdida de presión, se asigna a cada conexión una longitud equivalente y se calcula como si se tratase de un tramo adicional de tubería en el sistema.

FLUJO DEL ROCIADOR

Esta fórmula calcula la tasa de flujo que descarga un rociador. Se deriva de la fórmula para el flujo de una boquilla de prueba.

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

Donde:

Q = flujo en galones por minuto (GPM)

K = el factor "K" para el rociador ("K" es un tipo de coeficiente de flujo)

P = la presión en la tubería del rociador

CORRECCIÓN DE ELEVACIÓN

Ésta es una corrección de la presión del sistema debido a cambios de elevación.

La corrección de elevación está directamente relacionada con la presión que el agua agrega al sistema en razón de su peso.

En el sistema inglés:

Cuando el agua fluye hacia arriba, pierde 0,433 psi por pie de aumento de elevación.

Cuando el agua fluye hacia abajo, gana 0,433 psi por pie de pérdida de elevación.

$$P_e = 0.433 h$$

Donde h = la altura de elevación.

En el sistema métrico:

Cuando el agua fluye hacia arriba, pierde 0,098 bar por metro de aumento de elevación. Cuando el agua fluye hacia abajo, gana 0,098 bar por metro de pérdida de elevación.

ÁREA DE DISEÑO O REMOTA

Éstos son rociadores ubicados en el extremo más alejado del sistema que se calculan para garantizar una densidad de aspersión apropiada.

El área remota tiene forma rectangular y mide aproximadamente 280 metros cuadrados (3.000 pies cuadrados). El tamaño varía con el riesgo del lugar. Por lo general, todos los rociadores del área remota son calculados con descarga de flujo.

DENSIDAD DE ASPERSIÓN

Es la cantidad de agua en LPM/metro cuadrado o GPM/pie cuadrado que el sistema de rociadores descargará en el área remota. La densidad de aspersión también puede verificarse dividiendo el flujo del rociador entre la distancia entre rociadores.

FLUJO DE CADA ROCIADOR

En los cálculos figuran los LPM o GPM de cada rociador con descarga de flujo en el área remota. La división del flujo del rociador más remoto entre la distancia entre rociadores da la densidad de aspersión, otros rociadores rociarán más agua porque no están tan remotos, pero es el rociador más remoto es el que establece la densidad.

ALIMENTACIÓN DE AGUA EN LA BASE DEL RISER O CASA DE BOMBAS

Es la demanda de flujo en LPM/BAR o GPM/PSI que se requiere en la casa de bombas para suministrar la densidad de aspersión. Se indicará toda tolerancia de manguera exterior 1890 LPM o 500 GPM de acuerdo a los códigos NFPA.

DENSIDAD DEL ROCIADOR

La densidad del Rociador para un rociador individual es la cantidad de agua descargada por el rociador dividida por el área protegida por ese rociador.

Densidad (D) = Q (Flujo) dividido por A (Área)

$$D = Q/A$$

Litros por minuto por metro cuadrado (métrico) = LPM/m²

Galones por minuto por pie cuadrado (inglés) = GPM/pies²

La densidad del rociador para un sistema de rociadores es la densidad del rociador más remoto hidráulicamente cuando todos los rociadores en el área hidráulicamente más demandante están funcionando.

CAPITULO II

CRITERIOS DE SEGURIDAD EN RACKS DE ALMACENAMIENTO

2.1 TEORIA DEL FUEGO EN RACKS DE ALMACENAMIENTO

Los racks sostienen el peso de los productos paletizados, esto permite que el almacenamiento tenga la altura deseada. El almacenamiento en racks está disponible en tres formas generales: filas sencillas, filas dobles y filas múltiples.

Los incendios que se producen en los almacenes con racks son mucho más difíciles de controlar y extinguir que los que ocurren en el almacenamiento paletizado. La estructura proporciona condiciones propicias para los incendios porque el material combustible está bien mezclado con el espacio de aire disponible.

Dependiendo de la altura del almacenamiento y del artículo, es necesario utilizar rociadores en los racks. Estos rociadores se instalan en la estructura generalmente en el canal de llamas longitudinal y/o en la parte frontal. Se activan más rápidamente que los rociadores de techo y son muy eficaces porque están ubicados cerca del incendio.

Los rociadores en racks dan una gran ventaja al almacenamiento. Es posible proteger artículos de muy alto riesgo (aerosoles, aceite de motor en contenedores de plástico, etc.), los rociadores pueden activarse antes de que el empaque de cartón se haya quemado y por ende pueden controlar el incendio antes de que haya sido afectada la mayoría de los artículos de alto riesgo.

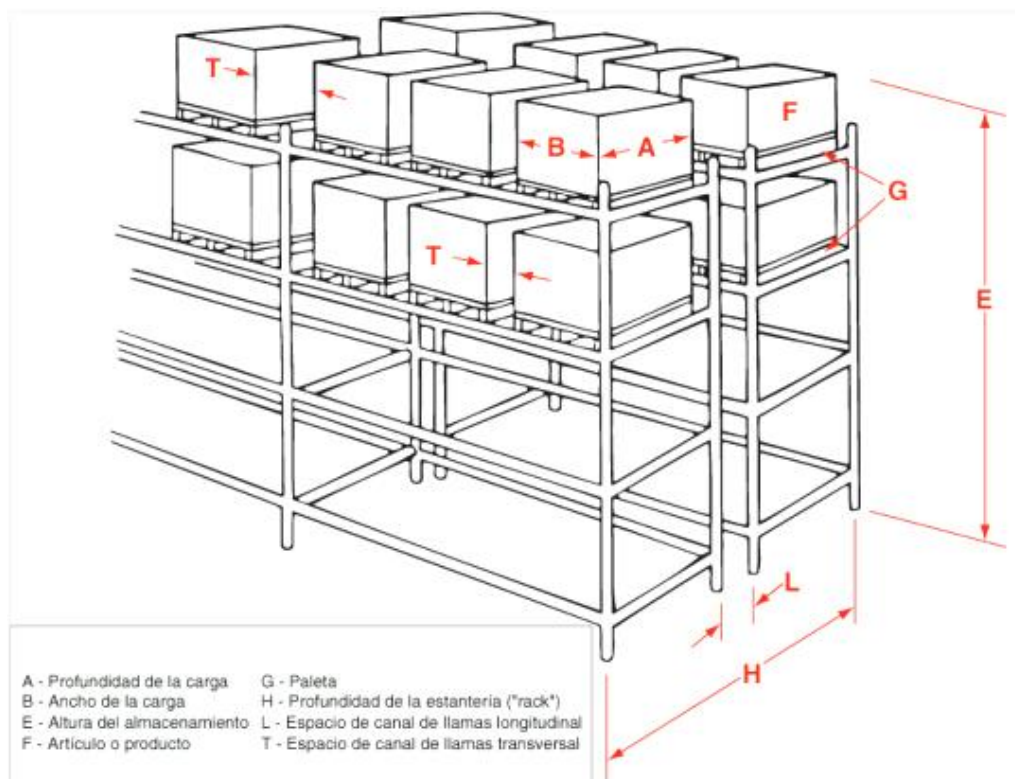
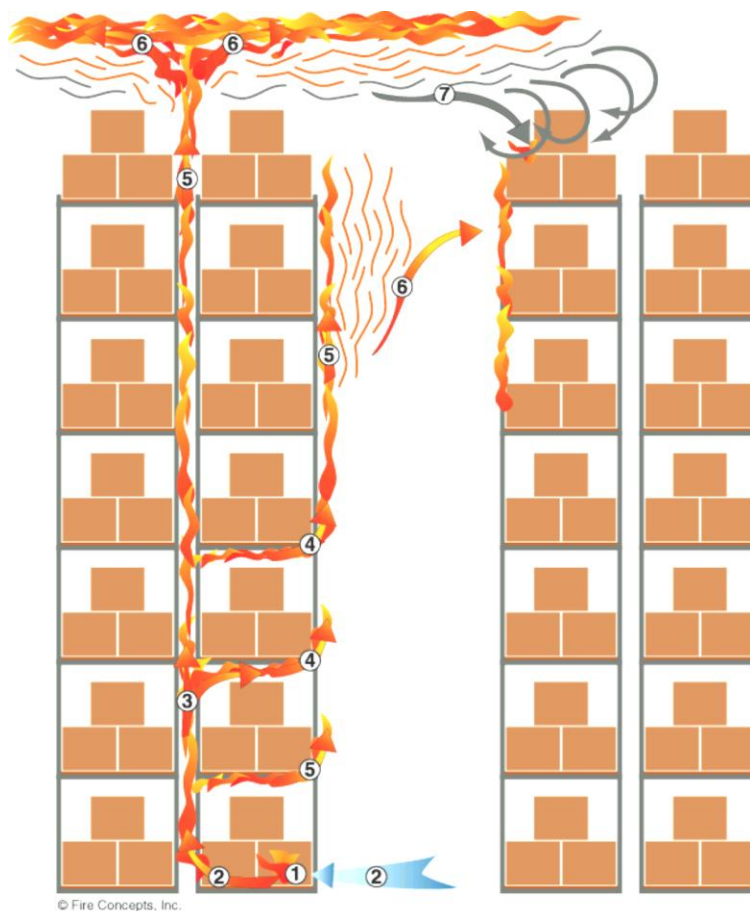


Figura no 10. Ejemplo de racks con doble fila



CÓMO SE PROPAGA UN INCENDIO EN UN ALMACÉN DE ESTANTERÍAS (RACKS)

Figura no 11. Ejemplo de propagación de un incendio en racks

1. El incendio generalmente comienza en el piso justo en la parte inferior frontal de los racks.
2. El incendio se propaga hacia el canal de llamas longitudinal. Es empujado por las corrientes de aire en el pasillo siguiendo el camino que le ofrece menor resistencia.
3. El incendio sube hacia el canal de llamas longitudinal. Avanza rápidamente en dirección horizontal a lo largo del canal de llamas longitudinal, a medida que se propaga hacia arriba. La retroalimentación de la radiación también contribuye a que se extienda el incendio.
4. La energía del incendio empuja las llamas hacia fuera por la parte frontal de los racks varios niveles por encima del punto de ignición. El incendio avanza con mayor rapidez. Las llamas están cerca del techo.
5. Las llamas alcanzan el techo. Llegan a la parte frontal de la estantería por el nivel más bajo. Las llamas comienzan a ascender por la parte frontal de la estantería hacia los niveles más altos.

6. Las llamas al nivel del techo crean una pluma de fuego de unos 10 metros de diámetro, las llamas calientes cerca de la parte superior de la estantería irradian una gran cantidad de calor a través del pasillo. El incendio puede saltar el pasillo.
7. El incendio salta el pasillo debido al calor radiante de las llamas en la parte superior del frente de los racks. Los gases calientes de convección empujados hacia abajo por la pluma del fuego del techo también pueden incendiar los artículos que se encuentren a lo largo del pasillo.

2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN ALMACENES

Muchos factores afectan la protección contra incendios en los almacenes. A continuación, se mencionan dichos factores:

ESPACIOS DE AIRE EN LA CAJA DE CARTÓN

En un incendio con cajas de cartón vacías el incendio es mucho más intenso que cuando la cajas están llenas de productos. Los códigos de protección contra incendios no exigen un incremento en la clasificación del producto de acuerdo a la NFPA, si la caja de cartón tiene un espacio de aire libre considerable. Sin embargo, es un factor que hay que tomar en cuenta y debería considerarse un aumento de la clase de artículo cuando la caja de cartón tiene un espacio de aire libre considerable.

EMPAQUE DE PLÁSTICO EN LA CAJA DE CARTÓN

Un producto de metal en una caja de cartón puede considerarse un “plástico”, si hay una cantidad considerable de embalaje plástico. Una cantidad de plástico superior a la especificación se traduce en que el artículo se considere un artículo de plástico.

ALMACENAMIENTO EN RACKS CON ANAQUELES SÓLIDOS

Los anaqueles sólidos en almacenes con racks son una causa común de pérdida total de un edificio equipado con rociadores. En primer lugar, hacen que el calor tarde en subir hacia los rociadores para activarlos. En segundo lugar, impiden que el agua penetre hasta el incendio. Cuando se desarrolla un incendio en almacenes con anaqueles sólidos, es común que el mismo se extienda a lo largo de todos los racks independientemente de la protección con rociadores o de la longitud de los racks. Debe evitarse el uso de anaqueles sólidos, a menos que puedan instalarse rociadores en racks.

PASILLOS ESTRECHOS CON ALMACENAMIENTO EN ANAQUELES

El ancho de los pasillos en el almacenamiento con racks es muy importante. Se necesita mucha más agua si el pasillo tiene 1.2 metros de ancho que si tiene 2.4 metros de ancho. Reducir el ancho de los pasillos equivale a aumentar la altura del almacenamiento y no debe hacerse sin tomar en cuenta el sistema de protección contra incendios.

OBSTRUCCIONES EN LOS PASILLOS DE ALMACENES CON RACKS

Cuando se almacenan productos bloqueando los pasillos, es como si se crearan pasillos más estrechos e incluso peor. Una prueba de incendio con pasillos de 2,4 m y altura de almacenamiento de 6,1 m hizo que se activaran 25 rociadores. Luego se repitió la prueba con una pila de tarimas de 2,4 m metros de alto en el pasillo. Se abrieron 54 rociadores. Más del doble.

ALTURA LIBRE DE SEGURIDAD EXCESIVA ENTRE LA PARTE SUPERIOR DE LOS ARTÍCULOS ALMACENADOS Y LOS ROCIADORES

En las pruebas de incendio, normalmente la altura libre de seguridad es de 3 m o menos. Por lo general, la altura libre de seguridad de hasta aproximadamente 3,6 m no constituye un problema para los rociadores comunes. Sin embargo, con numerosos tipos de rociadores, si la altura es mayor, puede perderse el control del incendio, especialmente con los rociadores K5 de 12 mm (1/2"). Esto se debe a que con alturas mayores la pluma de fuego puede empujar al agua de los rociadores lejos del incendio. Los rociadores RRST y de gota grande están diseñados para contrarrestar los efectos de una gran altura libre entre la parte superior de los productos almacenados y los rociadores y deben utilizarse en este caso.

TECHOS INCLINADOS

El problema con los techos inclinados es similar al de las alturas libres de seguridad excesivas y hay un factor adicional: el calor del incendio asciende por la pendiente del techo y activa rociadores que están lejos del incendio. Generalmente, las pruebas de incendio se llevan a cabo con techos planos. Las pruebas de incendio con techos inclinados son poco comunes. Los códigos de protección contra incendios de la NFPA establecen que los criterios de protección de almacenes mediante rociadores son para almacenes con techos cuya pendiente sea inferior a 16,7%. No toman en cuenta los almacenes con techos cuya pendiente sea superior a ese valor. Para ocupaciones comunes o con nivel de riesgo moderado, los códigos especifican que es necesario añadir 30% al área de diseño de aspersión ("área remota") cuando la pendiente de los techos sea superior a 16,7% - pero nadie sabe qué tan exacto es este valor; no es más que un estimado y no se extendió para abarcar los almacenes.

Si un almacén tiene un techo inclinado que excede los criterios de protección conocidos, entre las opciones para protegerlo adecuadamente se encuentran un techo falso plano con rociadores por debajo de él y/o la instalación de rociadores en racks.

OBSTRUCCIONES EN EL TECHO

Para los almacenes protegidos con rociadores, el problema de las obstrucciones se considera muy grave. Obstrucciones pequeñas por debajo de los rociadores RRST han causado fallas en las pruebas de incendio. En resumen, si se trata de una obstrucción a la descarga de un rociador RRST, el rociador debe instalarse por debajo de la obstrucción, o debe eliminarse la obstrucción, o debe reubicarse el rociador RRST.

ENCAPSULACIÓN

La encapsulación es el método que consiste en envolver la carga de la tarima con plástico por los lados y cubriendo casi toda la parte superior. Las cargas de tarima con envoltura de plástico por los lados y cubriendo apenas unos centímetros de la parte superior no se consideran encapsuladas. El problema es que la envoltura de plástico impide que el agua de los rociadores llegue a las cajas de cartón y las pre humedezca. Tampoco, nadie sabe cuando la carga de una tarima tiene mucha envoltura en la parte superior. Por lo tanto, se debe extender sobre la parte superior sólo unos cuantos centímetros como máximo.

El almacenamiento en el suelo de artículos paletizados y encapsulados no requiere protección adicional si tiene menos de 4.6m de alto.

El almacenamiento en racks de artículos encapsulados requiere una protección mayor. Para los artículos Clase I, II y III almacenados hasta 7.6 m de altura, es necesario aumentar la densidad de aspersión requerida en 25%. Para los artículos Clase IV almacenados hasta 7.6 m de altura, es necesario aumentar la densidad de aspersión en 50%. Para alturas superiores a 7,6 m deben utilizarse rociadores RRST no es necesario aumentar la densidad si se utilizan rociadores RRST. Asimismo, si el artículo es un plástico y está protegido como plástico, no es necesario aumentar la densidad.

TARIMAS DE PLÁSTICO

Cuando se utilizan tarimas de plástico en los almacenes, debe aumentarse por uno la clase de artículo. Los artículos Clase IV deben protegerse como plástico Grupo A. Recientemente, se han creado tarimas de plástico que han recibido la certificación de UL y que no requieren aumento de clase de artículo.

TARIMAS VACÍAS

Las tarimas vacías deberían almacenarse en el exterior, a un mínimo de 16 metros de las edificaciones. Si se almacenan en el interior, a menudo se exige una altura de almacenamiento muy baja o protección especial.

2.3 LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA INSTALACION DE ROCIADORES AUTOMATICOS EN ALMACENAMIENTO EN RACKS.

Se prefiere un ancho mínimo de 6 pulgadas para el espacio de flujo transversal.

Proporcionar pasillos con ancho mínimo de 1,2 m; es preferible proporcionar pasillos con un ancho de 2,4 m.

Mantener una separación de seguridad mínima de 36 pulgadas entre cualquier deflector de rociadores de techo y la parte superior del almacenamiento.

Los racks deben estar contruidos con material no combustible.

Los racks deben ser diseñados para acomodar las tarimas a una o doble estiba 1.8 m o menos.

Mantener una separación de seguridad de 12 pulgadas como mínimo entre los racks de almacenamiento y las paredes de la edificación. Este espacio es necesario para aplicar los patrones de flujo de las mangueras.

2.4 PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN ALMACENAMIENTO DE AEROSOLES

Un aerosol es un producto que se trasvasa desde un contenedor de aerosoles por medio de un propelente. Los productos en aerosol pueden clasificarse como nivel 1, 2 o 3.

PRODUCTOS EN AEROSOL NIVEL 1

Aerosoles con un calor químico de combustión menor o igual a 8600 unidades térmicas británicas por libra (btu/libra) (20 kj/g).

PRODUCTOS EN AEROSOL NIVEL 2

Aerosoles con un calor químico de combustión mayor a 8600 unidades térmicas británicas por libra (btu/libra)(20 kj/g) pero menor o igual 13000 unidades térmicas británicas por libra (btu/libra) (30 kj/g).

PRODUCTOS EN AEROSOL NIVEL 3

Aerosoles con un calor químico de combustión mayor a 13000 unidades térmicas británicas por libra (btu/libra) (30kj/g)

La importancia de proteger un área de almacenamiento de aerosoles es debido a los siguientes puntos:

- Contienen una gran carga de fuego en el almacenamiento.
- La magnitud que toman los siniestros que involucra el almacenamiento.
- Presentan un alto grado de propagación en caso de incendio. Los aerosoles al estallar se proyectan a mas de 100 metros.
- Los aerosoles formulados con un concentrado de alcohol se pueden inflamar formando una bola de de fuego al estallar de 2 metros.
- Las medidas preventivas son de importancia debido a que la intervención de los bomberos se dificulta.

Estos son algunos ejemplos de productos en aerosol:

- Mouse
- Desodorantes
- Spray para cabello
- Espumas para afeitarse
- Crema para afeitarse en spray
- Aerosol gel para después de afeitarse

Los aerosoles nivel 1 no se consideran peligrosos y pueden ser localizados en cualquier lugar dentro de una bodega de almacenamiento general incluyendo una bodega de almacenamiento vertical con cargas altas.

Para proteger el área de almacenamiento de aerosoles debemos tener en cuenta el tipo de envasados y la cantidad a la cual están contenidos en este caso la presentación de sus productos terminados tienen un volumen de hasta 200 ml, que adicionalmente son empacados en cajas de cartón corrugado lo que significa que se incrementa la cantidad de material combustible y posteriormente se ubican finalmente sobre tarimas de madera en estibas no mayores de 1.50 m.

Con base en las condiciones con las que se cuenta es necesario hacer referencia al estándar 609 productos de aerosol y el código NFPA 30B Código para la fabricación y almacenamiento de productos en aerosol, Edición 2002. Con esta norma se determinan los criterios de protección para el almacenamiento de aerosoles.

De acuerdo a la clasificación de productos en aerosol se determina el tipo de riesgo establecido de conformidad con la norma NFPA 30B. La Tabla 1 a continuación

proporciona una visión general para el almacenamiento de productos de aerosol en contenedores de metal dentro de un edificio de almacén y nos permite definir el nivel de los aerosoles a proteger.

Tabla no.1 Extraída del estándar 609. Clasificación de productos en aerosol

PRODUCTO	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE AEROSOL
La mayoría de las Cremas y Gel para Rasurar	1
La Mayoría de los Sprays para Cabello	2
La Mayoría de los Desodorantes y Antitranspirantes	3

La tabla no.1 muestra el nivel de clasificación de los aerosoles de acuerdo al tipo de producto que se almacena en los racks, este es el de interés.

Para proteger los aerosoles nivel 2 en edificios mayores a 9.1 metros hasta una altura máxima de 13.7 metros el estándar 609 de la empresa en cuestión nos dice que debemos seguir los criterios de protección de la siguiente tabla no. 2

Tabla no. 2 Almacenamiento en Racks de Aerosoles en Caja de Cartón o sin Caja Envueltos en Plástico Mayores a 9.1 metros

NIVEL DE RIESGO DEL AEROSOL	ALTURA MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO PIES (M)	ALTURA MÁXIMA DEL TECHO PIES (M)	ROCIADOR DE TECHO ESFR K25 Y REQUISITOS DE DISEÑO EN RACKS DE LA NFPA 30B
2 O 3	40 (12.2)	45 (13.7)	12 @ 25 PSI DE ACUERDO A LA NFPA 30B Figura 6.3.2.7 (e), En diseños en racks son cabezas de respuesta rápida K8 a 30 psi.

La tabla no. 2 nos dice la densidad del diseño de los rociadores en racks además nos muestra que debemos basarnos en la figura 6.3.2.7 (e)

A continuación de muestra la figura 6.3.2.7 de la norma NFPA 30B en la cual se debe considerar los criterios que contiene el almacenamiento nivel 2.

Tabla no.3 (figura 6.3.2.7 NFPA 30B) Racks de almacenamiento de nivel 2 para aerosoles

Altura máxima sobre el techo (m)	Altura máxima de almacenamiento (m)	Criterios de protección Rociador de techo			Criterios Rociador de protección en Racks				Demanda de la corriente Manguera (L/Min)	Suministro de duración de agua (hr)
		Rociador Tipo / orificio nominal (L / min / bar 0.5)	Respuesta / temperatura nominal	Densidad de diseño / área	Diseño	Tipo de rociador		descarga de flujo (L/Min)		
						Rociador Tipo / orificio nominal (L / min / bar 0.5)	Respuesta / temperatura nominal			
9.14	7.62	ESFR Pendet K=314	QR/Ordinario	12@1.7 bar	Figura 6.3.2.7 (a)	Spray K≥81	QR/Ordinario	114	950	1
		ESFR Pendet K=363	QR/Ordinario	12@1.7 bar	Figura 6.3.2.7 (a)	Spray K≥81	QR/Ordinario	114	950	1
		Spray ≥161	SR/Alto	16 mm/min sobre 232 m2	Figura 6.3.2.7 (a)	Spray K≥81	SR o QR/ordinario	114	1900	2
Ilimitado	Ilimitado	ver protección para el nivel 3 almacenamiento de aerosol para alturas de estiba y edificio ilimitadas.								

De acuerdo a la tabla no.3 se observa que el almacenaje en racks de aerosoles nivel 2 en cartones están limitados a 9.14 metros de altura en techumbre y 7.62 metros de almacenamiento, por lo que se debe seguir los criterios de protección para el nivel 3 de almacenamiento de aerosoles ilimitado y edificios altos.

Por lo tanto de acuerdo con la tabla para aerosoles nivel 3 alturas de estiba y de edificio ilimitada se tiene lo siguiente:

Tabla no. 4 aerosoles nivel 3 Almacenaje en racks en caja de cartón

Altura máxima sobre el techo (ft)	Altura máxima de almacenamiento (ft)	Criterios de protección Rociador de techo			Criterios Rociador de protección en Racks				Demanda de la corriente Manguera (gpm)	Suministro de duración de agua (hr)
		Rociador Tipo orificio nominal (gpm/psi0.5)	Respuesta / temperatura nominal	Densidad de diseño / área	Diseño	Tipo de rociador		descarga de flujo (gpm)		
						Rociador Tipo orificio nominal (gpm/psi0.5)	Respuesta / temperatura nominal			
Ilimitado	Para espacios ≤ 5 ft	Spray K≥11.2	SR/Alto	0.6 gpm/ft ² over 1500 ft ²	Figura 6.3.2.7 (b)	Spray K≥5.6	SR o QR/Ordinario	30	500	2
	Para espacios > 5 ft y <15 ft	Spray K≥11.2	SR/Alto	0.6 gpm/ft ² to 2500 ft ² Interpolación para espacios entre 5 ft y 15 ft over 1500 ft	Figura 6.3.2.7 (b)	Spray K≥5.6	SR o QR/Ordinario	30	500	2
	Para espacios > 5 ft	Spray K≥8.0	SR/Alto	0.30 gpm/ft ² over 2500 ft ²	Figura 6.3.2.7 (c)	Spray K≥5.6	SR o QR/Ordinario	30	500	2

Esta tabla contiene los criterios de protección de rociadores en techo y racks de almacenamiento.

Los aerosoles nivel 2 almacenados dentro de una bodega de almacenamiento deben ser segregados del resto de la bodega encerrando el área designada con una cerca alambrada. Para definir la separación, debe ser de un alambre de acero de calibre 9 (3.8 mm de diámetro) como mínimo en una malla de rombo de 2 pulgadas (50 mm) como máximo. El área cerrada no debe exceder el 10 por ciento del área total de la bodega o un máximo de 1858 m².

Las aberturas en la cerca alambrada deben ser protegidas con puertas de cierre automático o se debe suministrar un cambio en la dirección para reducir la probabilidad de que los contenedores salgan disparados.

El almacenamiento de combustible fuera del área de la barda de la cerca alambrada no debe ser menor de 4 m de la barda de propiedad.

Si la cerca alambrada se usa para encerrar el área de almacenamiento, el diseño de rociadores debe extenderse 6 m más allá de la barda de propiedad.

El almacenamiento encapsulado de cajas de cartón de aerosoles no está permitido. El almacenamiento de pilas sólidas y paletizado debe ser arreglado de tal modo que ningún almacenamiento sea mayor de 7.6 m de un pasillo. Los pasillos deben tener por lo menos 1.2 m de ancho.

El almacenamiento en racks debe ser arreglado de tal manera que el ancho mínimo de un pasillo de 2.4 m sea mantenido entre las filas de los racks y entre los racks y pilas sólidas adyacentes o almacenamiento paletizado de productos de aerosoles.

Una estiba se considera de 1.2 m x 1.2 m, una tarima de madera con una altura máxima de materiales de 1.5 m.

El espacio de flujo transversal debe ser idealmente de 150 mm entre las cargas de la tarima horizontal pero no puede ser menor de 75 mm.

El nivel máximo de rack vertical no debe exceder 1.8 m.

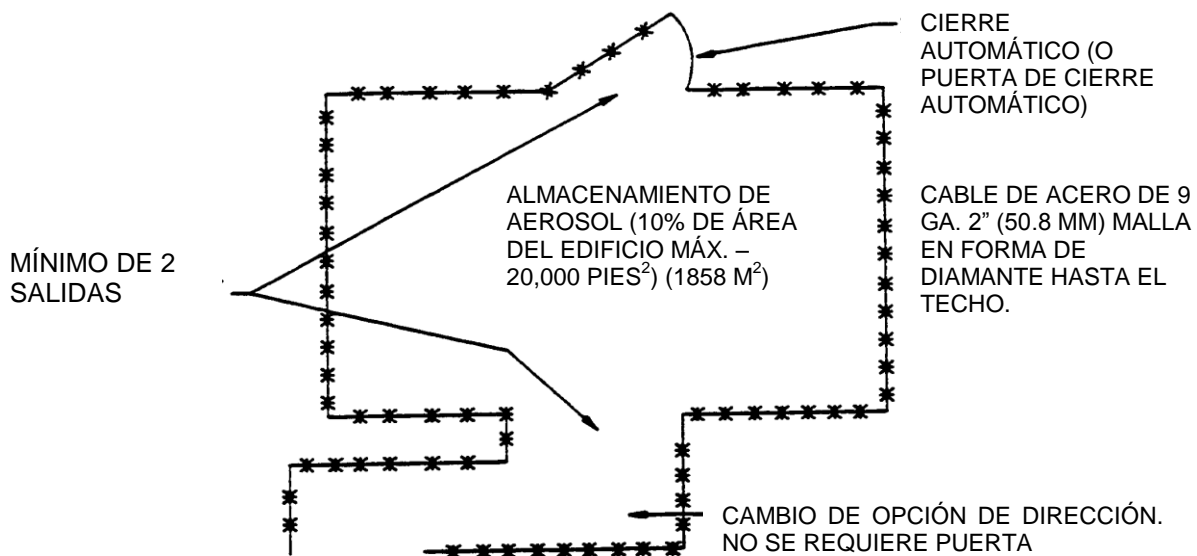


Figura no. 12 Configuración de la Barda de Propiedad de Almacenamiento de Aerosoles

De acuerdo a lo establecido al código 30B de la NFPA, las condiciones de diseño y protección en racks de almacenamiento de aerosoles para alturas ilimitadas:

ALTURA DE ESTIBA:	ILIMITADA.
ALTURA DE EDIFICIO:	CLARO DE 1.52 (5 FT) A 4.57 (15 FT)
TIPO DE ROCIADOR EN TECHO:	MINIMO K 11.20
RESPUESTA Y TEMPERATURA DE ROCIADOR:	ESTANDAR (SR), 141° C (286°F).
DENSIDAD Y AREA:	0.60 GPM/FT2 SOBRE 1500 FT2 A 2500 FT2
ROCIADORES EN RACKS:	SI
DISEÑO DE ROCIADORES EN RACKS:	12 ROCIADORES (6 EN LOS 3 NIVELES MAS REMOTOS)
ARREGLO DE ROCIADORES EN RACKS:	FIGURA 6.3.2.7 (b).
TIPO DE ROCIADOR:	K 5.60
RESPUESTA Y TEMPERATURA DE ROCIADOR:	ESTANDAR (SR) O RAPIDA (QR), 100°C (212°F)
FLUJO MINIMO POR ROCIADOR:	30 GPM EN EL ROCIADOR MÁS REMOTO.
PRESION MINIMA POR ROCIADOR:	15 PSI EN EL ROCIADOR MÁS REMOTO.
DEMANDA PARA MANGUERAS:	500 GPM.
DURACION DEL SUMINISTRO DE AGUA	2 HRS

Los criterios de rociadores en techumbre se encuentran cubiertos debido a que el centro de distribución cuenta con sistema de rociadores K 25 como lo pide el estándar 30B de la NFPA.

2.5 PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN ALMACENAMIENTO DE INFLAMABLES

Un líquido Inflamable es cualquier líquido que posea un punto de inflamación de copa cerrada por debajo de 37,8°C.

Los peligros fundamentales de los productos inflamables son los siguientes:

- Arden con facilidad.
- Pueden producir atmósferas explosivas en locales con una ventilación inadecuada.
- Un derrame de líquidos inflamables puede generar un incendio en movimiento.
- El incendio de líquidos es, normalmente, más difícil de combatir que el de materiales sólidos dado que es necesario extinguir toda la superficie incendiada para que el incendio no se produzca.
- En la proyección violenta del agente extintor sobre un líquido inflamado se pueden provocar salpicaduras o rebosamiento del líquido que pueden ser el medio de propagación del incendio.

En los incendios de gases, en caso de no poder cortar el suministro, su extinción puede acarrear problemas graves, ya que la fuga seguirá generando mayores volúmenes de mezcla inflamable que a buen seguro encontrará en sus proximidades una fuente de ignición, que provocaría su explosión.

Como productos terminados clasificados inflamables mencionamos los siguientes:

- Esmalte para uñas
- Fragancias
- Sprays para el cabello en contenedores de plástico
- Enjuague bucal
- Lociones para después de afeitarse

Con base a las condiciones con las que se cuenta es necesario hacer referencia al estándar 608 de la empresa productos que contienen líquidos inflamables hidrosolubles y el código 30 NFPA. Este estándar provee una guía para el almacenamiento y protección de productos terminados que contienen alcohol u otros líquidos inflamables miscibles en agua y empacados, en contenedores individuales que no exceden 3.8 litros en tamaño. Se considera que los líquidos inflamables almacenados son diluidos en agua, que se encuentran en contenedores de plástico o vidrio y la concentración varía de un 20 a 49% y contiene los criterios de protección para los diferentes tipos de almacenamiento: Almacenamiento en racks, pilas paletizadas y contenedores metálicos.

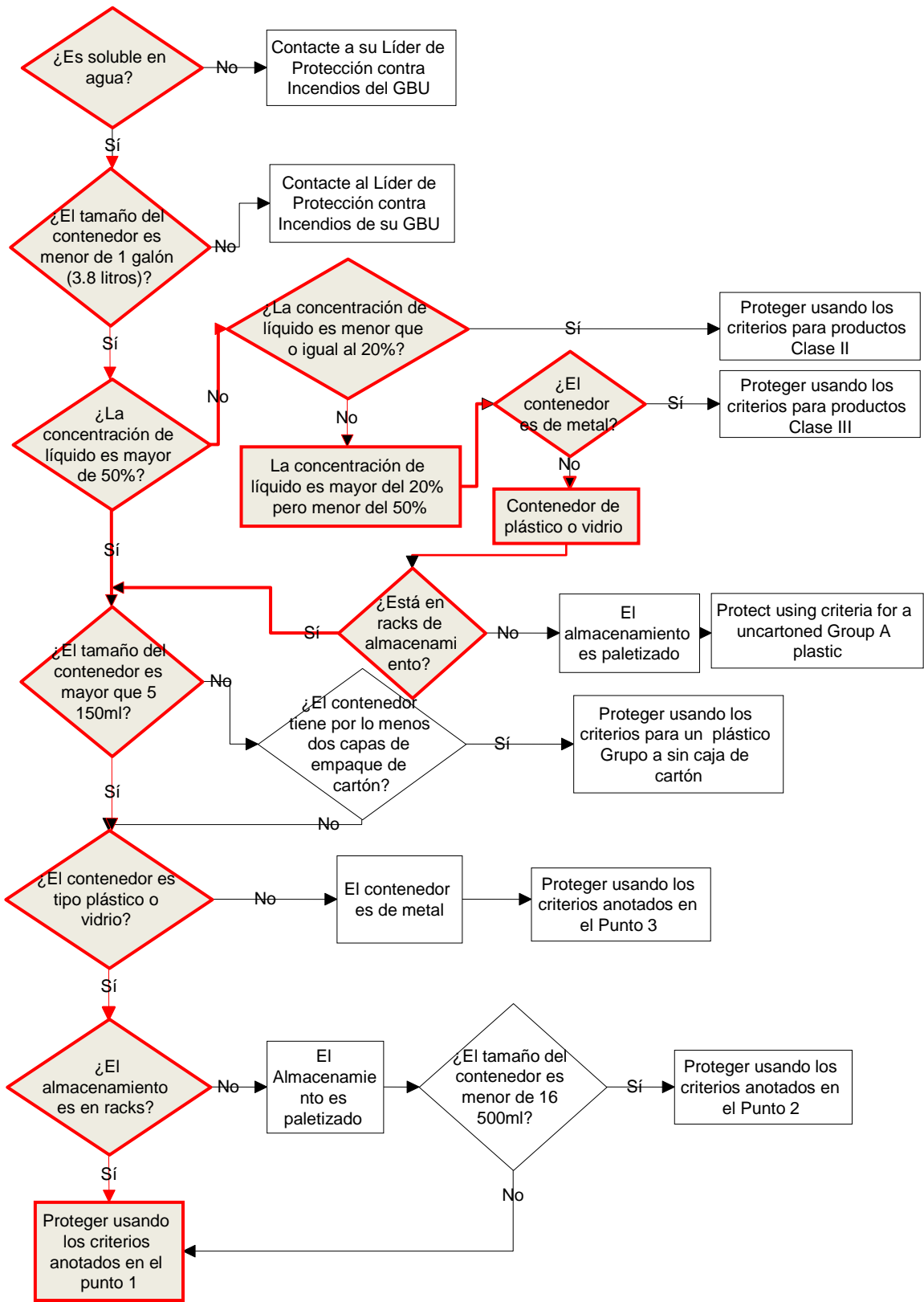


Figura no. 13 Diagrama de flujo para determinar los criterios de protección de los aerosoles

De acuerdo con el diagrama de flujo extraído del estándar 608 de la empresa dueña del centro de distribución nos indica los criterios que debemos tener en cuenta para el diseño

1. Suministrar barreras de madera laminada, de 3/8 pulg. (1 cm) como mínimo, o una hoja de metal de 0.7mm como mínimo e instalar rociadores en racks de acuerdo con las Figuras 6.8.6.1.1 (a), (b) o (c) de la NFPA 30.

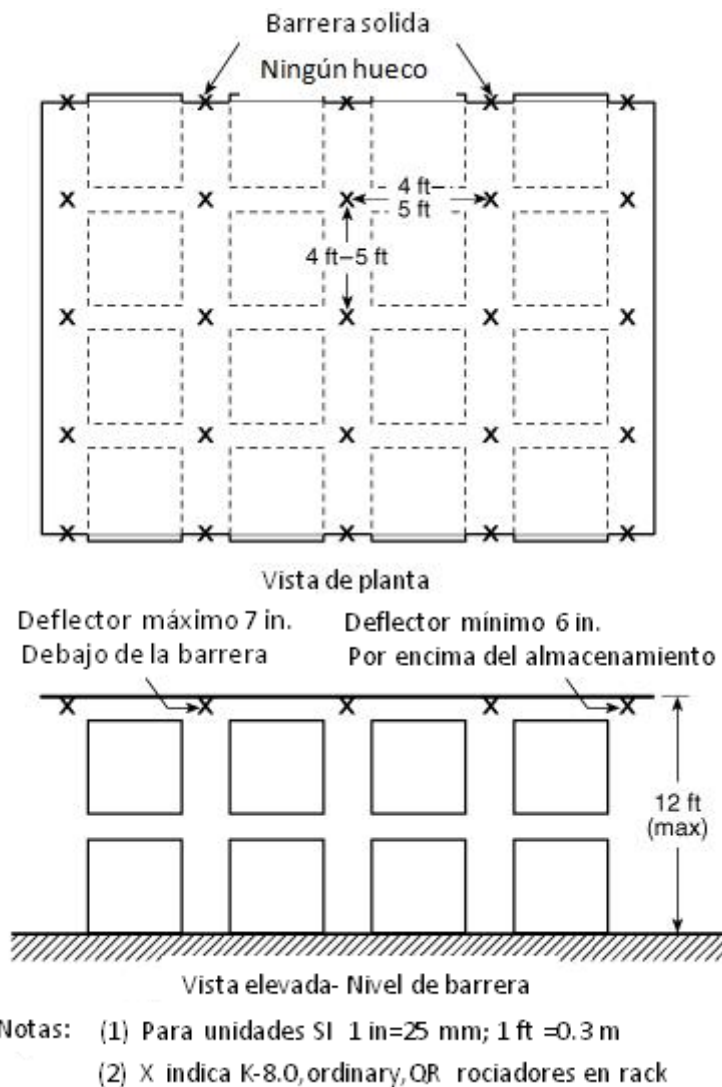


Figura no. 14 Se muestra la figura 6.8.6.1.1 (c) de la NFPA 30

2. El ancho del pasillo mínimo debe ser de 2.4 m.
3. Instalar rociadores de respuesta rápida K8 de 165 °F (74 °C) en racks, debajo de cada nivel de barrera. Diseñar los rociadores en racks para suministrar una presión mínima en la cabeza de 50 psi en los seis rociadores más remotos hidráulicamente (tres en dos líneas) si hay un nivel de barrera o los ocho rociadores más remotos (cuatro en dos líneas) si dos o más niveles de barrera son suministrados.
4. Si hay secciones adyacentes de filas de rack no dedicados al almacenamiento de líquidos, extender la barrera y la protección de rociadores en racks por lo menos una sección de racks, aproximadamente 2.4 m. más allá del almacenamiento de líquidos.
5. La demanda de rociadores de techo no necesita ser incluida en los cálculos hidráulicos para rociadores en racks. Calcule la demanda de agua en el punto de suministro por separado para rociadores en racks y de techo.
6. Suministre 500 gpm de chorro de manguera permisible, en los cálculos hidráulicos para la protección en racks.
7. Diseñar rociadores de techo para proteger la ocupación circundante o un mínimo de un producto Clase IV.

Como se puede apreciar en el esquema de la figura no. 14 se debe instalar barreras sólidas, las cuales podrán tener una separación máxima de 3.65 m. (12 ft) aplicando lo anterior a nuestro proyecto se define que se establecerán 2 niveles de barreras sólidas las cuales serán ubicadas en el primer nivel y en el tercer nivel, de manera que únicamente se contará con dos niveles de rociadores en racks, ya que el cuarto y quinto nivel se verán protegidos por el sistema que se encuentra actualmente instalado en techumbre.

Un punto importante por mencionar es que los rociadores deberán ser ubicados a una separación que varía de los 1.21 m a 1.52 m de acuerdo a la figura 1 del código 30 NFPA Código de líquidos combustibles e inflamables

De acuerdo a lo establecido con el código 30 de la NFPA, la protección a utilizar en racks de almacenamiento de Inflamables para alturas ilimitadas es de la siguiente manera:

ALTURA DE ESTIBA:	ILIMITADA.
ALTURA DE EDIFICIO:	CLARO DE 1.52 (5 FT).
TIPO DE ROCIADOR EN TECHO:	K 25
RESPUESTA Y TEMPERATURA DE ROCIADOR:	ESFR, 74° C (165°F).
DENSIDAD Y AREA:	12 ROCIADORES A 30 PSI
ROCIADORES EN RACKS:	SI
DISEÑO DE ROCIADORES EN RACKS:	8 ROCIADORES (4 EN LOS 2 NIVELES MAS REMOTOS)
ARREGLO DE ROCIADORES EN RACKS:	FIGURA 6.8.6.1.1 (c).
TIPO DE ROCIADOR:	K 8.00
RESPUESTA Y TEMPERATURA DE ROCIADOR:	RAPIDA (QR), 74°C (165°F)
FLUJO MINIMO POR ROCIADOR:	56.60 GPM EN EL ROCIADOR MÁS REMOTO.
PRESION MINIMA POR ROCIADOR:	50 PSI EN EL ROCIADOR MÁS REMOTO.
DEMANDA PARA MANGUERAS:	500 GPM.
DURACION DEL SUMINISTRO DE AGUA (HRS.):	2

El centro de distribución cuenta con sistema de rociadores K 25 como lo pide el código 30 NFPA.

CAPITULO III

CASO DE ESTUDIO

3.1 PRESENTACION

El área designada para el almacenamiento de aerosoles e inflamables recibe contenedores con envases de hasta 200 ml, adicionalmente son empacados en cajas de cartón corrugado que se ubican finalmente sobre tarimas de madera en estibas no mayores de 1.50 m.

El tipo de racks utilizados es de estructura metálica que cuenta con una inclinación para que las tarimas se vayan recorriendo hacia el frente conforme se retiran, son denominadas "Pushback racks", estas dispuestas en un arreglo de 5 de fondo y 2 de ancho, por tanto se considera equivalente a racks múltiples. La altura máxima de estiba es de 9.4 m, se cuenta con una techumbre a dos aguas con alturas del edificio de 11.20 m a la parte baja y 13.50 m al centro de la nave.



Figura no. 15 Racks de almacenamiento

3.2 CONDICIONES REQUERIDAS EN EL CENTRO DE DISTRIBUCION

El edificio cuenta con la instalación de un sistema de rociadores automáticos en el techumbre el cual su diseño cubre la necesidad de manejar grandes cantidades de almacenaje. El sistema tiene rociadores ESFR K 25, 12 @ 50 psi.

Así mismo es necesario instalar malla ciclónica que cubra desde el piso hasta la techumbre como medida de protección adicional.

Los criterios de diseño que se utilizan para este tipo de riesgos están basados en los estándares de la empresa Productos en aerosol y en el código NFPA 30B para la fabricación y el almacenamiento de productos en aerosol. Para el caso del manejo de materiales inflamables se aplica el estándar 608 Productos que contienen líquidos inflamables y miscibles además del código NFPA 30 para el almacenamiento de inflamables para Líquidos inflamables y combustibles.

De acuerdo a lo mencionado, se considero en este diseño la instalación de un sistema de protección contra incendio a base de rociadores automáticos tipo húmedo para los rack en donde se encuentran estibados de manera temporal los pallets con material inflamable y en aerosoles.

CAPITULO IV

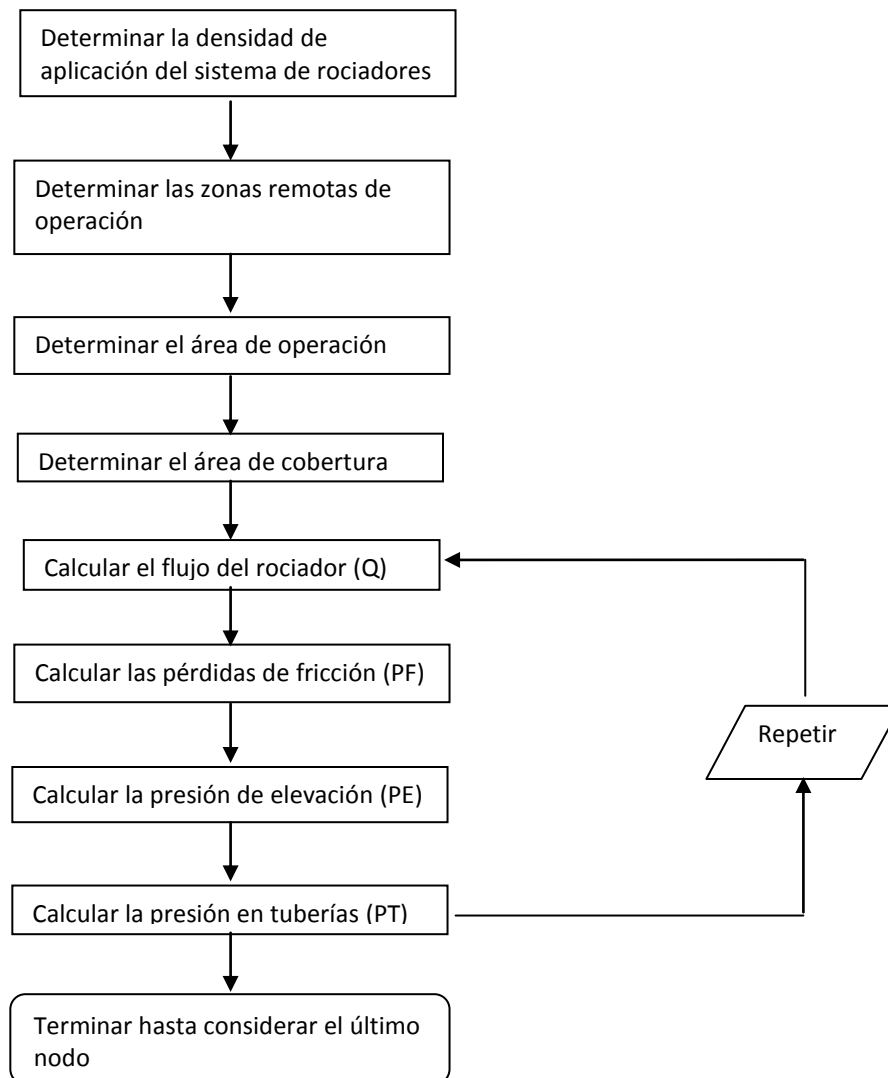
CALCULO HIDRAULICO

CALCULO HIDRAULICO

Los cálculos se realizaron haciendo uso de un programa de computo homologado por la NFPA, la introducción de datos se hace mediante la división de toda la red en nodos y se le asigna un numero. Los datos que se introducen son: el tipo de tubería, el diámetro nominal de la tubería, accesorios, longitud de tramo, coeficiente de rugosidad de tubería, el factor de descarga y cambio de altura. El cálculo se hace para el área hidráulicamente más remota y se determina el flujo de agua requerido en el sistema.

Para el cálculo de la corrida hidráulica se utilizan las fórmulas del capítulo 1.4 y en el anexo se muestran los planos correspondientes a la corrida hidráulica.

Metodologia de la corrida hidraulica



En la siguiente hoja Se presenta el resultado de la corrida hidraulica en donde el gasto requerido en la base del raiser que es 604.22 GPM y el gasto requerido en el cabezal de bombas que es 1104.22 GPM @ 122.73 PSI, asi como los valores de los criterios de calculo y el numero de nodos calculados considerando los rociadores que establece la norma 30B de la NFPA.

**ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES
CALCULO NO. 1**

**DESCRIPCION DEL RIESGO: AEROSOLES NIVEL 2
ROCIADORES AUTOMATICOS EN RACKS DE ALMACENAMIENTO DE
AEROSOLES**

CRITERIOS DE CALCULO:

AREA TOTAL: 1405.8 PIE CUADRADO
 DENSIDAD: 0.025 GPM/PIE CUADRADO
 AREA MAXIMA/ROCIADOR: 1249.5 PIE CUADRADO
 MIN. SEGURIDAD: 21.75 PSI
 NO. DE ROCIADORES CALC: 12

REQUISITOS DEL SISTEMA

NODO	SISTEMA GPM	CASA GPM	HIDRANTE GPM	TOTAL GPM	PRESION PSI
34	604.20	500	0	1104.22	122.73

INFORMACION DE ORIGEN:

SUMINISTRO	PRESION ESTATICA	PRESION RESIDUAL	FLUJO RESIDUAL
34	150.00 PSI	125 PSI	2500 GPM
ROCIADOR	K= 5.6		
TUBERIA SOBRE LA CABEZA	C=120/150		
SUBTERRANEO	C=120		

En la siguiente corrida hidraulica se muestran los 12 rociadores con los valores de elevacion, presion, descarga, el calculo arroja el flujo minimo por rociador 31.30 GPM y la presion minima de rociador de 31.16 PSI en el nodo 6 con el rociador mas remoto.El nodo 31 muestra la adiciona de 500 GPM que marca el codigo 30B NFFPA

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES AEROSOLES				
NODO	ELEVACION	PRESION	DESCARGA	PERDIDA
	FT	PSI	GPM	%
1	9	49.32		19
2	14.2	42.97		19.3
3	19.4	54.28		20.5
4	24.5	65.11		22.9
5	34.4	72.17		26.9
6	9	31.16	31.3	32.9
7	9	31.24	31.3	15.8
8	9	31.54	31.5	16.1
9	9	32.19	31.8	17.2
10	9	33.28	32.3	19.5
11	9	34.96	33.1	23.5
12	19.4	40.17	35.5	29.3
13	19.4	40.27	35.6	13.6
14	19.4	40.65	35.7	13.9
15	19.4	41.46	36.1	15
16	19.4	42.85	36.7	17.3
17	19.4	44.97	37.6	21.2
18	14.2	32.58	32	26.9
19	14.2	32.67	32	
20	14.2	32.99	32.2	
21	14.2	33.65	32.5	
22	14.2	34.8	33.1	
23	14.2	36.55	33.9	
24	34.4	78.46		
25	34.4	82.28		
26	34.4	89.86		
27	34.4	100.13		
28	34.4	100.78		
29	34.4	100.86		
30	5.9	113.34		
31	1	115.65	500	HOSE
32	0	116.4		
33	0	121.84		
34	0	122.73		

Las siguientes corridas hidráulicas muestran la secuencia de la tubería, el nodo, el diámetro, la longitud de tramo de tubería, las pérdidas por fricción, la presión total, final y elevación, en el nodo 6 la presión mínima del rociador a 31.16 PSI. Los nodos 6,7,8 9,10 y 11 son 6 de los 18 rociadores evaluados que muestran los valores del caudal de salida, el diámetro nominal interior de la tubería, la longitud, el tipo y equivalencia de los accesorios además de las pérdidas por fricción .

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES AEROSOLES							
TUBERIA	NODO	FLUJO	DIAM	LONGITUD	P.FRICCION	PRESION	
NO.	NO.	GPM	IN	FT	PSI/FT	PSI	
1	1	QN=0.0		L=5.2		PT=42.32	K=0.00
			D=2.635	F=24.7	0.097	PF=2.88	V=11.26
				FT=ET		PE=-2.23	C=120.00
2	2	QP=191.4		LT=29.9		PT=42.97	PV=0.85
		QN=0.0	D=2.635	L=5.2	0.356	PT=42.97	K=0.00
				F=32.9		PF=13.55	V=22.77
3	3	QP=387.0		LT=38.1		PT=54.28	Pv=3.49
		QN=0.0	D=3.260	L=5.2	0.288	PT=54.28	K=0.00
				F=40.2		PF=13.09	V=23.23
4	4	QP=604.2		LT=45.4		PT=65.11	Pv=3.63
		QN=0.0	D=3.260	L=9.9	0.288	PT=65.11	K=0.00
				F=29.5		PF=11.35	V=23.23
5	5	QP=604.2		LT=34.4		PT=72.17	Pv=3.63
		QN=0.0	D=2.157	L=9.3	0.009	PT=31.16	K=5.60
				F=0.0		PF=0.08	V=2.75
6	6	QP=31.3		LT=9.3		PT=31.24	Pv=0.05
		QN=31.3	D=2.157	L=9.3	0.032	PT=31.24	K=5.60
				F=0.0		PF=0.30	V=5.50
7	7	QP=62.6		LT=9.3		PT=31.54	Pv=0.20
		QN=31.5	D=2.157	L=9.3	0.069	PT=31.54	K=5.60
				F=0.0		PF=0.64	V=8.26
8	8	QP=94.1		LT=9.3		PT=32.19	Pv=0.46
		QN=31.8	D=2.157	L=9.3	0.118	PT=32.19	K=5.60
				F=0.0		PF=1.10	V=11.05
9	9	QP=125.9		LT=9.3		PT=33.28	Pv=0.82
		QN=32.3	D=2.157	L=9.3	0.18	PT=33.28	K=5.60
				F=0.0		PF=1.68	V=13.89
10	10	QP=158.2		LT=9.3		PT=34.96	Pv=1.30
		QN=33.1	D=2.157	L=28.7	0.256	PT=34.96	K=5.60
				F=0.0		PF=7.36	V=16.80
	1	QP=191.4		LT=28.7		PT=42.32	Pv=1.90

Se muestran los nodos 12,13,14,15,16,17,18,19 y 20 en donde se tienen 9 de 18 rociadores calculados.

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES AEROSOLES							
TUBERIA	NODO	FLUJO	DIAM.	LONGITUD	P.FRICION	PRESION	
NO.	NO.	GPM	IN	FT	PSI/FT	PSI	
11	12	QN=35.5		L=9.3		PT=40.17	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.011	PF=0.11	V=3.12
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	13	QP=35.5		LT=9.3		PT=40.27	Pv=0.07
12	13	QN=35.6		L=9.3		PT=40.27	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.041	PF=0.38	V=6.24
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	14	QP=71.1		LT=9.3		PT=40.65	Pv=0.26
13	14	QN=35.7		L=9.3		PT=40.65	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.087	PF=0.81	V=12.55
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	15	QP=106.8		LT=9.3		PT=41.46	Pv=0.59
14	15	QN=36.1		L=9.3		PT=41.46	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.149	PF=1.39	V=12.55
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	16	QP=142.9		LT=9.3		PT=42.85	PH=1.06
15	16	QN=36.7		L=9.3		PT=42.85	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.228	PF=2.12	V=15.77
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	17	QP=179.6		LT=9.3		PT=44.97	PH=1.67
16	17	QN=37.6		L=28.7		PT=44.97	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.324	PF=9.30	V=19.07
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	3	QP=217.2		LT=28.7		PT=54.28	PH=2.45
17	18	QN=32.0		L=9.3		PT=32.58	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.009	PF=0.09	V=2.81
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	19	QP=32.0		LT=9.3		PT=32.67	PH=0.05
18	19	QN=32.0		L=9.3		PT=32.67	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.034	PF=0.31	V=5.62
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	20	QP=64.0		LT=9.3		PT=32.99	PH=0.21
19	20	QN=32.2		L=9.3		PT=32.99	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.072	PF=0.67	V=8.45
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	21	QP=96.2		LT=9.3		PT=33.65	PH=0.48
20	21	QN=32.5		L=9.3		PT=33.65	K=5.60
			D=2.157	F=0.0	0.123	PT=1.14	V=11.30
				FT=0		PT=0.00	C=120.00
	22	QP=128.7		LT=9.3		PT=34.80	PH=0.86

Los nodos 22,23 y 31 en donde están 3 rociadores sumando 18 rociadores calculados que se requieren. En el nodo 31 se tiene el valor del gasto requerido en la base del irse: 604.20 GPM @ 115.65 PSI

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES AEROSOLES							
TUBERIA	NODO	FLUJO	DIAM.	LONGITUD	P.FRICCION	PRESION	
NO.	NO.	GPM	IN	FT	PSI/FT	PSI	
21	22	QN=33.1	D=2.157	L=9.3	0.188	PT=34.80	K=5.60
				F=0.0		PF=1.75	V=14.20
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	23	QP=161.8		LT=9.3		PT=36.55	PH=1.36
22	23	QN=33.9	D=2.157	L=24.1	0.267	PT=36.55	K=5.60
				F=0.0		PF=6.43	V=17.18
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	2	QP=195.7		LT=24.1		PT=42.97	PH=1.99
23	5	QN=0.0	D=3.260	L=17.8	0.288	PT=72.17	K=0.00
				F=4.0		PF=6.30	V=23.23
				FT=S		PE=0.00	C=120.00
	24	QP=604.2		LT=21.9		PT=78.46	PH=3.63
24	24	QN=0.0	D=3.260	L=9.2	0.288	PT=78.46	K=0.00
				F=4.0		PF=3.82	V=23.23
				FT=S		PE=0.00	C=120.00
	25	QP=604.2		LT=13.3		PT=82.88	PH=3.63
25	25	QN=0.0	D=3.260	L=26.3	0.288	PT=82.28	K=0.00
				F=0.0		PF=7.57	V=23.23
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	26	QP=604.2		LT=26.3		PT=89.86	PH=3.63
26	26	QN=0.0	D=3.260	L=26.3	0.288	PT=89.86	K=0.00
				F=9.4		PF=10.28	V=23.23
				FT=E		PE=0.00	C=120.00
	27	QP=604.2		LT=35.7		PT=100.13	PH=3.63
27	27	QN=0.0	D=4.260	L=8.3	0.078	PT=100.13	K=0.00
				F=0.0		PF=0.65	V=13.60
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	28	QP=604.2		LT=8.3		PT=100.78	PH=1.25
28	28	QN=0.0	D=8.249	L=9.1	0.003	PT=100.78	K=0.00
				F=14.4		PF=0.07	V=3.63
				FT=E		PE=0.00	C=120.00
	29	QP=604.2		LT=23.5		PT=100.86	PH=0.09
29	29	QN=0.0	D=8.249	L=35.4	0.003	PT=100.86	K=0.00
				F=0.0		PF=0.11	V=3.63
				FT=0		PE=12.37	C=120.00
	30	QP=604.2		LT=35.4		PT=113.34	PH=0.09
30	30	QN=0.0	D=8.249	L=8.2	0.003	PT=113.34	K=0.00
				F=49.9		PF=0.18	V=3.63
				FT=AG		PE=2.13	C=120.00
	31	QP=604.2		LT=58.1		PT=115.65	PH=0.09

El nodo 34 de la corrida hidráulica muestra el valor del gasto requerido en el cabezal de bombas que es 1104.22 GPM @ 122.73 PSI

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES AEROSOLES							
TUBERIA NO.	NODO NO.	FLUJO GPM	DIAM. IN	LONGITUD FT	P.FRICCION PSI/FT	PRESION PSI	
31	31	QN=500.0	D=8.071	L=13.1	0.011	PT=115.65	K=0.00
				F=18.0		PF=0.33	V=6.92
				FT=E		PE=0.42	C=120.00
	32	QP=1104.2		LT=31.1		PT=116.40	PH=0.32
32	32	QN=0.0	D=10.136	L=948.2	0.002	PT=116.40	K=0.00
				F=1390.5		PF=5.43	V=4.39
				FT=6S2E16T2G		PE=0.00	C=150.00
	33	QP=1104.2		LT=2338.7		PT=121.84	PH=0.13
33	33	QN=0.0	D=10.370	L=63.0	0.003	PT=121.84	K=0.00
				F=221.8		PF=0.89	V=4.19
				FT=4ECGT		PE=0.00	C=120.00
	34	QP=1104.2		LT=284.8		PT=122.73	PH=0.12

Aquí se muestra la nomenclatura de los tipos de accesorios empleados en la corrida hidráulica.

NOMENCLATURA	
S= CODO 45 GRADOS STD	QN= DESCARGA DE FLUJO NORMAL
E= CODO 90 GRADOS STD	QP= FLUJO, DENTRO, TUBERIA
L= CODOVUELTA LARGA	D= DIAMETRO INTERIOR DE TUBERIA
B=VALVULA MARIPOSA	L= LONGITUD DE TUBERIA
G=VALVULA DE COMPUERTA	F= EQUIVALENCIA DE MONTAJE
C= VALVULA CHECK	FT= TIPO DE AJUSTE
A=VALVULA DE ALARMA	LT= LONGITUD TOTAL
D=VALVULA DE TUBERIA SECA	PT= PRESION TOTAL DE NODO
W= VALVULA DE ALIVIO	PF=PERDIDAS POR FRICCION
P= VALVULA DE PREACCION	PE=PERDIDAS POR ELEVACION
F= VALVULA DE PREVENCION DE REGRESO DE FLUJO	K= FACTOR-K DE ROCIADOR
F,X= PRESION CTE X EN PSI PARA MONTAJE F	V= VELOCIDAD
	C= FACTOR -C
	PV= VELOCIDAD PRESION

En esta seccion se presenta la corrida hidraulica de los valores de proteccion del area de almacenamiento de inflamables. En este cuadro se presenta el resultado de la corrida hidraulica en donde el gasto requerido en la base del raiser que es 461.40 GPM y el gasto requerido en el cabezal de bombas que es 961.35 GPM@ 114.99 PSI, asi como los valores de los criterios de calculo y el numero de nodos calculados considerando los rociadores que establece la norma 30 de la NFPA.

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES CALCULO NO. 1

**DESCRIPCION DEL RIESGO: ALMACENAMIENTO DE INFLAMABLES
ROCIADORES AUTOMATICOS EN RACKS DE ALMACENAMIENTO DE
INFLAMABLES**

CRITERIOS DE CALCULO:

AREA TOTAL: 624.3 PIE CUADRADO
 DENSIDAD: 0.025 GPM / PIE
 AREA MAXIMA/ROCIADOR: 2304.4 PIE CUADRADO
 MIN. SEGURIDAD: 30.74 PSI
 NO. DE ROCIADORES: 8

REQUISITOS DEL SISTEMA

NODO	SISTEMA GPM	CASA GPM	HIDRANTE GPM	TOTAL GPM	PRESION PSI
25	461.40	500	0	961.40	114.99

INFORMACION DE ORIGEN: SUMINISTRO	PRESION ESTATICA	PRESION RESIDUAL	FLUJO RESIDUAL
25	150.00 PSI	125 PSI	2500 GPM
ROCIADOR TUBERIA SOBRE LA CABEZA SUBTERRANEO	K= 8.00 C=120/150 C=120		
PRESION DE SEGURIDAD	30.79		EN CABEZAL REMOTO

En la siguiente corrida hidraulica se muestran los nodos 1,2,3,4,5,6,7 y 8 los cuales tienen los 8 rociadores analizados con los valores de elevacion, presion, descarga, el calculo arroja el flujo minimo por rociador 56.6 GPM y la presion minima de rociador de 50.13 PSI. El nodo 5 esta el rociador mas remoto.El nodo 22 muestra la adiciona de 500 GPM que marca el codigo 30 NFPA.

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES INFLAMABLES				
NODO	ELEVACION	PRESION	DESCARGA	PERDIDA
	FT	PSI	GPM	%
1	9	51.54	57.4	19
2	9	51.79	57.6	19.3
3	9	52.72	58.1	20.5
4	9	54.7	59.2	22.9
5	14.2	50.13	56.6	26.9
6	14.2	50.38	56.8	32.9
7	14.2	51.28	57.3	15.8
8	14.2	53.22	58.4	16.1
9	9	77.75		17.2
10	14.2	76.24		19.5
11	19.4	76.55		23.5
12	24.5	76.85		29.3
13	34.4	86.21		13.6
14	34.4	88.03		13.9
15	34.4	88.96		15
16	34.4	90.49		17.3
17	34.4	91.7		21.2
18	34.4	93.5		26.9
19	34.4	94.76		
20	34.4	94.8		
21	5.9	107.18		
22	1	109.42	500	HOSE
23	0	110.1		
24	0	114.3		
25	0	114.99		

El nodo 5 tiene el rociador mas remoto con flujo minimo de 56.60 GPM y la presion minima de rociador 50.13 PSI .En el nodo 22 se adiciona los 500 GPM que marca el codigo 30 NFPA

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES INFLAMABLES							
TUBERIA	NODO	FLUJO	DIAM.	LONGITUD	P.FRICCION	PRESION	
NO.	NO.	GPM	IN	FT	PSI/FT	PSI	
1	1	QN=57.4	D=2.157	L=8.8	0.028	PT=51.54	K=8.00
				F=0.0		PF=0.24	V=5.04
	2	QP=57.4		FT=0		PE=0.00	C=120.00
				LT=8.8		PT=51.79	PV=0.17
2	2	QN=57.6	D=2.157	L=9.3	0.1	PT=51.79	K=8.00
				F=0.0		PF=0.93	V=10.10
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	3	QP=115.0		LT=9.3		PT=54.28	PH=0.69
3	3	QN=58.1	D=2.157	L=9.3	0.213	PT=52.72	K=8.00
				F=0.0		PF=1.98	V=15.20
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	4	QP=173.1		LT=9.3		PT=54.70	PH=1.55
4	4	QN=59.2	D=2.157	L=56.7	0.367	PT=54.70	K=8.00
				F=6.2		PF=23.05	V=20.39
				FT=E		PE=0.00	C=120.00
	9	QP=232.3		LT=62.9		PT=77.75	PH=2.80
5	5	QN=56.6	D=2.157	L=9.3	0.027	PT=50.13	K=8.00
				F=0.0		PF=0.25	V=4.97
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	6	QP=56.6		LT=9.3		PT=50.38	PH=0.17
6	6	QN=56.8	D=2.157	LT=9.3	0.097	PT=50.38	K=8.00
				F=0.0		PF=0.91	V=9.96
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	7	QP=113.4		LT=9.3		PT=51.28	PH=0.67
7	7	QN=57.3	D=2.157	L=9.3	0.207	PT=51.28	K=8.00
				F=0.0		PF=1.93	V=14.99
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	8	QP=170.7		LT=9.3		PT=53.22	PH=1.51
8	8	QN=58.4	D=2.157	L=52.0	0.357	PT=53.22	K=8.00
				F=12.4		PF=23.02	V=20.11
				FT=T		PE=0.00	C=120.00
	10	QP=229.1		LT=64.4		PT=76.24	PH=2.72
9	9	QN=0.0	D=2.635	L=5.2	0.138	PT=77.75	K=0.00
				F=0.0		PF=0.72	V=13.67
				FT=0		PE=-2.23	C=120.00
	10	QP=232.3		LT=5.2		PT=76.24	PH=1.26
10	10	QN=0.0	D=2.635	L=5.2	0.493	PT=76.24	K=0.00
				F=0.0		PF=2.55	V=27.14
				FT=0		PE=-2.25	C=120.00
	11	QP=461.4		LT=5.2		PT=76.55	PH=4.96

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES INFLAMABLES							
TUBERIA NO.	NODO NO.	FLUJO GPM	DIAM. IN	LONGITUD FT	P.FRICCION PSI/FT	PRESION PSI	
11	11	QN=0.0	D=2.635	L=5.2	0.493	PT=76.55	K=0.00
				F=0.0		PF=2.55	V=27.14
				FT=0		PE=-2.25	C=120.00
	12	QP=461.4		LT=5.2		PT=76.85	PH=4.96
12	12	QN=0.0	D=2.635	L=9.9	0.493	PT=76.85	K=0.00
				F=17.8		PF=13.65	V=27.14
				FT=BE		PE=-4.29	C=120.00
	13	QP=461.4		LT=27.7		PT=86.21	PH=4.96
13	13	QN=0.0	D=4.260	L=38.3	0.048	PT=86.21	K=0.00
				F=0.0		PF=1.82	V=10.39
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	14	QP=461.4		LT=38.3		PT=88.03	PH=0.73
14	14	QN=0.0	D=4.260	L=19.7	0.048	PT=88.03	K=0.00
				F=0.0		PF=0.93	V=10.39
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	15	QP=461.4		LT=19.7		PT=88.96	PH=0.73
15	15	QN=0.0	D=4.260	L=19.0	0.048	PT=88.96	K=0.00
				F=13.2		PF=1.53	V=10.39
				FT=E		PE=0.00	C=120.00
	16	QP=461.4		LT=32.2		PT=90.49	PH=0.73
16	16	QN=0.0	D=4.260	L=25.4	0.048	PT=90.49	K=0.00
				F=0.0		PF=1.21	V=10.39
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	17	QP=461.4		LT=25.4		PT=91.70	PH=0.73
17	17	QN=0.0	D=4.260	L=37.8	0.048	PT=91.70	K=0.00
				F=0.0		PF=1.80	V=10.39
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	18	QP=461.4		LT=37.8		PT=93.50	PH=0.73
18	18	QN=0.0	D=4.260	L=26.5	0.048	PT=93.50	K=0.00
				F=0.0		PF=1.26	V=10.39
				FT=0		PE=0.00	C=120.00
	19	QP=461.4		LT=26.5		PT=94.76	PH=0.73
19	19	QN=0.0	D=8.249	L=9.1	0.002	PT=94.76	K=0.00
				F=14.4		PF=0.04	V=2.77
				FT=E		PE=0.00	C=120.00
	20	QP=461.4		LT=23.5		PT=94.80	PH=0.05
20	20	QN=0.0	D=8.249	L=5.9	0.002	PT=94.80	K=0.00
				F=0.0		PF=0.01	V=2.77
				FT=0		PE=12.37	C=120.00
	21	QP=461.4		LT=5.9		PT=107.18	Pv=0.05

El nodo 25 tiene el gasto requerido en el cabezal de bombas: 961.4 GPM @ 114.99 PSI

ANALISIS DEL SISTEMA DE ROCIADORES INFLAMABLES							
TUBERIA NO.	NODO NO.	FLUJO GPM	DIAM. IN	LONGITUD FT	P.FRICCION PSI/FT	PRESION PSI	
21	21	QN=0.0	D=8.249	L=4.9	0.002	PT=107.18	K=0.00
				F=49.9		PF=0.10	V=2.77
	22	QP=461.4		FT=AG		PE=2.13	C=120.00
				LT=54.9		PT=109.42	Pv=0.05
22	22	QN=500	D=8.071	L=13.1	0.008	PT=109.42	K=0.00
				F=18.0		PF=0.26	V=6.03
				FT=E		PE=0.42	C=120.00
	23	QP=961.4		LT=31.3		PT=110.10	Pv=0.24
23	23	QN=0.0	D=10.136	L=948.2	0.002	PT=110.10	K=0.00
				F=1390.5		PF=4.20	V=3.82
				FT=6S2E16T2G		PE=0.00	C=150.00
	24	QP=961.4		LT=21.9		PT=114.30	Pv=0.10
24	24	QN=0.0	D=10.370	L=63.0	0.002	PT=114.30	K=0.00
				F=221.8		PF=0.69	V=3.65
				FT=4ECGT		PE=0.00	C=120.00
	25	QP=961.4		LT=284.8		PT=114.99	Pv=0.09

Aquí se muestra la nomenclatura de los tipos de accesorios empleados en la corrida hidráulica.

NOMENCLATURA	
S= CODO 45 GRADOS STD	QN= DESCARGA DE FLUJO NORMAL
E= CODO 90 GRADOS STD	QP= FLUJO, DENTRO, TUBERIA
L= CODOVUELTA LARGA	D= DIAMETRO INTERIOR DE TUBERIA
B=VALVULA MARIPOSA	L= LONGITUD DE TUBERIA
G=VALVULA DE COMPUERTA	F= EQUIVALENCIA DE MONTAJE
C= VALVULA CHECK	FT= TIPO DE AJUSTE
A=VALVULA DE ALARMA	LT= LONGITUD TOTAL
D=VALVULA DE TUBERIA SECA	PT= PRESION TOTAL DE NODO
W= VALVULA DE ALIVIO	PF=PERDIDAS POR FRICCION
P= VALVULA DE PREACCION	PE=PERDIDAS POR ELEVACION
F= VALVULA DE PREVENCIÓN DE REGRESO DE FLUJO	K= FACTOR-K DE ROCIADOR
F,X= PRESION CTE X EN PSI PARA MONTAJE F	V= VELOCIDAD
	C= FACTOR -C
	PV= VELOCIDAD PRESION

RESULTADOS

A continuación se presenta el resumen de las condiciones de diseño para la instalación de los sistemas de protección contra incendio en los racks de almacenamiento de aerosoles e inflamables. En las cuales se considero el área remota para garantizar el flujo de agua en caso de que el sistema entre en operación por un incendio garantizando el suministro de agua durante dos horas continuas.

Aerosoles

Clasificación del riesgo	Aerosoles Nivel 2
Area de diseño	1405.80 Pie cuadrado
Cobertura de rociador	1249.50 Pie cuadrado
No. De rociadores calculados	12 piezas
Flujo minimo por rociador	31.30 Gpm
Presion Minima del rociador	31.16 Psi
Constante de descarga	K=5.6
Tipo de rociador	Pendet, 212 °F
Gasto requerido en la base del raiser	604.20 Gpm@115.65 Psi
Gasto requerido en el cabezal de bombas	1104.22 Gpm@122.73 Psi
Hidrantes	500 Gpm
Suministro de agua sin interrupcion	2hrs

Inflamables

Clasificación del riesgo	Inflamables Clase II
Area de diseño	624.30 Pie cuadrado
Cobertura de rociador	2304.40 Pie cuadrado
No. De rociadores calculados	8 piezas
Flujo minimo por rociador	56.60 Gpm
Presion Minima del rociador	50.30 Psi
Constante de descarga	K=8.0
Tipo de rociador	Pendet 165 °F
Gasto requerido en la base del raiser	461.40 Gpm@109.42 Psi
Gasto requerido en el cabezal de bombas	961.35 Gpm@114.99 Psi
Hidrantes	500 Gpm
Suministro de agua sin interrupcion	2 hrs

CONCLUSIONES

Se diseñó un sistema protección contra incendios para los racks de almacenamiento de aerosoles e inflamables en un centro de distribución, el cual cubre las necesidades de gasto y presión en caso de que se presente un incendio en esta área de acuerdo a las normas Código de líquidos inflamables y combustibles NFPA 30 y Código para la fabricación y almacenamiento de productos aerosoles NFPA 30B.

En este reporte se aplicaron normatividades internacionales y propias de la empresa que cubren con los requisitos que establecen las entidades de la aseguradora de riesgos cubriendo la póliza de siniestros, también las municipales obteniendo el visto bueno de protección civil y la licencia de funcionamiento del predio para que las operaciones del dentro de distribución no sean interrumpidas, además de las normatividades federales en este caso la secretaria del trabajo y previsión social logrando tener un centro de trabajo seguro. Por lo que es importante tener un manejo de interpretación para contar con un sistema integral que cumpla criterios de seguridad para la parte privada y federal.

Con la determinación de los sistemas de protección contra incendios se incrementó el nivel de seguridad en caso de incendio logrando salvaguardar la vida de todas las personas que laboramos en el centro de distribución.

En lo que concierne en la parte material y económica, las pérdidas se reducen totalmente y la continuidad del negocio no se interrumpe logrando satisfacer las necesidades de entrega a los clientes generando mayores ganancias a la empresa.

REFERENCIAS

Tuhtar, Dinko (1990). Protección contra el fuego y explosiones: Desarrollo de sistemas. Madrid: Thomson Paraninfo, S.A.

Suay Belenguer, J.M (2011). Conceptos básicos de física y química para bomberos. Madrid: Diputación de Albacete.

Suay Belenguer, J.M. (2010) Manual de instalaciones contra incendio el fuego, agentes extintores, cálculo hidráulico. Barcelona: Antonio Madrid Vicente ediciones.

Robertson, J.C (2004) Introduction to fire prevention. (6a.ed). Pennsylvania: Pearson/Prentice Hall

Michel W, J. (1992) Property fire protection a practical approach Industrial Health & Safety. California: Van Nostrand Reinhold

Tuhtar Dinko (1989) Fire and explosion protection. Michigan: Ellis Horwood

Milosh,T. (1999) Automatic sprinkler systems handbook. (8 a.ed). Cornell University: National fire protection association.

Neira, J.A. (2008) Instalaciones de protección contra incendios. Madrid: FC Editorial.

NFPA 13 Standard for the installation of sprinkler systems, 2002 edition.

NFPA 30 Flammable and combustible liquids code, 2003 edition.

NFPA 30B Code for the manufacturing and storage of aerosol products standard, 2003 edition.

Estándar de protección contra incendios P&G 609 Productos de aerosol 2010.

Estándar de protección contra incendios P&G 606 Almacenamiento en tarimas / paletas o pilas solidas 2010.

Estándar de protección contra incendios P&G 608 Productos que contienen líquidos inflamable hidrosolubles 2005.

Estándar de protección contra incendios P&G 607 Tipos de almacenamiento en Racks 2010.

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Anexos