

**DISEÑO MODERNO DE SISTEMAS CONTRA  
INCENDIO DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER,  
BASADO EN NORMAS ACTUALES APLICADO A  
COLECCIONES BIBLIOGRAFICAS**

**ADOLFO JAVIER REDONDO CONRADO  
MARELIS CAROLINA ROZO SAAVEDRA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

**DISEÑO MODERNO DE SISTEMAS CONTRA  
INCENDIO DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER,  
BASADO EN NORMAS ACTUALES APLICADO A  
COLECCIONES BIBLIOGRAFICAS**

**ADOLFO JAVIER REDONDO CONRADO  
MARELIS CAROLINA ROZO SAAVEDRA**

**Trabajo de grado para optar al título de grado de  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
NESTOR RAÚL D'CROZ TORRES  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIRÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de grado a Dios.*

*A mi madre María Auxiliadora apoyo e inspiración en los momentos difíciles.*

*A mi sobrina angie el aporte de luz y alegría en mis días grises.*

*Adolfo Javier Redondo Conrado*

A Díos, que nos da la capacidad para hacer todas las cosas que nos proponemos.

A mi padre que no alcanzo a ver los resultados pues partió tempranamente de esta vida y aunque ya no esté entre nosotros sigue vivo en mi pensamiento; fue su estímulo mi impulso para llegar al final, por eso a tí **Manuel Rozo** papito querido te dedico mi esfuerzo donde te encuentres. Te amo, hasta luego, porque sé que algún día nos volveremos a encontrar.

A mi hermana (Dianita) y mi madre (Elisa), que con su compañía y soporte pude superar todos los problemas que se presentaron durante la carrera y lo que llevo de vida.

A mi corazón hermoso (Daniel), que es y será mi otra forma de ver el mundo.

Marelís Carolina Rozo  
Saavedra

## **AGRADECIMIENTOS**

A Néstor Raúl D'Croz Torres, director de proyecto, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

Al ingeniero Carlos Camargo, por su colaboración y entrega a este proyecto.

A la escuela de Ingeniería Mecánica y todo su cuerpo docente, por su enseñanza que brinda y formación a nivel industrial.

Al cuerpo administrativo de la biblioteca central de la universidad industrial de Santander, por su colaboración y suministro de la información para el proyecto.

A todos nuestros amigos, compañeros y familiares.

## CONTENIDO

|                                                             | <b>PAG.</b> |
|-------------------------------------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN .....                                          | 21          |
| 1. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO PARA RECURSOS                 |             |
| BIBLIOGRÁFICOS .....                                        | 22          |
| 1.1 HISTORIA DE INCENDIOS EN BIBLIOTECAS .....              | 22          |
| 1.1.1 EDAD ANTIGUA.....                                     | 22          |
| 1.1.2 EDAD MEDIA .....                                      | 23          |
| 1.1.3 EDAD MODERNA .....                                    | 23          |
| 1.1.4 EDAD CONTEMPORÁNEA.....                               | 23          |
| 1.2 EXPERIENCIAS ACTUALES EN LA PROTECCIÓN CONTRA FUEGO     |             |
| 24                                                          |             |
| 1.3 EXPERIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE            |             |
| SANTANDER .....                                             | 25          |
| 1.4. PREVENCIÓN DEL FUEGO .....                             | 26          |
| 1.4.1 MANEJO DE EMERGENCIA .....                            | 26          |
| 1.4.2 SISTEMAS ACTUALES EN LA LUCHA CONTRA LOS INCENDIOS EN |             |
| BIBLIOTECAS.....                                            | 27          |
| 1.4.2.1 SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS .....   | 27          |
| 1.4.2.2 ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN    |             |
| Y ALARMA DE INCENDIO .....                                  | 28          |
| 1.4.2.2.1 FABRICANTES MÁS RECONOCIDOS.....                  | 33          |
| 1.4.2.3 SISTEMAS DE EXTINCIÓN DEL FUEGO.....                | 33          |
| 1.4.2.3.1 EXTINCIÓN MANUAL .....                            | 34          |
| 1.4.2.3.2 SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN .....                 | 36          |
| 2. NORMAS PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO .....             | 39          |
| 2.1 NORMA NFPA.....                                         | 39          |
| 2.2 NORMA TECNICA COLOMBIANA .....                          | 40          |
| 2.3 ANALISIS DE LA NORMA NFPA.....                          | 43          |
| 2.3.1 CÓDIGO PARA LA PROTECCIÓN DE RECURSOS                 |             |
| BIBLIOGRÁFICOS (NFPA 909).....                              | 43          |
| 2.3.1.1 PREVENCIÓN DE INCENDIOS .....                       | 43          |

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1.2 PLANIFICACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL FUEGO.....                                               | 44 |
| 2.3.2 NORMA PARA LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN A BASE DE AGUA<br>NEBULIZADA (NFPA 750).....              | 45 |
| 2.3.2.1 GENERALIDADES .....                                                                           | 45 |
| 2.3.2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA.....                                                     | 46 |
| 2.3.2.3 ROCIADORES (NEBULIZADORES O INYECTORES) .....                                                 | 46 |
| 2.3.2.4 TUBERÍA.....                                                                                  | 47 |
| 2.3.2.5 ACCESORIOS .....                                                                              | 49 |
| 2.3.2.6 SISTEMAS DE BOMBAS .....                                                                      | 50 |
| 2.3.2.7 SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA .....                                                           | 50 |
| 2.3.2.8 REQUISITOS DEL SISTEMA.....                                                                   | 50 |
| 2.3.2.9 MÉTODO DE CÁLCULO DE HAZEN-WILLIAMS (SISTEMAS DE<br>BAJA PRESIÓN).....                        | 53 |
| 2.3.2.10 DURACIÓN .....                                                                               | 53 |
| 2.3.3 NORMA PARA LA INSTALACION DE TOMA DE AGUA,<br>HIDRANTES Y SISTEMAS DE MANGUERAS (NFPA 14) ..... | 53 |
| 2.3.3.1 CLASES DE SISTEMAS .....                                                                      | 54 |
| 2.3.3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA .....                                                                 | 54 |
| 2.3.4 NORMA PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO A BASE DE<br>AGENTES LIMPIOS (NFPA 2001) .....              | 58 |
| 2.3.4.1 GENERALIDADES .....                                                                           | 58 |
| 2.3.4.2 AGENTES HALO_CARBONADOS .....                                                                 | 60 |
| 2.3.4.3 GAS INERTE.....                                                                               | 61 |
| 2.3.4.4 ELEMENTOS.....                                                                                | 62 |
| 2.3.4.5 CALCULOS DE DISEÑO.....                                                                       | 63 |
| 3. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO .....                                                           | 68 |
| 3.1.1 UBICACIÓN DE LA BIBLIOTECA.....                                                                 | 68 |
| 3.1.2 DISTRIBUCIÓN DE LA BIBLIOTECA .....                                                             | 69 |
| 3.1.2.1 SÓTANO.....                                                                                   | 69 |
| 3.1.2.2 PRIMER PISO.....                                                                              | 70 |
| 3.1.2.3 SEGUNDO PISO .....                                                                            | 70 |
| 3.1.2.4 TERCER PISO .....                                                                             | 71 |

|                                                                                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 3.1.2.5 CUARTO PISO .....                                                                                              | 72               |
| 3.1.3 EQUIPOS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO DISPONIBLES .....                                                           | 72               |
| 3.2 PREVENCIÓN DE INCENDIOS .....                                                                                      | 73               |
| 3.2.1 INSPECCIÓN DEL EDIFICIO .....                                                                                    | 73               |
| 3.2.2 UBICACIÓN DE RIESGOS .....                                                                                       | 73               |
| 3.2.3 EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO PARA LA BIBLIOTECA ..                                                           | 74               |
| 3.3 ZONIFICACION DE LA BIBLIOTECA UNIVERSIDAD . INDUSTRIAL<br>DE SANTANDER .....                                       | 75               |
| 3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTICION .....                                                                               | 75               |
| 3.4.1 PROCESO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESION DE<br>INCENDIO PARA LAS ZONAS CON AGUA NEBULIZADA .....               | 76               |
| 3.4.1.1 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL<br>SISTEMA DE AGUA .....                                            | NEBULIZADA<br>76 |
| 3.4.1.1.1 SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS DIFUSORES:.....                                                                 | 76               |
| 3.4.1.1.2 DISEÑO DE LA RED DE TUBERÍA:.....                                                                            | 78               |
| 3.4.1.1.3 SELECCIÓN DE LA BOMBA .....                                                                                  | 78               |
| 3.4.1.1.4 LA VALVULA DE CONTROL.....                                                                                   | 78               |
| 3.4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE GABINETES .....                                                                            | 79               |
| 3.4.2.1 SELECCION Y UBICACON DE LOS GABINETES CONTRA<br>INCENDIO .....                                                 | 79               |
| 3.4.2.2 DISEÑO DE LA RED DE TUBERIAS.....                                                                              | 79               |
| 3.4.2.3 SELECCIÓN DE LA BOMBA.....                                                                                     | 80               |
| 3.4.2.4 FUENTE DE ALIMENTACION .....                                                                                   | 80               |
| 3.4.3 PROCESO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIO<br>PARA LAS ZONAS CON GASES INERTES AGUA NEBULIZADA ..... | 80               |
| 3.5 SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO .....                                                                             | 82               |
| 3.5.1 SELECCIÓN DE LOS ELEMETOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE<br>DETECCION Y ALAR MA DE INCENDIO .....                    | 82               |
| 3.5.1.1 DISPOSITIVOS INICIADORES DE ALARMA .....                                                                       | 82               |
| 3.5.1.1.1 SELECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS DETECTORES .....                                                             | 82               |
| 3.5.1.1.2 SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE PULSADORES MANUALES...                                                              | 84               |



|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 3.5.1.2 DISPOSITIVOS NOTIFICADORES DE ALARMA..... | 84 |
| 3.5.1.2.1 SELECCIÓN DE SIRENAS ELECTRÓNICAS ..... | 84 |
| 3.5.1.3 PANEL DE CONTROL.....                     | 85 |
| 3.5.1.4 DISPOSITIVOS AUXILIARES .....             | 85 |
| 3.5.1.4.1 MODULO AISLADOR ISOX:.....              | 85 |
| 3.5.1.4.2 MODULO CONTROL FMC-1: .....             | 86 |
| 3.6 GRAFCET Y GEMMA DEL PROYECTO .....            | 88 |
| 3.6.1 GRAFCET Y GEMMA DEL SISTEMA DE AGUA .....   | 89 |
| 3.6.2 GRACEFT Y GEMMADEL SISTEMA DE GAS .....     | 92 |
| CONCLUSIONES .....                                | 95 |
| RECOMENDACIONES .....                             | 96 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                 | 97 |
| ANEXOS.....                                       | 98 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1-1. UBICACIÓN DE LOS DETECTORES DE HUMO EN LA ZONA DE AIRE ACONDICIONADO ..... | 29 |
| FIGURA 1-2. APLICACIÓN DE LOS DETECTORES SEGÚN EVOLUCIÓN DEL FUEGO .....               | 31 |
| FIGURA 1-3. ESTACIONES MANUALES.....                                                   | 32 |
| FIGURA 1-4. SIRENA ELECTRÓNICA .....                                                   | 32 |
| FIGURA 1-5. LUZ ESTROBOSCOPICAS.....                                                   | 33 |
| FIGURA 1-6. IDENTIFICACIÓN DE LOS EXTINTORES .....                                     | 34 |
| FIGURA 3-1. BOSQUEJO DEL SÓTANO .....                                                  | 69 |
| FIGURA 3-2. BOSQUEJO DEL PRIMER PISO .....                                             | 70 |
| FIGURA 3-3. BOSQUEJO DEL SEGUNDO PISO .....                                            | 71 |
| FIGURA 3-4. BOSQUEJO DEL TERCER PISO .....                                             | 71 |
| FIGURA 3-5. BOSQUEJO DEL CUARTO PISO .....                                             | 72 |
| FIGURA 3-6. RADIO DE COBERTURA DEL DIFUSOR.....                                        | 77 |
| FIGURA 3-7. DIFUSOR VIKING.....                                                        | 78 |
| FIGURA 3-8. CILINDRO FM-200                      INCOLDEX .....                        | 81 |
| FIGURA 3-9. DIFUSOR FM-200 CHEMETRON.....                                              | 81 |
| FIGURA 3-10. GRAFCET DEL SISTEMA DE AGUA .....                                         | 89 |
| FIGURA 3-13. GRAFCET DEL SISTEMA DE GAS .....                                          | 92 |

## LISTAS DE TABLAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA 1-1.ELECCIÓN DEL AGENTE EXTINTOR .....                                                       | 35 |
| TABLA 2-1. LISTADO DE NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS “PROTECCIÓN CONTRA<br>INCENDIO EN GENERAL” ..... | 40 |
| TABLA 2-2. TUBERÍA AGUA NEBULIZADA .....                                                           | 47 |
| TABLA 2-3. MATERIALES PARA LOS ACCESORIOS BAJA PRESIÓN .....                                       | 49 |
| TABLA 2-4.MATERIALES PARA LA TUBERÍA .....                                                         | 55 |
| TABLA 2-5. AGENTES LIMPIOS.....                                                                    | 59 |
| TABLA 2-6. INFORMACIÓN DE AGENTES HALOCARBONADOS .....                                             | 61 |
| TABLA 2-7. MÍNIMA PRESIÓN DE TRABAJO GAS INERTE.....                                               | 63 |
| TABLA 2-8. MÍNIMA PRESIÓN DE TRABAJO HALOCARBONADOS.....                                           | 63 |
| TABLA 2-9. FACTOR TEE .....                                                                        | 65 |
| TABLA 2-10. FACTOR DE CORRECCIÓN DE PRESIÓN .....                                                  | 66 |
| TABLA 3-1. NUMERO DE BOQUILLAS POR CADA PISO.....                                                  | 76 |
| TABLA 3-2. NÚMERO DE DETECTORES .....                                                              | 83 |
| TABLA 3-3. PRESUPUESTO SISTEMA DE SUPRESIÓN.....                                                   | 86 |
| TABLA 3-4. PRESUPUESTO SISTEMA DE DETECCIÓN .....                                                  | 87 |
| TABLA 3-5. PRESUPUESTO TOTAL .....                                                                 | 87 |

## **LISTAS DE ANEXOS**

- Anexo A. Inspección y Evaluación de riesgos de incendios.**
- Anexo B. Zonificación según características del diseño.**
- Anexo C. Diseño del sistema hidráulico.**
- Anexo D. Diseño de sistemas de extinción a base de gas inerte.**
- Anexo E. Formato de inspección**
- Anexo F. Fundamento teórico**
- Anexo G. Catálogos.**
- Anexo H. Planos.**
- Anexo I. Cotizaciones.**

## GLOSARIO

**AGENTE EXTINTOR:** Sustancia (agua, polvo químico, gases etc.) capaz de extinguir un incendio.

**AGENTES HALOCARBONADOS:** Un Agente Halocarbonado contiene como componentes principales uno o más compuestos orgánicos que poseen uno o más de los elementos flúor, cloro, bromo y yodo.

**AGENTE LIMPIOS:** Son sustancias que se utilizan para la extinción del fuego y no produce daños a la capa de ozono, estas sustancias son el remplazo de los agentes Halones que fueron prohibidos por su efecto sobre el medio ambiente.

**AGUA NEBULIZADA:** es un sistema de protección contra incendios que usa gotas de agua de diámetro muy pequeño.

**AUTOMATISMO:** Funcionamiento de un mecanismo, sistema o proceso por sí mismo, sin agentes exteriores.

**CONCENTRACION DEL AGENTE EXTINTOR:** Porción del agente en una mezcla de aire, se expresa en porcentaje de volumen

**GASES INERTES:** Están formados por gases o mezclas de gases que no intervienen en la reacción de combustión y que se descargan en un tiempo mayor que los halones, desplazando el O<sub>2</sub> si bien a niveles respirables, no suficientes para sostener la combustión.

**GRACEFT:** método de descripción de procesos independiente de la tecnología utilizada, basada en gráficos funcionales y de fácil interpretación aun por personas no expertas en la automatización.

**GEMMA:** Es un método para el estudio de las posibles situaciones de marcha y parada en que puede estar la parte operativa de un proceso y las maneras de esta evolucionar de una a otra

**LOEL (Nivel Mínimo de Efectos Adversos Observables):** Concentración mínima a la cual se ha observado un efecto adverso de carácter fisiológico o toxicológico

**MÉTODO MESERI:** Es un método que evalúa el nivel de riesgo de incendio por la carga térmica y combustibilidad de los materiales y por la actividad industrial desarrollada.

**METODO FRAMME:** Es un método que evalúa el nivel de riesgo mediante tres valores: para el patrimonio, las personas y las actividades.

**NOEL (Nivel de Efectos Adversos no Observables):** La mayor concentración del agente limpio en la que ningún efecto toxicológico o fisiológico adverso se ha observado.

**ROCIADORES AUTOMÁTICOS:** Son boquillas que operan independientemente de otro medio o agrupación de boquillas, para detección y activación de estos rociadores tienen un dispositivo dentro de ellas.

**ROCIADORES NO AUTOMÁTICOS (ABIERTOS):** Las boquillas funcionan como un sistema completo o agrupación de ellas, con orificios abiertos y su activación se hace mediante un sistema de detección independiente.

**ROCIADORES HÍBRIDOS:** Son boquillas capaces de funcionar tanto automáticamente como no automático.

**RESISTENCIA AL FUEGO:** Es el tiempo durante el cual el elemento constructivo capaz de permanecer cumpliendo la función para la cual ha sido colocado en el edificio cuando se ha sometido al fuego. Propiedad de fungir como barrera contra el fuego.

**SECTOR DE INCENDIO:** la zona del edificio limitada por elementos resistentes al fuego 120 minutos.

## **RESUMEN**

### **TÍTULO**

DISEÑO MODERNO DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, BASADO EN NORMAS ACTUALES APLICADO A COLECCIONES BIBLIOGRAFICAS\*

### **AUTOR**

ADOLFO JAVIER REDONDO CONRADO

MARELIS CAROLINA ROZO SAAVEDRA\*\*

### **PALABRAS CLAVES**

FUEGO, ANALISIS DE RIESGOS, AGUA NEBULIZADA, FM200, DIFUSORES.

### **DESCRIPCIÓN**

Durante el desarrollo de este libro se hace hincapié en la necesidad de proteger la vida humana de los efectos del fuego, pero de igual manera proteger los diferentes materiales bibliográficos y digitales contenidos en la Biblioteca Central de la Universidad Industrial de Santander.

Por este motivo se realiza un diseño completamente renovado, desde su etapa inicial en la que se realizó una discriminación de los métodos existentes en el análisis de riesgos, utilizar los recursos que se encuentran disponibles en el mercado para la prevención y extinción del fuego, los cuales incluyen agua nebulizada a baja presión y gas FM200, cambiando así de manera fundamental el enfoque del proyecto de grado presentado años atrás por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander el cual tiene como finalidad la protección de los usuarios. Se ha tenido en cuenta la selección de dispositivos de detección de fuego adecuados a las características propias de la edificación y una base de programación preliminar para el sistema de control de respuesta de los difusores como también la desconexión del sistema eléctrico principal y la puesta en marcha del auxiliar.

Con esto se espera que la universidad sienta un precedente en materia de protección de material bibliográfico en la región y en el país.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Néstor Raúl D'Croz Torres.

## SUMMARY

### TITLE

MODERN DESIGN OF SYSTEMS AGAINST FIRE OF THE CENTRAL LIBRARY OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER, BASED ON CURRENT PROCEDURE APPLIED TO BIBLIOGRAPHICAL COLLECTIONS \*\*

### AUTHOR

ADOLFO JAVIER REDONDO CONRADO

MARELIS CAROLINA ROZO SAAVEDRA.\*\*

### KEY WORDS

FIRE, ANALYSIS OF RISKS, WATER MIST, FM200, DIFFUSERS.

### DESCRIPTION

During the development of this book it is emphasized in the need to protect the human life of fire effects, but the same way to protect the different bibliographical materials and digital contents in the Central Library of the Industrial University of Santander.

For this reason a completely renewed design is realized, from his initial stage in which there was realized a discrimination of the existing methods in the analysis of risks, to use the resources that there are available on the market for the prevention and extinction of the fire, which include water mist protection to low pressure and gas FM200, changing this way in a fundamental way the approach of the project of degree presented years behind into students of the School of Mechanical Engineering of the Industrial University of Santander Which takes the protection of the users as a purpose. There has been born in mind the selection of devices of detection of fire adapted to the own characteristics of the building and a base of preliminary programming for the system of control of response of the diffusers as also the disconnection of the electrical principal system and the putting in march of the auxiliary one.

With this it hopes that a precedent sits the university as for protection of bibliographical material in the region and in the country.

---

\* Work Degree.

\*\* Faculties of Engineering's physic Mechanics. Mechanical Engineering School. The director: Néstor Raúl D'Croz Torres.



## INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo de este libro se hace hincapié en la necesidad de proteger la vida humana de los efectos del fuego, pero de igual manera proteger los diferentes materiales bibliográficos y digitales almacenados en la biblioteca central de la Universidad Industrial de Santander.

Por este motivo se realiza un diseño completamente renovado, utilizando los recursos más actualizados que se encuentran disponibles en el mercado para la prevención y extinción del fuego, los cuales incluyen agua nebulizada y gas FM200, cambiando así de manera fundamental el proyecto de grado presentado unos años atrás por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS el cual estaba enfocado principalmente a la protección de los usuarios de la biblioteca. Se ha tenido en cuenta la selección de dispositivos de detección de fuego adecuados a las características propias de la edificación y una base de programación preliminar para el sistema de control de la respuesta de los rociadores automáticos.

Con esto se espera que la universidad sienta un precedente en materia de protección de material bibliográfico en la región y en el país.

## **1. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO PARA RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS**

El legado documental hace evidente la diversidad de lenguajes, de pueblos y culturas, este patrimonio es un reflejo del mundo y su memoria; pero así como es de importante, es igual de frágil. Cada día, piezas irremplazables de esta Memoria desaparecen para siempre. Preservar el patrimonio de la humanidad ha permitido, a través de la historia, mantener la identidad cultural de los pueblos. Aunque la mayoría de las acciones de preservación han estado encaminadas hacia las obras arqueológicas, los monumentos y las obras de arte; se sabe que los documentos impresos constituyen la principal forma de transmitir los conocimientos adquiridos en el trasegar de la humanidad, así como la difusión de nuevas técnicas y avances tecnológicos y científicos. La conservación por definición es una actividad preventiva que implica, gran cantidad de tareas como una concienzuda y constante labor para establecer los parámetros de seguridad que se deben de tener en cuenta al momento de proteger colecciones y documentos, teniendo presente los factores exógenos como la luz, la humedad, el polvo, la temperatura; de igual manera fenómenos naturales como el fuego y el agua. Entre los problemas más graves para la conservación del patrimonio bibliográfico encontramos los incendios. Tristemente, han sido muchas las colecciones perdidas por esta causa. Pérdida en la que, algunas veces, ha tenido mucho que ver el mal uso de sistemas de extinción, una inadecuada planificación previa de las tareas de prevención o la falta de una formación adecuada.

### **1.1 HISTORIA DE INCENDIOS EN BIBLIOTECAS**

La historia muestra terribles pérdidas culturales, provocadas por las llamas de incendios que en la gran mayoría de los casos se podían haber evitado. A continuación se muestra ejemplos de las algunas pérdidas literarias que se tienen en conocimiento: <sup>1</sup>

#### ***1.1.1 Edad antigua***

Es un referente de la historia aunque algunos investigadores aún hoy dudan de su veracidad, la destrucción de la biblioteca de Alejandría que desapareció entre los años 270 y 275 d.C. debido a un incendio ocasionado por las guerras entre

---

<sup>1</sup> La memoria quemada: sistemas de extinción de incendios en bibliotecas.  
<http://www.absysnet.com/tema/tema58.html>.

Julio César y Pompeyo. Se perdieron valiosos rollos de papiro que contenían una parte importante del conocimiento de aquella época. De una manera general, los conflictos culturales de la época propiciaron una importante destrucción de libros: en el 303, el emperador Diocleciano ordenó quemar todos los libros cristianos; y los cristianos, a su vez, destruyeron las bibliotecas.

### ***1.1.2 Edad Media***

Son numerosas las referencias históricas que disponemos sobre incendios en bibliotecas monásticas, los materiales de la época, las constantes guerras y el deseo de borrar la memoria de pueblos enteros hizo del fuego un arma de destrucción muy poderosa.

El monasterio de Silos sufrió muchos incendios, datados en 1254, 1352, 1442, 1751, y 1970. Fue este último uno de los más pavorosos, pudiéndose salvar todos los manuscritos de los siglos XVII y XVIII excepto uno que un monje estaba estudiando en una celda. En 1974 toda la documentación se depositó en armarios metálicos en una sala amplia de ambiente seco y frío.

### ***1.1.3 Edad Moderna***

La elaboración de las técnicas de impresión por parte de Gutenberg hacia 1440, dio paso a la entrada del libro en la era industrial. El libro ya no era un objeto único, escrito o reproducido de acuerdo con la demanda. Por consiguiente, el coste de cada ejemplar baja y con ello, aumenta notablemente su expansión.

Durante esta época son muy frecuentes los incendios en villas y ciudades de países como Francia, sólo París en la época de la revolución de 1793, disponía de más de 1.000 bibliotecas públicas, sobresaliendo la Nacional.

### ***1.1.4 Edad Contemporánea***

Esta fase de nuestra historia trae consigo el desarrollo de las bibliotecas y avances tecnológicos, destacamos algunos ejemplos:

#### **El incendio de Medinaceli (Diciembre de 1978)**

Una de las mayores catástrofes ocurridas en Madrid fue el incendio del edificio de Medinaceli, sede de diversos institutos de ciencia y humanidades, ubicado en la calle del Duque de Medinaceli cerca del Congreso de los Diputados. La información de las pérdidas recogida en la prensa de la época es confusa, para profesores, becarios e investigadores supuso el fin de años de estudio.

#### **Desastre en la Biblioteca Pública de Los Ángeles**

El 29 de abril de 1986 se incendió el depósito de la Biblioteca Pública de Los Ángeles, la tercera más grande de Estados Unidos. La desidia, la falta de previsión y un exceso de confianza provocaron que el incendio se prolongase durante más de siete horas. El 20% de los fondos de la biblioteca fueron

dañados, con un resultado de 400.000 libros quemados. Los daños superaron los 20 millones de dólares.

### **La biblioteca de la Duquesa Ana Amalia de Weimar (Septiembre de 2004)**

Una de las catástrofes recogida en la prensa mundial más recientes fue la de la biblioteca de la Duquesa Ana Amalia de Weimar, un incendio destruyó cerca de 30.000 volúmenes de los siglos XVI, XVII y XVIII, de gran valor histórico. 40.000 volúmenes de los 120.000 que se albergaban en esta sede fueron seriamente dañados por el agua utilizada para apagar las llamas que alumbraron el cielo de la ciudad de alemana de Turingia.

Probablemente debido a un fallo eléctrico, el fuego comenzó en el ático del Palacio Verde, una construcción que data de 1562, y que la duquesa Ana Amalia de Sajonia-Weimar y Eisenach (1739-1807) hizo remodelar.

## **1.2 EXPERIENCIAS ACTUALES EN LA PROTECCIÓN CONTRA FUEGO**

En la actualidad las investigaciones y proyectos están encaminados a la prevención de incendios. Algunos de ellos se presentan a continuación:

- “Estudios detallados de tres edificios históricos concluyen que todos los edificios pueden protegerse adecuadamente mediante el diseño de un sistema de aire inerte (aire hipóxido) permanente. La protección total mediante ventilación con aire inerte se está estudiando actualmente para dos nuevas bibliotecas públicas de Oriente Medio, el Nuevo Edificio de la Biblioteca Universitaria de Omán y la Biblioteca Pública de Nizwa, han sido diseñadas para contar con una protección integral basada en el aire inerte. Se instalarán generadores de aire hipóxido y compresores con una sala de generadores de aire acondicionado (HVAC) por planta (cada biblioteca consta de 14 plantas), Más de un millar de visitantes pueden estar presentes en la biblioteca al mismo tiempo. Se han aplicado estándares en el edificio para la protección contra el polvo, el clima adverso y las fugas que aseguran que la prevención anti-incendio del ambiente sea efectiva y que el consumo de energía sea mínimo. Incluso, si se produce un corte de energía debido a una situación de emergencia por amenaza de fuego, todas las salas quedarán protegidas adecuadamente durante un tiempo suficientemente largo debido a difusión lenta en el ambiente del aire hipóxido.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Christian Nørgaard Madsen and Geir Jensen. World Library and Information Congress:71th IFLA General Conference and Council “Libraries - A voyage of discovery”, pg. 1-3

- La nueva biblioteca de la universidad de Deusto en Abandoibarra Bilbao España contará con los últimos avances en sistemas de extinción de incendios, tendrá un dispositivo anti-incendios a base de gases nobles que eliminará el oxígeno del habitáculo para evitar que se propague cualquier fuego. La prevención para que los fondos no sean afectados en caso de incendios fortuitos pasa por los últimos sistemas. Así, para los libros más antiguos, la biblioteca universitaria cuenta con ejemplares incunables del siglo XV, se ha previsto un dispositivo que expulsará gases nobles o inertes que absorberán literalmente el oxígeno de la estancia para evitar que haya cualquier combustión. Estos habitáculos especiales tendrán dos ubicaciones y contarán con reguladores de humedad y temperatura para mantener de forma adecuada los viejos libros. Uno de ellos estará en la planta alta del edificio, con la novedad de que podrá ser observado desde fuera, mientras que el otro se adecentará en el segundo sótano. Ambos espacios sumarán más de 2.500 m<sup>2</sup> de superficie. Para el resto de estancias el sistema será también especial. El fuego será apagado con agua nebulizada. Unos aspersores característicos expulsarán agua en forma de vapor para evitar dañar con el líquido a los libros en las estanterías.

### **1.3 EXPERIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

En el periodo comprendido entre los años 2004-2007 se llevó a cabo la obra del sistema contra incendio del edificio inteligente CENTIC de la Universidad Industrial de Santander, el cual cuenta con un sistema básico de prevención, no tiene la capacidad de extinguir fuego por si solo si se llegase a presentar.

Este sistema se compone de 4 sensores iónicos ubicados 2 en el área de servidores y 2 en la ubicación de la planta eléctrica, 30 sensores ópticos que detectan el humo y están ubicados en las salas de computo, 4 estaciones manuales ubicadas 1 en cada piso, las señales enviadas por los sensores es captada en un tablero de control que determina por confrontación la información recibida, 4 ventilas para eliminar el humo ubicadas en cada piso ayudados por una bomba de aire, un hidrante ubicado en el exterior del edificio, 1 bomba Barnes con rango de presión entre 90-150 PSI en condición de sostener la presión por un tiempo de 30min, cuenta además con personal capacitado en la operación del sistema contra incendio, haciendo programas para la simulación de incendios.

## 1.4. PREVENCIÓN DEL FUEGO

El fuego es un gran peligro y muchas colecciones valiosas se han visto gravemente dañadas o fueron totalmente destruidas en el pasado por esta causa. Los daños causados por el fuego pueden ser muy serios, más incluso que los causados por el agua ó una protección adecuada contra el fuego.

La protección contra estos fenómenos se inicia con el diseño arquitectónico y en la construcción de la propia biblioteca.<sup>3</sup>

Para ello, se debe:

- Señalizar las áreas donde se permite fumar. El personal que trabaja en la biblioteca debe revisar dichas áreas, tanto a las horas de apertura como a las horas de cierre. En los lugares en los que se almacenan documentos gráficos no se debe fumar.
- El depósito y la sala de lectura debe tener extintores de incendio portátiles A, B y C.
- Inspeccionar de forma regular el sistema de extinción de incendios (en caso de que exista).
- Realizar el mantenimiento adecuado de los extintores.
- Evitar que las salidas de emergencia para el personal de la biblioteca y los usuarios faciliten el acceso no autorizado o el acceso a las colecciones.
- No utilizar materiales inflamables o que expidan vapores tóxicos o humo en la construcción o en las instalaciones de las bibliotecas, porque ellos puedan perjudicar a los lectores y dañar las colecciones bibliográficas.
- Instalar sistemas de detección y alarmas, que se deberán mantener y comprobar con regularidad.
- Eliminar posibles causas de incendio en el interior de la biblioteca; las existentes se deben relacionar y examinar de forma regular por ejemplo, cables eléctricos, conexiones de luz, productos químicos en talleres e instalaciones de laboratorio, maquinaria de reprografía y fotografía, zonas de cocinas para el personal o para el público, etcétera.

### 1.4.1 Manejo de emergencia

Proporcionar a las colecciones la máxima protección posible frente a las causas comunes de pérdida, constituye un principio básico del mantenimiento preventivo.

Es necesario elaborar un plan por escrito que considere todos los peligros, salvar las colecciones nunca justifica poner en peligro la vida del personal que trabaja en la institución o de sus usuarios. Sus copias se distribuirán a todo el personal responsable de la prevención de desastres y de las labores de recuperación en caso de ocurrir estos acontecimientos. Dicho plan debe contener, tanto las medidas preventivas como los procedimientos de rescate y

---

<sup>3</sup> <http://www.absysnet.com/tema/tema58.html>

recuperación. La primera prioridad es la seguridad humana, la próxima consideración son los registros y equipos vitales para la operación de la institución, como los registros de archivos inventarios y archivos administrativos. Las colecciones valiosas deben aparecer correctamente identificadas, así como su orden de rescate, si esto no se determina con antelación, se desperdiciará un tiempo valioso en salvar materiales de poco valor o bien, en discutir sobre qué se debe rescatar primero.

El plan para enfrentarse a situaciones de desastre debe actualizarse periódicamente, porque el personal cambia constantemente. Si el plan no se mantiene actualizado, posiblemente no ayude a manejar una situación de desastre de forma efectiva.

Resumiendo podemos indicar que para que una recuperación de emergencia sea satisfactoria, se necesita fundamentalmente de:

- Una respuesta inicial oportuna.
- Un plan detallado frente a desastres.
- Personal capacitado.
- Una administración comprometida.
- Una comunicación eficaz.
- Decisiones rápidas e informar

#### ***1.4.2 Sistemas actuales en la lucha contra los incendios en bibliotecas***

Los sistemas más utilizados para la protección, conservación y prevención de incendios dentro de estas instituciones son los siguientes:

**Sistemas de detección de fuego:** son sistemas de detección de humo o temperatura los cuales dan aviso a los diferentes elementos de notificación.

**Sistemas de Extinción del fuego:** son sistemas que eliminan o controlan el fuego desde el inicio.

##### **1.4.2.1 Sistemas de detección y alarma de incendios**

Un sistema de detección y alarma es un conjunto de elementos los cuales se relacionan dinámicamente para realizar las funciones de detectar humo o fuego y dar aviso a los diferentes elementos de notificación

Dependiendo de las características del edificio, del tipo de uso de la edificación, de las particularidades de los ocupantes y del carácter vital de contenido de la edificación, estos sistemas realizan varias funciones tales como:

- Identificar el desarrollo de un incendio, por métodos manuales o automáticos.
- Avisar a los ocupantes del incendio y la necesidad de evacuar.

- Dar señal a la alarma de bomberos u otra organización de emergencia vía telefónica, radio, celular, Internet, etc.
- Detener los equipos electrónicos y aire o los procesos especiales.
- Iniciar los sistemas automáticos supresión de fuego.

#### **1.4.2.2 Elementos Que Componen Los Sistemas De Detección Y Alarma De Incendio**

##### **Dispositivos Iniciadores De Alarma**

Son dispositivos que captan los cambios ambientales generados por el fuego y cuando el valor sobrepasa el umbral prefijado da una señal de alarma indicando en donde se produce el incendio. Se puede distinguir varios: los detectores de humo, detectores de temperatura, estaciones manuales, etc.

- Detectores de humo:

Son dispositivos que detectan el fenómeno del humo, lo cual cuando sobrepasan un valor predeterminado se activa algún sistema de alarma para dar aviso anticipadamente del inicio de un incendio.

Pueden ser de varios tipos: convencionales, direccionales; de conexión de 2 o 4 hilos. Atendiendo al método de detección hay dos clases principales de detectores: iónicos y fotoeléctricos (denominados ópticos).

Son direccionables los que tienen identificación única (dirección), que se les asigna mediante interruptores giratorios decimales integrados. Tienen 2 hilos de conexión por donde llevan la alimentación y la información al lazo de comunicación. Estos detectores reconectan en forma de ramas derivadas del lazo de comunicación.

Los detectores convencionales son de 4 hilos y 2 hilos, el de 4 hilos se compone de 2 hilos para la alimentación y los otros 2 son para información.

También se dividen según su forma de funcionamiento, El detector de humo iónico y fotoeléctrico.

Para la instalación de estos detectores debe tomarse en cuenta lo siguiente<sup>4</sup>:

1. Los detectores de incendio se deben colocar en lugares estratégicos donde pueda comenzar un incendio.
2. Los detectores de humo no deben instalarse en espacios de aire muerto, cerca de salidas de ventilación o aire acondicionado, ya que el humo puede circular lejos del detector (figura 2-5).
3. Se deben evitar áreas sujetas a concentraciones normales de humo, como cocinas y garajes o cerca de estufas.
4. No se debe instalar detectores de humo en áreas donde la temperatura normal esté por encima de +100°F (+38°C) o por de

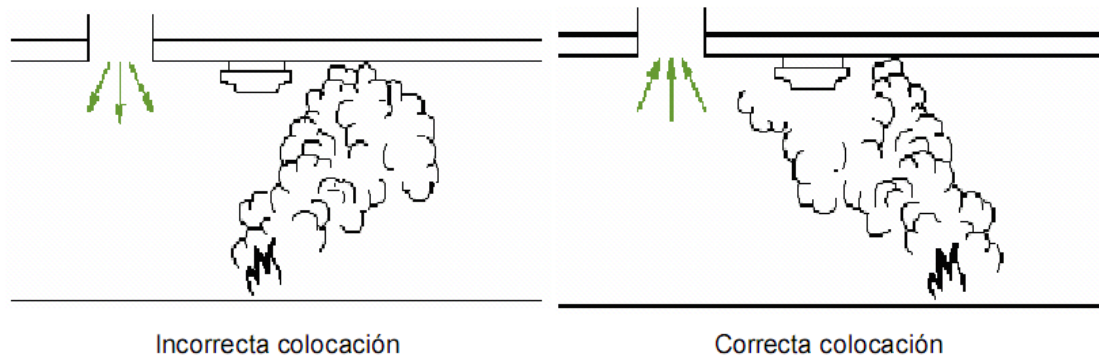
---

<sup>4</sup> Estándar NFPA72



bajo +32°F (0°C). Se debe evitar áreas con humedad alta y concentración de polvo.

5. Se recomienda instalar detectores de techo, donde el borde no esté a menos de 10cm (4pulgadas) de cualquier pared. Se debe ubicar el borde superior de los detectores montados en pared a una distancia entre 10 y 30cm (4 y 12pulgadas) del techo.
6. Para información sobre montaje exacto, se debe leer las instrucciones provistas con los detectores de humo.



**Figura 1-1. Ubicación de los detectores de humo en la zona de aire acondicionado**

- Detectores De Llama:

Estos dispositivos reaccionan ante el surgimiento de energía radiante infrarroja o ultravioleta. Son sensibles a las brasas incandescentes y llamas que irradian energía de suficiente intensidad y naturaleza espectral para motivar la reacción del detector

- Detector de infrarrojos<sup>5</sup> :

Son aquellos que reaccionan únicamente a las radiaciones infrarrojas, es decir, aquellas radiaciones cuya longitud de onda es superior a 180nm. Son especialmente sensibles a fuegos de hidrocarburos (líquidos, gases y sólidos) e idóneos para aplicaciones en las que es probable que ocurran fuegos de hidrocarburos y estén en ambiente contaminante y/o fuente de radiación UV

- Detectores ultravioleta:

Son aquellos que reaccionan únicamente con la luz ultravioleta, es decir donde las longitudes de ondas de las radiaciones es inferior a 300nm y que detectan las radiaciones ultravioleta emitidas por el fuego entre 0.185 a 0.245 micrones. Su respuesta de actuación es muy rápida debido a la alta radiación de energía ultravioleta emitida por el fuego y a las explosiones en el instante de su ignición, tienen buena respuesta a la mayoría de fuegos.

---

<sup>5</sup> Manual de seguridad contra incendios, Colegio de ingenieros técnicos industriales de Barcelona

- Detectores Térmicos:

Son dispositivos destinados a captar el incremento de temperatura que se produce en el ambiente como consecuencia del calor liberado en una combustión. Entre ellos se encuentra los termo-estáticos y los termo-velocímetros.

- Detectores termo-estáticos:

Se diseñan para dar alarma cuando la temperatura del elemento operacional alcanza un valor específico.

- Detectores termo-velocímetros:

Funciona cuando la velocidad de incremento excede un valor fijado, alrededor de 7-8 °C por minuto, se diseñan para compensar los cambios normales en la temperatura ambiente que se produce en condiciones normales.

- Selección De Los Detectores De Incendios

Los detectores deben elegirse según el tipo de fuegos potenciales que pueden producirse, el tipo y la cantidad de combustible presente, las posibles fuentes de ignición, las condiciones ambientales, y el valor de la propiedad a proteger.

Los detectores térmicos son los menos costosos y con menor tasas de alarma pero son los más lentos en respuestas, su mejor aplicación es en espacios confinados o en áreas donde se esperen fuegos con llamas. Los detectores de humo tienen respuesta rápida a un incendio pero son más costosos, los detectores iónico se prefiere ubicar en fuegos con llamas, y los detectores de humo fotoeléctricos tiene una mejor utilidad para incendio de brasas. Los detectores de llama ofrecen una respuesta extremadamente rápida, pero se activa muy rápidamente con cualquier fuente de radiación dentro de su campo de sensibilidad es de decir que tiene mayor tasas de señales falsas, son idóneos para proteger áreas con presencia de polvos o vapores explosivos o inflamables. En la figura 2-13 se muestra las fases del fuego y la aplicación de los detectores según sea la evolución del incendio.

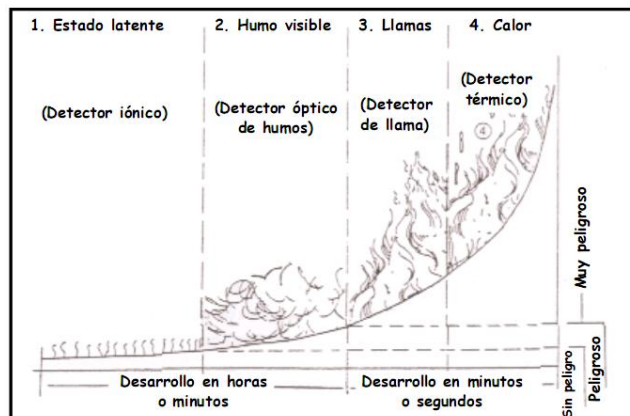


Figura 1-2. Aplicación de los detectores según evolución del fuego<sup>6</sup>

- Estación manual

Como su nombre lo indica, se trata de iniciadores de alarma manuales. Los hay de diversos tipos, aptos para el montaje interior o exterior, de simple o doble acción, de rotura de vidrio, con registro de operación, convencionales o direccionables.

Sencilla o de una Acción: Es aquella que es accionada solamente al tirar de la palanca sin obstáculos previos.

De Doble Acción: Es aquella que para activar la alarma se requieren dos acciones del usuario. El usuario debe empujar una palanca o romper un cristal antes de activar la alarma.

Las estaciones manuales direccionables responden a una dirección establecida por el instalador por medio de los interruptores giratorios decimales integrados en misma.



Figura 1-3. Estaciones manuales

### Dispositivos Anunciadores De Alarmas.

Su función es alertar en caso de incendio y son elementos sonoros y/o avisos visuales: sirenas, anunciadores remotos, parlantes y luces estroboscópicas.

- Sirena electrónica:

Construidas con elementos de estado sólido, su función es alertar con su sonido que el sistema de alarmas de incendio ha sido activado.



Figura 1-4. Sirena electrónica

- Luz estroboscópicas:

Diseñadas a efectos de dar avisos de alarmas de tipo lumínico mediante destellos de flashes estroboscópicos, conjuraciones controladas de los impulsos (máx.2/10desegundo).



Figura 1-5. Luz estroboscópicas

### **Tablero De Control De Alarma De Incendio.**

Dentro del cual está la tarjeta electrónica que contiene la CPU del sistema, en la que se conectan los dispositivos iniciadores y anunciadores de alarmas, la fuente de alimentación, módulos opcionales, los demás componentes primarios y los terminales para el alambrado. Cuando los dispositivos de iniciación detectan un principio de incendio envían señales de aviso al tablero de control, y éste se encarga de dar aviso a los diferentes anunciadores de alarma. La capacidad del tablero puede medirse por la cantidad de zonas que acepta. Dependiendo del tipo de tablero puede tener una tarjeta o módulo de transmisión para enviar la señal de auxilio a través de distintos dispositivos de salida como: línea telefónica, radios, GPRS, Internet. El tablero se alimenta de corriente alterna y de una batería de respaldo que, en caso de falla de energía eléctrica, le proporciona autonomía cuya duración depende del tipo de batería. Además el panel tiene un teclado con el cual se configura, activa o desactiva el sistema.

Los tableros de control de alarma de incendio pueden ser convencionales o direccionables.

#### **1.4.2.2.1 Fabricantes más reconocidos**

Los fabricantes más reconocidos en sistemas de detección y alarma contra fuego son los siguientes: HONEYWELL, PYRONIX, PIMA, ROKONET, 3i, Notifier, Bosch, Apollo, SystemSensor, Siemens-Cerberus, SystemSensor, Fire-Lite.

#### **1.4.2.3 Sistemas de extinción del fuego**

Son sistemas que actúan para controlar o suprimir el fuego según sea el caso o el objetivo del diseño. Se clasifican en:

Extinción manual: extintores, bocas de incendio, hidrantes, etc.

Extinción fija: son sistemas dotados de diversos productos de extinción  
Agua (Rociadores, cortinas de agua, espumas, agua pulverizada, agua nebulizada)

Gases (halones, dióxido de carbono, gas inerte)  
Polvo (normal o equivalente)

#### 1.4.2.3.1 Extinción manual

##### Extintores

Son los primeros elementos que se usan para defender los efectos y acciones de un incendio. Contienen un agente que puede ser proyectado y dirigido sobre el fuego por la acción de una presión interna, obtenida de una compresión previa permanente, por una reacción química, o por la liberación de un gas auxiliar. Se clasifican en:

Según su transportación:

1. Extintores portátiles (manuales): son los que se pueden transportar y utilizados a mano, este tienen una masa inferior o igual a 20kg.
2. Extintores sobre ruedas: para su desplazamiento utilizan ruedas, estas pueden ser dirigidas por una o varias personas o maquinaria especial.

Según su eficacia:

Se clasifican según el tipo de combustible y el potencial del aparato, identificado por un número (potencial del aparato) y letras (tipo de combustible). Ver figura 1-6

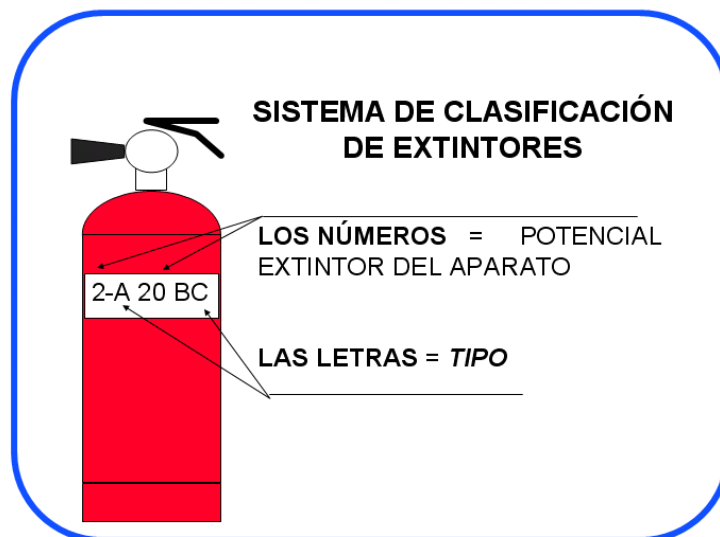


Figura 1-6. Identificación de los extintores

La elección se hace según la clase de fuego y se presenta en la tabla 1-1

**Tabla 1-0-1 Elección del agente extintor<sup>7</sup>**  
**Elección del agente extintor según la clase de fuego**

| CLASE DE FUEGO (*)                        |                                    |                                                                              |            |              | Fuegos en presencia de tensión eléctrica    |
|-------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------------------------------------|
| AGENTE EXTINTOR                           | A<br>Materias sólidas              | B<br>Líquidos                                                                | C<br>Gases | D<br>Metales | EN-3<br>7-2004                              |
| Agua Aditivada                            | Aceptable                          | Aceptable<br>(combustibles líquidos no solubles en agua, gas-oil, aceite...) |            |              | Aceptable<br>(si existe ensayo dieléctrico) |
| Espuma                                    | Muy adecuado                       | Muy adecuado                                                                 |            |              | Aceptable<br>(si existe ensayo dieléctrico) |
| Nieve Carbónica Anhidrido Carbónico (CO2) | (Fuegos pequeños. No apaga brasas) | Aceptable                                                                    |            |              | Aceptable                                   |
| Gas Limpio*                               | Aceptable<br>(Fuegos pequeños)     | Adecuado                                                                     |            |              | Adecuado                                    |
| Polvo Seco BC                             |                                    | Muy adecuado                                                                 | Adecuado   |              | Aceptable                                   |
| Polvo Seco ABC (polivalente)              | Adecuado                           | Muy adecuado                                                                 | Adecuado   |              | Aceptable                                   |
| Polvo Específico Metales                  |                                    |                                                                              |            | Adecuado     |                                             |

\* Especialmente diseñados para protección de bienes de alto valor (salas ordenadores, salas de control, archivos o almacenes de documentos o piezas irremplazables, laboratorios, salas de máquinas, embarcaciones, ...)

## **Bocas de incendio equipadas**

Son elementos que se utilizan para transportar y proyectar agua desde un punto fijo de una red de abastecimiento de agua hasta el lugar donde se produce el fuego.

Las bocas de incendio equipadas se ubican según la función de la actividad donde se vayan a instalar y además de la carga de fuego que existan en el local. Es principalmente es un sistema que se compone:

- Red de tubería
- Válvulas para mangueras
- Manguera
- Boquilla
- Gabinete
- Suministro de agua
- Siamesas
- Hidrantes exteriores

## **Gabinetes de incendio**

Los gabinetes son armarios donde se guardan los equipos de protección contra el fuego como extintores, hacha, válvulas y manguera, según la norma ICONTEC se clasifican en:

<sup>7</sup> Manual de seguridad contra incendios, Colegio de ingenieros técnicos industriales de Barcelona

**Gabinete Tipo I**

Válvula de conexión de 1\*1/2"

Manguera de 1\*1/2" de 30 m.

Hacha

Extintor tipo ABC

Boquilla de 1/2" tipo Niebla

Llave Scanner

**Gabinete Tipo II**

Válvula de conexión de 2\*1/2"

Manguera de 2\*1/2" de 30 m.

Hacha

Extintor tipo ABC

Llave Scanner

**Gabinete Tipo III**

Válvula de conexión de 2\*1/2" con tapón y cadena

Válvula de conexión de 1\*1/2"

Manguera de 1\*1/2" de 30 m

Hacha

Llave Spanner

Extintor tipo ABC

Boquilla de 1/2" tipo Niebla

**1.4.2.3.2 Sistemas fijos de extinción**

Para estos sistemas se pueden encontrar las siguientes alternativas, dependiendo del fluido y la cantidad de espacio que se desea proteger.

**Clasificación según la zona de actuación.**

Protección parcial: consiste en la aplicación local del agente extintor directamente sobre la superficie del material incendiado.

Protección total: consiste en llenar un espacio cerrado con una cantidad o concentración predeterminada de agente extintor hasta sofocar un incendio o que la temperatura de los objetos haya bajado por debajo de la auto-ignición del combustible.

**Clasificación según agente extintor**

- Sistemas que usan agentes limpios



Tras la prohibición de fabricar agentes a base de halones ya que tiene efectos destructivos sobre la capa de ozono, se ha hecho una importante investigación, desarrollo de nuevos productos y optimización de los ya existentes.

Los nuevos agentes llamados agentes limpios tienen características comunes que son gases licuados o comprimidos, se vaporizan sin dejar residuos después de su aplicación y no son conductores de electricidad.

Se distinguen en dos clases de agentes limpios:

**Agentes químicos limpios:** el método de extinción es por inhibición de la reacción de combustión en cadena y por enfriamiento. Se encuentran los siguientes productos

Los hidrofluorocarbonados (HFC).

Los hidroclorofluorocarbonados (HCFC).

Los perfluorocarbonados (PFC).

Mezclas de los anteriores.

**Agentes inertes y sus mezclas:** son gases nobles, básicamente Argón, y nitrógeno, a veces con mezcla de CO<sub>2</sub> y Helio en pequeñas proporciones. La extinción se hace por inertización del recinto protegido.

- Sistemas a base de agua

**Sistemas de agua nebulizada:** En este tipo de sistemas son las boquillas microdifusoras las que realizan la nebulización del agua. De tal modo se necesitan pocos elementos extras, pero debido a que se requieren presiones de desempeño entre 85 – 200 bares se hacen necesarios los siguientes elementos:

1. Contenedor de agua desmineralizada y desionizada para el bombeo; se requiere agua desmineralizada para lograr las propiedades no conductoras de electricidad del agua nebulizada.
2. Bomba de agua para lograr las presiones requeridas por los microdifusores.
3. Sensores de presión para alertar de la baja o alta presión en el sistema de descarga.
4. Tubería de alta presión para la distribución del agua.
5. Válvulas de control de distribución del agua.
6. Microdifusores.

**Sistemas que usan agua:** Se diferencian del agua nebulizada porque se puede usar agua del abastecimiento externo y no necesita altas presiones para su operación. Se suele emplear:

1. Conexión a la red de distribución externa.
2. Válvulas de control de distribución del agua.
3. Boquillas difusoras de agua.

- Sistemas que utilizan polvo

Se utilizan para combatir fuegos de líquidos inflamables clase B y no son conductores de la electricidad, por lo tanto son eficaces en los de clase C.

Estos aprovechan el concepto de que se puede obtener una alta eficacia de extinción cuando se logra una mayor dispersión de las partículas del agente extintor. Este polvo está formado por: Potasio, Urea, Carbonato de Calcio.

Comercialmente se lo conoce como MONEX. Es un sólido blanco, no tóxico, formulado con polvo de excepcional fluidez.

Atribuyen su elevada eficacia a dos factores básicos:

Estallido de partículas relativamente grandes en otras más pequeñas, con lo que se incrementa la superficie activa, en condiciones a intervenir en el proceso.

Volatilización de pequeñas partículas, químicamente reactivas, que forman una nube gaseosa con notables propiedades inhibitorias o supresoras. Es muy alto el costo y deja residuos, pero el potencial extintor es 62 veces más poderoso que el del CO<sub>2</sub>.

## 2. NORMAS PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO

Las normas en Colombia en cuanto a protección contra incendio se refiere son muy escasas, en este caso se remite a normas internacionales, que ya por el estudio que llevan durante muchos años hace posible que se puedan aplicar. La norma más representativa es la norma NFPA, es una norma que ha estandarizado la mayoría de sistemas de incendio, en Colombia se cuenta con NTC “norma técnica Colombiana”, pero esta solo hace referencia a pocos procedimientos para evitar que haya un incendio.

### 2.1 NORMA NFPA<sup>8</sup>

Las siglas NFPA corresponden al nombre en inglés Nacional Fire Protection Association, es un grupo que redacta normas para aplicarlos para la seguridad contra incendio de tanto bienes como personal.

El proceso que genera los Códigos y Normas de la NFPA comenzó en 1896 cuando un pequeño grupo de profesionales interesados se reunieron en Boston para discutir las inconsistencias en el diseño y la instalación de sistemas de rociadores contra incendio. En aquel momento solo existían nueve normas diferentes que versaban sobre el tamaño de los caños y la distancia entre rociador y rociador cuando estos hombres de negocios se dieron cuenta de que a menos de que estas discrepancias se resolvieran, la eficiencia y confianza depositada en estos sistemas de rociadores se vería comprometida. Trabajando conjuntamente, este pequeño grupo creó una norma para la instalación uniforme de sistemas de rociadores que se transformó en la base para la NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*. El proceso generador de los Códigos y Normas de la NFPA había comenzado.

Por más de 100 años la NFPA ha desarrollado y modernizado sus Códigos y Normas vinculados a todas las áreas de la seguridad contra incendio. Esta organización posee miembros en todo el mundo, es de carácter internacional y sin fines de lucro cuya misión es la de reducir el impacto que tienen los incendios en la calidad de vida mediante los Códigos y Normas consensuadas de base científica que genera, como así también su investigación y la educación para la prevención de incendios y otros temas vinculados. En tanto la NFPA se encuentra abocada a una extensa investigación para prevenir los incendios y genera numerosos programas y materiales educativos para prevenirlos, su eje central radica en el sistema generador de sus Códigos y Normas. Actualmente

---

<sup>8</sup> Se encuentra en antecedentes :<http://www.nfpa.org/>

existen más de 300 Códigos y Normas contra incendio de la NFPA que se utilizan en todo el mundo.

## 2.2 NORMA TECNICA COLOMBIANA<sup>9</sup>

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) es un organismo multinacional de carácter privado, sin ánimo de lucro, que trabaja para fomentar la normalización, la certificación, la metrología y la gestión de la calidad en Colombia. Está conformado por la vinculación voluntaria de representantes del Gobierno Nacional, de los sectores privados de la producción, distribución y consumo, el sector tecnológico en sus diferentes ramas y por todas aquellas personas jurídicas y naturales que tengan interés en pertenecer a él.

En el campo de la normalización, la misión del Instituto es promover, desarrollar y guiar la aplicación de Normas Técnicas Colombianas (NTC) y otros documentos normativos, con el fin de alcanzar una economía óptima de conjunto, el mejoramiento de la calidad y también facilitar las relaciones cliente-proveedor, en el ámbito empresarial nacional o internacional.

Algunas normas NTC de protección contra incendio se encuentran listadas en la siguiente tabla:

**Tabla 0-1 listado de normas técnicas colombianas “protección contra incendio en general”.**

| NORMAS TECNICAS SEGURIDAD – CATALOGO 2004 |                                                                               |                                                                      |         |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------|
| PROTECCION CONTRA INCENDIO                |                                                                               |                                                                      |         |
| PROTECCION CONTRA INCENDIO EN GENERAL     |                                                                               |                                                                      |         |
| Número                                    | Título en español                                                             | Título en Inglés                                                     | Vigente |
| NTC 1458                                  | HIGIENE Y SEGURIDAD. CLASE DE FUEGO.                                          | SAFETY AND HYGIENE. KIND OF FIRE                                     | Sí      |
| NTC 1931                                  | PROTECCION CONTRA INCENDIOS. SEÑALES DE SEGURIDAD.                            | FIRE PROTECTION SAFETY SIGNS.                                        | Sí      |
| NTC 3250                                  | HIGIENE Y SEGURIDAD. PREVENCIÓN DEL FUEGO EN PROCESOS DE SOLDADURA Y DE CORTE | HYGIENE AND SAFETY. FIRE PREVENTION IN CUTTING AND WELDING PROCESSES | Sí      |

<sup>9</sup> Se encuentra: <http://www.icontec.org.co/Home.asp?CodIdioma=ESP>

**Tabla 0-2**listado de normas técnicas colombianas “protección contra incendio, lucha contra incendios”.

| NORMAS TECNICAS SEGURIDAD – CATALOGO 2004            |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                          |         |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| PROTECCION CONTRA INCENDIO<br>LUCHA CONTRA INCENDIOS |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                          |         |
| Número                                               | Título en español                                                                                                                                     | Título en Inglés                                                                                                                         | Vigente |
| NTC 652                                              | EXTINTORES DE POLVO QUÍMICO SECO.                                                                                                                     | DRY CHEMICAL FIRE EXTINGUISHERS.                                                                                                         | Sí      |
| NTC 1141                                             | AUTOMOTORES. EXTINTORES PORTATILES.                                                                                                                   | VEHICLES. PORTABLE FIRE-EXTINGUISHERS.                                                                                                   | Sí      |
| NTC 1446                                             | PROTECCION CONTRA EL FUEGO, MEDIOS DE EXTINCION DE FUEGO, POLVO QUÍMICO SECO.                                                                         | FIRE PROTECTION. FIRE EXTINGUISHERS MEDIA. POWDER                                                                                        | Sí      |
| NTC 1478                                             | MATERIAL DE SEGURIDAD Y LUCHA CONTRA INCENDIOS. TERMINOLOGIA.                                                                                         | SAFETY MATERIAL AND FIRE PROTECTION. TERMINOLOGY                                                                                         | Sí      |
| NTC 1669                                             | INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA. CODIGO PARA EL SUMINISTRO Y DISTRIBUCION DE AGUA PARA EXTINCION DE INCENDIOS EN EDIFICACIONES. SISTEMA DE HIDRANTES. | CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE.CODE FOR SUPPLING AND DISTRIBUTION OF WATER FOR FIRE EXTINCTION IN BUILDINGS HIDRANTS SYSTEM          | Sí      |
| NTC 1916                                             | EXTINTORES DE FUEGO. CLASIFICACIÓN Y ENSAYO                                                                                                           | FIRE EXTINGUISHERS. RATING AND TESTING                                                                                                   | Sí      |
| NTC 2301                                             | INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA. CODIGO PARA SUMINISTRO Y DISTRIBUCION DE AGUA PARA EXTINCION DE INCENDIOS EN. EDIFICACIONES SISTEMA DE               | CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE. CODE FOR WATER SUPPLY AND DISTRIBUTION TO BE USED FOR FIRE EXTINCTION IN BUILDINGS. SPRINKLER SYSTEM | Sí      |

NORMAS TECNICAS SEGURIDAD – CATALOGO 2004

**PROTECCION CONTRA INCENDIO  
LUCHA CONTRA INCENDIOS**

| Número   | Título en español                                                                                     | Título en Inglés                                                                                 | Vigente |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|          | REGADERAS.                                                                                            |                                                                                                  |         |
| NTC 2361 | EXTINTORES DEL TIPO DE AGUA ALMACENADA A PRESION CON CAPACIDAD DE 9,5 LITROS.                         | 9,5 L STORED-PRESSURE, WATER-TYPE FIRE EXTINGUISHERS                                             | Sí      |
| NTC 2362 | EXTINTORES DE DIOXIDO DE CARBONO.                                                                     | CARBON DIOXIDE FIRE EXTINGUISHERS                                                                | Sí      |
| NTC 2850 | HIGIENE Y SEGURIDAD. EXTINTORES PLASTICOS DE POLVO QUÍMICO SECO CON CAPACIDAD DE CARGA HASTA DE 5 KG. | HYGIENE AND SAFETY. PLASTIC EXTINGUISHERS OF DRY CHEMICAL POWDER WITH A LOAD CAPACITY UP TO 5 KG | Sí      |
| NTC 2875 | HIGIENE Y SEGURIDAD. SEGURIDAD EN EDIFICIOS. SISTEMAS EXTINTORES DE BIOXIDO DE CARBONO.               | HYGIENE AND SAFETY. SAFETY IN BUILDINGS. CARBON DIOXIDE EXTINGUISHING SYSTEMS.                   | Sí      |
| NTC 2886 | HIGIENE Y SEGURIDAD. TANQUES DE AGUA PARA SISTEMAS PRIVADOS CONTRA INCENDIO.                          | SAFETY AND HYGIENE. WATER TANKS FOR PRIVATE FIRE SYSTEMS                                         | Sí      |
| NTC 2908 | RECIPIENTES METALICOS. EXTINTORES CONTRA INCENDIO. AGENTE HALOGENADO.                                 | METALLIC CONTAINERS. FIRE EXTINGUISHERS. HALOGENATED AGENT                                       | Sí      |
| NTC 3332 | HIGIENE Y SEGURIDAD. APARATOS Y ACCESORIOS PARA LA EXTINCION DE INCENDIOS EN CARROS DE BOMBEROS       | HYGIENE AND SAFETY EQUIPMENT AND ACCESORIES FOR FIRE EXTINCTION ON FIRE PRODUCTS.                | Sí      |
| NTC 3807 | EXTINTORES PORTATILES SOBRE                                                                           | WHEELED PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS.                                                             | Sí      |

| NORMAS TECNICAS SEGURIDAD – CATALOGO 2004            |                   |                  |         |
|------------------------------------------------------|-------------------|------------------|---------|
| PROTECCION CONTRA INCENDIO<br>LUCHA CONTRA INCENDIOS |                   |                  |         |
| Número                                               | Título en español | Título en Inglés | Vigente |
|                                                      | RUEDAS.           |                  |         |

## 2.3 ANALISIS DE LA NORMA NFPA

### 2.3.1 CÓDIGO PARA LA PROTECCIÓN DE RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS (NFPA 909).

Este código tiene como propósito establecer los requisitos mínimos para la prevención y protección del fuego, con el fin de proporcionar una adecuada seguridad contra incendios a propiedades culturales y sus contenidos, así como seguridad a las personas que trabajan allí.

#### 2.3.1.1 Prevención de incendios

En cuanto a un plan de prevención de incendios, este código recomienda los siguientes factores que se deben cumplir:

- Las puertas interiores deben permanecer cerradas durante el tiempo que el edificio no esté ocupado.
- Deben estar libre de combustibles, de recipiente de basura y otros materiales los lugares como las escaleras, los pasillos puertas, y cualquier otro forma de de evacuación.
- Los cuartos eléctricos y mecánicos deben permanecer libre de combustible.
- La basura debe ser recogida y deshacerse de ella al final del día.
- El fumar debe estar prohibido en todos los lugares de almacenamiento dentro del edificio excepto en las áreas hechas para tal fin.
- Trabajo en caliente (operaciones de corte, soldadura, soplete, etc.) no debe ser permitido, a menos que no haya una alternativa viable. Este trabajo en caliente debe ser autorizado por personal calificado para realizar este fin.
- Los aparatos portátiles deben ser conectados a un circuito eléctrico del edificio que este protegido por un circuito interruptor de falla de arco.

- Los equipos y aparatos eléctricos, incluyendo las conexiones temporales, deben cumplir con la norma NFPA 70 o normas locales

### ***2.3.1.2 Planificación para la protección del fuego***

Plan de protección del fuego:

Se debe desarrollar un plan de protección contra el fuego para la adecuada seguridad de los edificios, este debe ser llevado por el responsable de las instituciones, partiendo de unos objetivos bien claros y realizando de antemano un completo estudio para determinar los peligros potenciales y existentes. Este plan debe incluir un procedimiento de inspección anual con documentación y acciones correctivas.

Sistema de alarma y detección de incendio:

Estos sistemas deben estar desarrollados bajo la norma NFPA 72 “norma para los sistemas de detección y alarma de incendio”. Los detectores automáticos deben estar en cada área y espacio donde las condiciones ambientales lo permitan.

Sistemas automáticos de supresión:

Estos sistemas deben estar diseñados bajo las normas NFPA correspondientes. Se debe proporcionar un sistema de supresión automático en las áreas de almacenamiento de colecciones mayores de 46.25m<sup>2</sup>. Si el contenido de estas colecciones son muy valiosas se puede optar por otro sistema de supresión, como lo es agua nebulizada, gases inertes, agentes limpios etc., para no dañar el contenido de estas obras.

Plan de evacuación:

Se debe manejar un plan de emergencias y realizar por lo menos una vez por año un ejercicio para asegurar el manejo del plan al personal. Este plan debe incluir:

- Precauciones de seguridad de fuego para eventos especiales y celebraciones, cuando las condiciones normales de operación cambian substancialmente.
- Ejercicios para la adaptación de circunstancias y visitas grandes que pueden crearse por los eventos y exhibiciones especiales.

Entrenamiento:

Las directivas de la edificación deben asegurar que el personal, incluyendo voluntarios, reciba entrenamiento periódico regular pertinente a sus responsabilidades asignadas, este debe ser reforzado por ejercicios anuales; y deben incluir entrenamiento en:

- Plan de protección del fuego
- Plan de evacuación de emergencia



- Protección del fuego y sistemas de detección, incluyendo el uso adecuado de los extintores.

### **2.3.2 NORMA PARA LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN A BASE DE AGUA NEBULIZADA (NFPA 750)**

Esta norma contiene los requisitos mínimos para el diseño, instalación, mantenimiento y ensayo de los sistemas de protección contra fuego a base agua nebulizada. Esta norma no establece criterios definitivos ni ofrece orientación específica sobre cómo diseñar un sistema para controlar, suprimir, o extinguir un incendio. Se confía en la adquisición e instalación de agua nebulizada que figuran equipos o sistemas que han demostrado el rendimiento en pruebas de fuego, como parte de un proceso aprobado.

El propósito de esta norma es brindar protección a la vida y a la propiedad a través de la estandarización del diseño, instalación, mantenimiento, y de pruebas para sistemas de extinción de incendios que utilizan agua nebulizada que tiene como propiedad desplazar el oxígeno, o bloques de calor radiante para controlar, reprimir, o extinguir los incendios que requiera la aplicación. Esta norma establecerá los requisitos mínimos para el agente agua nebulizada sobre la base de principios de ingeniería sólidos, los datos provenientes de los ensayos y la experiencia sobre el terreno.

#### **2.3.2.1 Generalidades**

Un sistema de agua de niebla es un sistema de protección contra incendios que usa gotas de agua de diámetro muy pequeño (es decir, agua nebulizada). Estas gotas de agua controlan o extinguen el fuego mediante enfriamiento de la llama, disminución del oxígeno y atenuación del calor radiante.

La aplicación de estos sistemas se hace en un rango muy amplio de tareas las cuáles son:

1. extinción del fuego
2. supresión de fuego
3. control de fuego
4. control de temperatura
5. protección a exposiciones

Estos sistemas de agua nebulizada, no deberán utilizarse para la aplicación directa que reacciona violentamente con materiales o grandes cantidades de productos peligrosos. Estos materiales son los siguientes:

- (1) de metales reactivos, tales como el litio, sodio, potasio, magnesio, titanio, circonio, uranio y plutonio
- (2) metal alkoxides, como el sodio methoxide
- (3) amidas de metales, como el sodio amida
- (4) Carburos, tales como carburo de calcio
- (5) Los halogenuros, como el cloruro de benzoilo y cloruro de aluminio
- (6) Hidruros, tales como el litio hidruro de aluminio
- (7) Oxyhalides, tales como el fósforo oxybromide
- (8) Silanes, como trichloromethylsilane
- (9) Sulfuros, tales como el fósforo pentasulfide
- (10) Cianatos, como methylisocyanate

#### ***2.3.2.2 Tipos de sistemas de agua nebulizada***

Las clases de sistemas de agua nebulizada son tres:

Los sistemas de baja presión: son sistemas donde está expuesto a presiones de 175psi o menos.

Los sistemas de mediana presión: son sistemas donde el está sometido a presiones de superiores a 175psi, pero inferiores a 500psi.

Los sistemas de alta presión: son sistemas donde está sometido a una presión de 500 psi o más.

#### ***2.3.2.3 Rociadores (nebulizadores o inyectores)***

Inyectores de agua de niebla se clasificarán como uno de los siguientes tres tipos:

- (1) Automática
- (2) No automático
- (3) Híbrido

## Distribución:

Para la distribución de las boquillas en el edificio se hará por medio de los catálogos del fabricante, tales factores de distribución son: es espaciamiento entre inyectores, distancia a las paredes y techos, altura del difusor.

### 2.3.2.4 Tubería

Las tuberías deben cumplir con lo siguiente:

- Todas las tuberías, válvulas y accesorios, desde el sistema de filtro de la boquilla tendrá resistencia a la corrosión, por lo menos equivalentes a las tuberías que se especifican en el cuadro 2-3.
- Toda tubería o tubo, se marcarán continuamente a lo largo de su longitud por el fabricante de tal manera que para identificar el tipo de tubo. Esta identificación deberá incluir el nombre del fabricante, designación del modelo y cedula.

Tabla 0-3 Tubería agua nebulizada

| Pipe or Tube Standards                                                                                                       |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Materials and Dimensions and Standard Titles                                                                                 | Standard No.      |
| <b>Copper Tube (Drawn, Seamless)</b>                                                                                         |                   |
| <i>Standard Specification for Solder Metal [95-5 (Tin-Antimony-Grade 95TA)]</i>                                              | ASTM B 32         |
| <i>Standard Specification for Seamless Copper Tube <sup>1</sup></i>                                                          | ASTM B 75         |
| <i>Standard Specification for Seamless Copper Water Tube <sup>1</sup></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 Applications 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          |
| <b>Stainless Steel</b>                                                                                                       |                   |
| <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, Unannealed 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 |
| <sup>1</sup> Denotes pipe or tube suitable for bending (see <a href="#">2-3.6</a> ) according to ASTM standards.             |                   |

### **Tubos para Sistema de baja presión**

Los tubos utilizados en los sistemas de agua nebulizada de baja presión deberá ser diseñado para soportar una presión de trabajo de no menos de 175 psi (12,1 bar).

## Tubos para sistemas intermedios y alta presión

Tubería o tubo deberá ser de material incombustible y tener características físicas y químicas de modo que su deterioro bajo estrés puede predecirse con fiabilidad. Las tuberías se harán de conformidad con la norma ANSI B31.1, Código de tuberías de alimentación. La presión interna utilizada para calcular el espesor de las paredes de la tubería será la presión máxima de funcionamiento de los sistemas de agua nebulizada en un tubo de temperatura de 130 ° F (54 ° C).

### 2.3.2.5 Accesorios

Todos los accesorios utilizados en las tuberías se describe en la tabla 6-1 tendrán una resistencia a la corrosión por lo menos equivalente a accesorios de cobre forjado conforme a ANSI B16.22.

### Accesorios Para sistemas de baja presión

Accesorios utilizados en los sistemas de agua nebulizada deben cumplir o exceder las normas en el cuadro 2-4.

Tabla 0-4. Materiales para los accesorios baja presión  
Fitting Standards

| Materials and Dimensions and Standard Titles                                                                                                           | Standard No.      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Copper</b>                                                                                                                                          |                   |
| <i>Cast Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings</i>                                                                                                | ANSI B16.18       |
| <i>Wrought Copper and Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings</i>                                                                                  | ANSI B16.22       |
| <b>Stainless Steel</b>                                                                                                                                 |                   |
| <i>Standard Specification for Castings, Austenitic, Austenitic-Ferritic (Duplex) for Pressure-Containing Parts</i>                                     | ASTM A 351/A 351M |
| <i>Standard Specification for Wrought Austenitic Stainless Steel Piping Fittings</i>                                                                   | ASTM A 403/A 403M |
| <i>Standard Specification for As-Welded Wrought Austenitic Stainless Steel Fittings 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 Fittings</i>                               | ASTM A 815/A 815M |

### Accesorios para sistemas de mediana y alta presión

Accesorios deberán tener un mínimo de presión nominal igual o superior a la presión máxima de funcionamiento de los sistemas de agua nebulizada a 130 °

F (54 ° C). Para los sistemas que emplean el uso de un dispositivo de regulación de presión en la distribución de tuberías, los equipos bajo el dispositivo tendrán un mínimo de presión nominal igual o superior a la máxima presión prevista en la tubería de aguas abajo.

#### ***2.3.2.6 Sistemas de bombas***

Bombas para sistemas de agua nebulizada se instalarán de acuerdo con NFPA 20, Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios.

#### ***2.3.2.7 Sistema de detección y alarma***

Detección, actuación, alarma, sistemas de control y deberán ser instalados, probados y mantenidos de conformidad con las siguientes normas de sistemas de señalización de protección según el caso:

(1) NFPA 70, Código Eléctrico Nacional

(2) NFPA 72, Código Nacional de Alarma de incendio ®

En caso de que un sistema de detección se utiliza para accionar el sistema de agua nebulizada, la detección y la actuación serán automáticas.

#### ***2.3.2.8 Requisitos Del sistema***

Los sistemas de agua nebulizada serán descritos por los siguientes cuatro parámetros:

1. uso del sistema
2. tipo de rociador
3. forma de operación del sistema
4. tipos de medios del sistema

#### **Uso del sistema:**

Tendrán alguna de estas tres categorías:

1. Sistema de uso local: Sistemas de aplicación local están diseñados e instalados para proporcionar la distribución completa de la niebla, en torno a la amenaza o el objeto a ser protegido.

2. Sistemas de uso total del compartimento: se han diseñado e instalado para proporcionar una protección completa de un recinto o en el espacio.
3. Sistemas de uso dividido en zonas: son un subconjunto de zonas de compartimento y están diseñados para proteger una determinada parte del compartimento y su activación lo hace un grupo seleccionado de boquillas. Los sistemas de uso divididos en zonas serán diseñados e instalados para proporcionar la distribución completa de la niebla en una porción predeterminada de un recinto o de un espacio. Esto se obtendrá por la acción simultánea de un grupo seleccionado de rociadores en una porción determinada del espacio por medios manuales o automáticos. Los sistemas de uso divididos en zonas serán actuados por los rociadores automáticos o por un sistema de detección independiente.

### **Tipos de rociadores**

Los rociadores se clasificaran en uno de los siguientes tres tipos:

1. automático
2. no automático
3. híbrido

### **Forma de operación del sistema**

Operaran por medio de uno de los siguientes métodos:

1. diluvio: Se emplean sistemas de diluvio con boquillas no automáticas tipo abierto conectada a una tubería que está en la red de suministro de fluido a través de una válvula controlada por un sistema de detección instalado en la misma zona que las boquillas de la niebla. Cuando la válvula se activa, el flujo de líquido entra en la red y se dispersa por todas las boquillas.
2. tubería mojada: Los sistemas de tubería mojada emplearán inyectores automáticos unidos a una red presurizada con agua hasta los inyectores.
3. pre-acción: se emplean sistemas de inyectores automático conectado a una red de tuberías a presión que contiene un gas con un suplemento, independiente al sistema de detección instalado en la misma zona que los inyectores. Funcionamiento del sistema de detección deberá accionar un dispositivo que abre la válvula de presurización de la red de tuberías con agua a los inyectores.
4. tubería seca: Sistemas de tubería seca se emplean boquillas automáticas conectadas a una red de tuberías que contienen un gas presurizado. La pérdida de presión en la red de tuberías deberá activar una válvula de control, lo que provoca que el agua fluya hacia la red de tuberías y activa los inyectores.





### **Tipos de medio**

Se clasificaran en dos tipos:

- fluido simple
- fluido compuesto

#### **2.3.2.9 Método de cálculo de hazen-williams (sistemas de baja presión)**

Es el método que debe aplicarse para sistemas de presión de 175 psi (12.1 bar) o menores.

#### **2.3.2.10 Duración**

Diseñar la cantidad de agua, aditivos (si se usa), y de medios de atomización (si se utiliza), debe ser capaz de suministrar al sistema un mínimo de 30 minutos. La fuente de la succión de las bombas será clasificada para suministrar el flujo entregado real para la duración requerida en la presión requerida.

Excepción No. 1: Para los sistemas pre-dirigidos las cantidades de agua, deben ser capaces de suministrar dos descargas completas, según los requisitos del listado

Excepción No. 2: Donde el peligro ha sido evaluado por un ingeniero de la protección contra los incendios que usaba métodos estándar de análisis del riesgo de incendios, la duración del abastecimiento de agua será determinada por las características de funcionamiento especificadas del sistema de la niebla del agua.

### **2.3.3 NORMA PARA LA INSTALACION DE TOMA DE AGUA, HIDRANTES Y SISTEMAS DE MANGUERAS (NFPA 14)**

Este estándar cubre los requisitos mínimos para la instalación de tubos verticales, bocas de riego privadas, inyectoras, sistemas de manguera, y casas de manguera incluyendo métodos y procedimientos de flujo de agua que se aprueba para la evaluación de provisiones de agua. Esta norma no cubre exigencias para la inspección periódica, pruebas, y el mantenimiento de estos sistemas.

El propósito de esta norma es proporcionar un grado razonable de protección, de la vida y la propiedad, del fuego a través de requisitos de instalación de toma de agua, bocas de riego, y sistemas de manguera basadas en principios de ingeniería de sonido, datos de prueba y experiencia de campo. Nada en la presente norma tiene por objeto limitar las nuevas tecnologías o mecanismos alternativos, siempre que el nivel de seguridad establecido por la norma no se reduzca.

### ***2.3.3.1 Clases de sistemas***

Las tres clases de toma fija de mangueras son clase I, clase II y clase III

Sistema clase I: tienen conexiones para manguera de 2 ½", estos sistemas están proyectados para que lo utilicen los bomberos.

Sistema clase II: estos sistemas tienen conexiones para manguera de 1 ½", es para proporcionar primera ayuda en caso de incendio, estos sistemas están proyectados para que los utilicen los brigadistas y en última instancia los ocupantes del edificio, estos sistemas se utilizan cuando el riesgo es bajo.

Sistema clase III: Este es una combinación de clase I y clase II. Están proyectados para tanto para primera ayuda en caso de incendio o para luchar contra el fuego, tiene conexiones para mangueras 2 1/2" y 1 1/2".

### ***2.3.3.2 Componentes del sistema***

Tubería: Tubería o tubo que se usa en los sistemas de toma de agua deberá cumplir o superar una de las normas en la tabla 2-5

En cuanto al caudal de diseño de la tubería tendremos:

- El suministro mínimo de agua para el sistema de Clase II es de 6.67 It/s(100GPM)
- El suministro mínimo de agua para los sistemas de Clase I y Clase III es de 500gpm para la primera toma fija más 250gpm para cada toma adicional, hasta un máximo de 2500gpm.

En cuanto al diámetro de la tubería se tienen los siguientes requisitos.

- En los sistemas de clase II, cuando las tuberías no excedan de 12 m de altura el diámetro mínimo será de 2 pulgadas y las situadas a más de 15 m contarán con un diámetro mínimo de 2\*1/2 pulgadas.
- En los sistemas de Clase I y Clase III ,el tramo que exceda los 30 m de altura se construirá en tubería de 4 pulgadas, mientras que el tramo inferior a los 30 m de altura será construido con tubería de 6 pulgadas
- Se aceptarán diámetros de tuberías diferentes, cuando, por cálculos hidráulicos comprobados, se garantice el cumplimiento de las especificaciones de presión y caudal contempladas en las normas.

En cuanto a requisitos de altura de tuberías y presiones se tienen los siguientes requisitos ya sea de Clase I, Clase II o Clase III:

- Para los sistemas de clase II, el sistema debe proporcionar una presión suficiente para que la presión residual en la conexión más remota sea 65 psi y que la presión de las otras conexiones no supere los 100psi
- Para los sistemas clase I y clase II debe ser capaz de suministrar una presión residual de 65 psi en la conexión para manguera más alta de cada toma fija.

**Tabla 0-5. Materiales para la tubería**  
**Pipe or Tube Materials and Dimensions**

| <b>Material and Dimensions<br/>(Specifications)</b>                                                                                    | <b>Standard</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Ferrous Piping</b>                                                                                                                  |                 |
| <i>Ductile-Iron Pipe, Centrifugally Cast, for Water or Other Liquids</i>                                                               | AWWA C151       |
| <b>Electric-Resistance Welded Steel Pipe</b>                                                                                           |                 |
| <i>Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe</i>                                                                | ASTM A 135      |
| <b>Welded and Seamless Steel</b>                                                                                                       |                 |
| <i>Standard Specification for Black and Hot-Dipped Zinc-Coated (Galvanized) Welded and Seamless Steel Pipe for Fire Protection Use</i> | ASTM A 795      |
| <b>Welded and Seamless Steel Pipe</b>                                                                                                  |                 |
| <i>Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless</i>                                  | ASTM A 53       |
| <i>Welded and Seamless Wrought Steel Pipe</i>                                                                                          | ANSI B36.10M    |
| <b>Copper Tube (Drawn, Seamless)</b>                                                                                                   |                 |
| <i>Standard Specification for Seamless Copper Tube</i>                                                                                 | ASTM B 75       |
| <i>Standard Specification for Seamless Copper Water Tube</i>                                                                           | ASTM B 88       |
| <i>Standard Specification for General Requirements for Wrought Seamless Copper and Copper-Alloy Tube</i>                               | ASTM B 251      |
| <b>Brazing Filler Metal (Classifications BCuP-3 or BCuP-4)</b>                                                                         |                 |
| <i>Specification for Filler Metals for Brazing and Braze Welding</i>                                                                   | AWS A5.8        |

## Armarios y gabinetes

Los gabinetes son armarios donde se guardan los equipos de protección contra el fuego como extintores, hacha, válvulas y manguera, estos deben cumplir con ciertos requisitos a saber:

- Tener el tamaño adecuado para que los elementos quepan cómodamente.

- Los colores de los gabinetes deben ser vivos como el rojo o el amarillo o en su defecto un color que contraste con el de los acabados.
- Las puertas del armario deben abrirse con facilidad.
- El vidrio del armario debe ser en lo posible de seguridad.
- Es útil señalar los pasillos frente a los gabinetes, indicando su posición cuando éstos no son visibles desde todas las direcciones.

### **Mangueras.**

Algunas consideraciones con respecto a las mangueras son.

- Las mangueras destinadas a ser utilizadas por los ocupantes de un edificio pueden ser hasta 30 m de longitud, ya que de más longitud puede producir pliegues excesivos y otros inconvenientes durante su empleo
- Son preferibles las mangueras ligeras de cubierta tejida y forro interno de caucho para las tomas de agua.
- Hay que evitar situar las mangueras destinadas a los ocupantes de los edificios en el interior de las escaleras de salida puesto que su empleo podría producir la introducción del humo o calor en la misma, impidiendo que se utilice como vía de escape y poniendo en peligro a los que intenten huir por ellas.
- Las mangueras de incendio deben mantenerse en posición adecuada en los gabinetes y en buen estado. Las mangueras deben examinarse cuidadosamente por si han sufrido cortes o los acoplamientos estuvieran flojos o si existiera cualquier otro tipo de deterioro. Debe quitársele la boquilla y examinársela para observar si tiene objetos extraños.

### **Boquillas.**

El objeto de una boquilla es conformar el chorro y convertir la energía de presión en energía de velocidad. De esta forma, el agua puede aplicarse al incendio en cantidad adecuada y desde una distancia adecuada. Existen muchas clases de boquillas, sin embargo se pueden clasificar en dos.

- De chorro directo
- De chorro pulverizado o tipo niebla

Las boquillas tipo niebla son las más recomendadas, debido a que las boquillas de chorro directo poseen una relación área-volumen baja, lo cual limita sus características de transmisión de calor y, por consiguiente, no son tan efectivas en absorción de calor como las tipo neblina. Otro inconveniente de un chorro compacto es que conduce mejor la electricidad que uno pulverizado.

### **Suministro de agua.**

El suministro del sistema de agua para extinción de incendios, debe ser independiente del sistema de agua potable. Además el sistema eléctrico de las bombas utilizadas debe ser independiente (planta eléctrica).

El abastecimiento debe ser de tal manera que se mantenga el sistema bajo presión constantemente. Cuando esto no sea posible debe estar adaptado para dar entrada automática al agua por medio de una válvula de tubería seca u otro dispositivo aprobado.

Los medios de suministro de agua aceptables pueden ser:

- Suministro de la red pública, cuando ésta garantice la presión y caudal necesarios, cuidando de contaminaciones en el sistema.
- Bombas automáticas.
- Bombas controladas manualmente, en combinación con tanque de presión.
- Tanque de presión hidroneumático.
- Tanques de gravedad.
- Bombas controladas manualmente mediante operación a control remoto desde la toma de agua o gabinete.

Un tanque de reserva con ciertas capacidades así:

- El tanque de reserva para el servicio Clase II, deberá ser suficiente para abastecer 100gpm durante un periodo de 30 minutos, el suministro debe ser suficiente para abastecer a la toma más elevada con una presión residual de 65 PSI.
- El tanque de reserva para el servicio Clase I, deberá ser suficiente para abastecer 33.33 lt/s durante un periodo de 30 minutos el suministro debe ser suficiente para abastecer a la toma más elevada con una presión residual 65 y un caudal de 32 lt/s.
- El tanque de reserva para el servicio Clase III, deberá ser suficiente para abastecer 33.33 lt/s durante un periodo de 30 minutos, el suministro debe ser suficiente para abastecer, a la toma más elevada con una presión residual 65 PSI y un caudal de 32 lt/s.

### **Siamesas.**

Todos los sistemas de hidrantes de Clase I o Clase III deben disponer de una o más conexiones siamesas para el uso del Cuerpo de Bomberos. Los servicios de Clase I, podrán o no llevar conexiones siamesas de acuerdo con las condiciones de la edificación.

En los edificios de gran altura divididos en dos o más zonas, cada una de éstas debe disponer por lo menos de una conexión siamesa para el uso del Cuerpo de Bomberos.

Las conexiones siamesas deben estar en el exterior de los edificios, específicamente en la fachada de la edificación, en tal forma, que sean de fácil localización y operación por parte del Cuerpo de Bomberos.

Las siamesas además deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Estar correctamente arriostradas al muro.
- Las conexiones de entrada deben ser tipo hembra giratoria N T.
- No deben llevar válvula de cierre.
- Las conexiones para las mangueras deberán estar provistas de tapas adecuadas, aseguradas y colocadas de tal forma que su remoción sea fácil.
- Deben estar correctamente señalizadas con la palabra "SIAMESA"

#### **2.3.4 NORMA PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO A BASE DE AGENTES LIMPIOS (NFPA 2001)**

Esta norma contiene requisitos mínimos para la extinción con agentes limpios. No cubre los sistemas de extinción de incendios que usan dióxido de carbono o el agua como el medio principal de extinción, que están contemplados en otros documentos de la NFPA.

Los agentes en esta norma se introdujeron en respuesta a las restricciones internacionales a la producción de halones. Esta norma está preparada para el uso y orientación de los encargados de compras, diseño, instalación, pruebas, inspección, aprobación, operación y mantenimiento de la ingeniería o pre-agente limpio diseñado los sistemas de extinción, por lo que estos equipos funcionarán como está previsto en su vida. Nada en la presente norma tiene por objeto limitar las nuevas tecnologías o mecanismos alternativos siempre que el nivel de seguridad establecido por esta norma no se reduzca.

##### ***2.3.4.1 Generalidades***

Los agentes extintores que se muestran en esta norma no son conductores de electricidad y no dejan residuos al evaporarse. La sustancia a utilizar se lista en la tabla 2-6

Tabla 0-6. Agentes limpios

**Agents Addressed in NFPA 2001**

|              |                                         |                                                 |
|--------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| FC-2-1-8     | Perfluoropropane                        | C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>                   |
| FC-3-1-10    | Perfluorobutane                         | C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>                  |
| HCFC Blend A | Dichlorotrifluoroethane                 | CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>               |
|              | HCFC-123 (4.75%)                        |                                                 |
|              | Chlorodifluoromethane                   | CHClF <sub>2</sub>                              |
|              | HCFC-22 (82%)                           |                                                 |
|              | Chlorotetrafluoroethane                 | CHClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>              |
| HCFC-124     | HCFC-124 (9.5%)                         |                                                 |
|              | Isopropenyl-1-methylcyclohexene (3.75%) |                                                 |
| HFC-125      | Chlorotetrafluoroethane                 | CHClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>              |
| HFC-227ea    | Pentafluoroethane                       | CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                |
| HFC-23       | Heptafluoropropane                      | CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> |
| HFC-236fa    | Trifluoromethane                        | CHF <sub>3</sub>                                |
| FIC-1311     | Hexafluoropropane                       | CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> |
| IG-01        | Trifluoroiodide                         | CF <sub>3</sub> I                               |
| IG-100       | Argon                                   | Ar                                              |
| IG-541       | Nitrogen                                | N <sub>2</sub>                                  |
|              | Nitrogen (52%)                          | N <sub>2</sub>                                  |
|              | Argon (40%)                             | Ar                                              |
| IG-55        | Carbon dioxide (8%)                     | CO <sub>2</sub>                                 |
|              | Nitrogen (50%)                          | N <sub>2</sub>                                  |
|              | Argon (50%)                             | Ar                                              |

Notes:

1. Other agents could become available at later dates. They could be added via the NFPA process in future editions or amendments of the standard.

2. Composition of inert gas agents are given in percent by volume.

Composition of HCFC Blend A is given in percent by weight.

Los agentes limpios se utilizan principalmente para proteger peligros en recintos o equipos. Algunos peligros típicos que podrían ser adecuadas son los siguientes:

- (1) Riesgos eléctricos y electrónicos.
- (2) contrapisos y otros espacios ocultos.
- (3) líquidos inflamables, combustibles y gases.
- (4) Otros activos de alto valor.
- (5) Servicios de telecomunicaciones.

Los agentes limpios no serán utilizados en incendios que afecten los siguientes materiales siguientes, salvo que se haya probado a satisfacción de la autoridad competente:

- (1) Ciertos productos químicos o mezclas de productos químicos, tales como el nitrato de celulosa y de la pólvora, que son capaces de oxidación rápida en ausencia de aire.
- (2) metales reactivos como el litio, sodio, potasio, magnesio, titanio, circonio, uranio y plutonio.
- (3) hidruros de metales.
- (4) Productos químicos que puedan descomponerse, auto\_térmicos, como algunos peróxidos orgánicos e hidracina.

Durante una descarga de agente limpio, puede ocurrir una carga electrostática si los conductores no tienen conexión a tierra. Estos conductores podrían estar conectados a otros objetos se haría arco eléctrico de la energía pudiendo iniciar una explosión.

#### **2.3.4.2 Agentes halo\_carbonados**

Deben evitarse cualquier descarga innecesaria de este producto. Se debe tener un sistema de pre-alarmas con retraso para evitar la exposición humana a estos agentes. En caso que hubiera exposición del personal se tiene disposiciones adicionales las cuales son:

- (a) Para espacios normalmente ocupados se permitirá hacer el diseño hasta el valor del NOEL [véase la Tabla 2-7]
- (b) Se permitirá una concertación de diseño hasta el LOEL si se proporciona medios para limitar los tiempos de exposición.
- (c) En los espacios que normalmente no están ocupados y protegidos por un sistema de los halocarbonos se puede diseñar para las concentraciones por encima de los halocarbonos LOEL y donde el personal podría estar expuesto, se proveerán medios para limitar los tiempos de exposición
- (d) A falta de la información necesaria para cumplir con las condiciones enumeradas en el numera "a"- "c", las disposiciones se aplicarán las siguientes:
  - (1) En caso de salida tiene más de 30 segundos, pero menos de 1 minuto, ya que el agente halocarbonado no se utilizará en una concentración superior a su LOAEL.
  - (2) Concentraciones superiores a la LOAEL sólo se permiten en zonas que no están normalmente ocupadas por el personal a condición de que todo el personal en la zona puede escapar en 30 segundos. Personal sin protección no podrán entrar en el área durante la descarga del agente.



Tabla 0-7. Información de agentes halocarbonados

**Information for Halocarbon Clean Agents**

| Agent        | NOAEL (%) | LOAEL (%) |
|--------------|-----------|-----------|
| FC-3-1-10    | 40        | >40       |
| HCFC Blend A | 10.0      | >10.0     |
| HCFC-124     | 1.0       | 2.5       |
| HFC-125      | 7.5       | 10.0      |
| HFC-227ea    | 9.0       | >10.5     |
| HFC-23       | 50        | >50       |
| HFC-236fa    | 10        | 15        |

### 2.3.4.3 Gas inerte.

Deben evitarse cualquier descarga innecesaria de este producto. Se debe tener un sistema de pre-alarmas con retraso para evitar la exposición humana a estos agentes. En caso que hubiera exposición del personal se tiene disposiciones adicionales las cuales son:

- (a) Sistemas de gas inerte destinados a concentraciones por debajo de 43 por ciento (correspondiente a una concentración de oxígeno del 12 por ciento, equivalente el nivel del mar de oxígeno), estará autorizado, teniendo en cuenta de lo siguiente:
  - (1) El espacio normalmente ocupado.
  - (2) Se proporcionan medios para limitar la exposición a no más de 5 minutos.
- (b) Los sistemas de gas inerte destinados a operaciones de concentración entre 43 y 52 por ciento de oxígeno (que corresponde a entre 12 y 10 por ciento, equivalente el nivel del mar de oxígeno), estará autorizado, teniendo en cuenta de lo siguiente:
  - (1) El espacio normalmente ocupado
  - (2) Se dispone de medios para limitar la exposición a no más de 3 minutos.
- (c) los sistemas de gas inerte destinados a operaciones de concentración entre 52 y 62 (que corresponde a entre 10 y 8 por ciento de oxígeno, lo que equivale el nivel del mar de oxígeno) se lo permita el texto siguiente:
  - (1) El espacio es normalmente desocupado.
  - (2) Cuando el personal podría estar expuesto, se dispone de medios para limitar la exposición a menos de 30 segundos.
- (d) los sistemas de gas inerte destinados a concentraciones superiores al 62 por ciento (correspondiente al 8 por ciento de oxígeno o por debajo, lo que equivale el nivel del mar de oxígeno), sólo se utilizará en las zonas

desocupadas donde el personal no estén expuestos a la disminución de oxígeno.

#### **2.3.4.4 Elementos**

##### **Los contenedores de almacenamiento:**

Los contenedores de almacenamiento y accesorios estarán situados y dispuestos de modo que la inspección, verificación, recarga, y otras actividades de mantenimiento se faciliten y la interrupción de la protección se mantenga al mínimo.

Tanques de almacenamiento de agente limpio no se deben colocar donde pueden quedar dañados, inoperantes, poco seguros debido a daños mecánicos, a la exposición a productos químicos, a condiciones climáticas duras o por cualquier otra causa previsible. Cuando la exposición a las condiciones de contenedores es inevitable, entonces se tomará las medidas adecuadas para protegerlos.

Los contenedores de almacenamiento deberán estar bien instalados y asegurados de acuerdo a la instalación que figura en el manual del fabricante.

##### **Tubería:**

El material de la tubería debe poseer características físicas y químicas de tal manera que su integridad bajo presión se pueda predecir con fiabilidad. Corrosión de materiales especiales resistentes o recubrimientos se exigirá en ambientes muy corrosivos. El espesor de la tubería se calculará de conformidad con la norma ASME B31.1, Tubería de alimentación Código. La presión interna utilizado para este cálculo no podrá ser inferior a la mayor de cualquiera de los siguientes valores:

- (1) El valor normal de presión de carga en el contenedor de agente en 70 ° F (21 ° C)
- (2) El ochenta por ciento de la presión máxima en el contenedor de agente en la temperatura máxima de almacenamiento de no menos de 130 ° F (55 ° C), con máximo del fabricante del equipo llenar la densidad permitida, en su caso

En ningún caso el valor utilizado para la mínima presión de diseño de tuberías, debe ser inferior a la especificada en la Tabla 2-8 o en la Tabla 2-9

**Tabla 0-8. Mínima presión de trabajo gas inerte**

**Minimum Design Working Pressure for Inert Gas Clean Agent System Piping**

| Agent  | Minimum Design Pressure at 70°F (21°C)           |        |                                                   |        |                                     |        |                                       |       |
|--------|--------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|---------------------------------------|-------|
|        | Agent Container Charging Pressure at 70°F (21°C) |        | Agent Container Charging Pressure at 130°F (55°C) |        | Piping Upstream of Pressure Reducer |        | Piping Downstream of Pressure Reducer |       |
|        | psig                                             | kPa    | psig                                              | kPa    | psig                                | kPa    | psig                                  | kPa   |
| IG-01  | 2,371                                            | 16,347 | 2,650                                             | 18,271 | 2,371                               | 16,347 | 975                                   | 6,723 |
|        | 2,964                                            | 20,436 | 3,306                                             | 22,778 | 2,964                               | 20,436 | 975                                   | 6,728 |
| IG-541 | 2,175                                            | 14,997 | 2,575                                             | 17,755 | 2,175                               | 14,997 | 1,000                                 | 6,895 |
|        | 2,900                                            | 19,996 | 3,433                                             | 23,671 | 2,900                               | 19,996 | 1,000                                 | 6,895 |
| IG-55  | 2,222                                            | 15,320 | 2,475                                             | 17,065 | 2,222                               | 15,320 | 950                                   | 6,550 |
|        | 2,962                                            | 20,424 | 3,300                                             | 22,753 | 2,962                               | 20,424 | 950                                   | 6,550 |
| IG-100 | 4,443                                            | 30,633 | 4,950                                             | 34,130 | 4,443                               | 30,633 | 950                                   | 6,550 |
|        | 2,404                                            | 16,575 | 2,799                                             | 19,300 | 2,404                               | 16,575 | 1,000                                 | 6,895 |
|        | 3,236                                            | 22,311 | 3,773                                             | 26,014 | 3,236                               | 22,311 | 1,000                                 | 6,895 |

**Tabla 0-9. Mínima presión de trabajo halocarbonados**

**Minimum Design Working Pressure for Halocarbon Clean Agent System Piping**

| Agent        | Agent Container Maximum Fill Density (lb/ft <sup>3</sup> ) | Agent Container Charging Pressure at 70°F (21°C) (psig) | Agent Container Pressure at 130°F (55°C) (psig) | Minimum Piping Design Pressure at 70°F (21°C) (psig) |
|--------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| HFC-227ea    | 62                                                         | 150*                                                    | 247                                             | 198                                                  |
|              | 72                                                         | 360*                                                    | 520                                             | 416                                                  |
|              | 72                                                         | 600*                                                    | 1025                                            | 820                                                  |
| FC-3-1-10    | 80                                                         | 360*                                                    | 450                                             | 360                                                  |
| HCFC Blend A | 56.2                                                       | 600*                                                    | 850                                             | 680                                                  |
|              | 56.2                                                       | 360*                                                    | 540                                             | 432                                                  |
| HFC 23       | 54                                                         | 608.9**                                                 | 2182                                            | 1746                                                 |
|              | 49                                                         | 608.9**                                                 | 1765                                            | 1412                                                 |
| HCFC-124     | 74                                                         | 240*                                                    | 354                                             | 283                                                  |
| HCFC-124     | 74                                                         | 360*                                                    | 580                                             | 464                                                  |
| HFC-125      | 54                                                         | 360*                                                    | 615                                             | 492                                                  |
| HFC 125      | 56                                                         | 600*                                                    | 1045                                            | 836                                                  |
| HFC-236fa    | 74                                                         | 240*                                                    | 360                                             | 280                                                  |
| HFC-236fa    | 75                                                         | 360*                                                    | 600                                             | 480                                                  |
| HFC-236fa    | 74                                                         | 600*                                                    | 1100                                            | 880                                                  |

\* Superpressurized with nitrogen.

\*\* Not superpressurized with nitrogen.

Boquillas de descarga:

Las boquillas de descarga estarán listas para el uso previsto. Los criterios de venta incluyen las características de flujo, el área de cobertura, los límites de altura, y las presiones mínimas. Orificios de descarga y descarga de placas de orificio serán de un material que es resistente a la corrosión del agente utilizado y a la atmósfera en la aplicación prevista.

### 2.3.4.5 CALCULOS DE DISEÑO

**Calculo de flujo:**

Los cálculos de flujo del sistema se realizan utilizando un método de cálculo aprobado por la autoridad competente. El diseño del sistema deberá estar dentro de las limitaciones mencionadas por el fabricante.

**Requerimientos de la concentración de diseño:**

La concentración de diseño mínima para el combustible de Clase B es la concentración de extinción multiplicado por un factor de seguridad 1,3.

La concentración de diseño mínima de combustible clase A será la concentración de extinción, multiplicado por un factor de seguridad de 1,2.

La concentración de diseño mínima para combustible C es lo mismo para peligros clase A.

### **Cantidad total de agente extintor**

- **Agentes halocarbonados**

Determinar la mínima cantidad de diseño

$$W = \frac{V}{s} \left( \frac{C}{100 - C} \right)$$

X = volumen de gas inerte en condiciones normales añadido de 14,7 psia., 70 ° F (1.013 bar y 21 ° C)

VS = volumen del riesgo

s = volumen específico de gas inerte, a 1 atmósfera y la temperatura, t [(m<sup>3</sup>/kg)]

$$s = 1.885 + 0.0046t$$

t = temperatura mínima prevista del volumen protegido [(° C)]

C = concentración en los halocarbonados de diseño [por ciento el volumen]

- **Gases inertes.**

La cantidad de agente de gas inerte necesario para alcanzar la concentración de diseño se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$X = 2.303 \left( \frac{V_S}{s} \right) \log_{10} \left( \frac{100}{100 - C} \right)$$

X = volumen de gas inerte en condiciones normales añadido de 14,7 psia, 70 ° F (1,013 bar, 21 ° C) por volumen de espacio de riesgo [ft<sup>3</sup>/ft<sup>3</sup> (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)]

VS = volumen específico de agente de gas inerte a 70 ° F (21 ° C) y 14,7 psia (1.013 bar)

s = volumen específico de gas inerte, a 1 atmósfera y la temperatura, t [ft<sup>3</sup>/lb (m<sup>3</sup>/kg)]

t = temperatura mínima prevista del volumen protegido [° F (° C)]

C = concentración en los gases inertes de diseño [por ciento el volumen]

#### Factores de diseño:

Además de los requisitos de concentración, las cantidades adicionales de agentes están obligados a través de la utilización de factores de diseño para compensar las condiciones especiales que afectan a la eficacia de extinción.

- Factor tee:

Cuando un suministro agente único se utiliza para proteger a múltiples peligros, un factor de diseño de la tabla 2-10 se debe aplicar.

Tabla 0-10. Factor tee

| Design Factor Tee<br>Count | Halocarbon Design<br>Factor | Inert Gas Design<br>Factor |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 0-4                        | 0.00                        | 0.00                       |
| 5                          | 0.01                        | 0.00                       |
| 6                          | 0.02                        | 0.00                       |
| 7                          | 0.03                        | 0.00                       |
| 8                          | 0.04                        | 0.00                       |
| 9                          | 0.05                        | 0.01                       |
| 10                         | 0.06                        | 0.01                       |
| 11                         | 0.07                        | 0.02                       |
| 12                         | 0.07                        | 0.02                       |
| 13                         | 0.08                        | 0.03                       |
| 14                         | 0.09                        | 0.03                       |
| 15                         | 0.09                        | 0.04                       |
| 16                         | 0.10                        | 0.04                       |
| 17                         | 0.11                        | 0.05                       |
| 18                         | 0.11                        | 0.05                       |
| 19                         | 0.12                        | 0.06                       |

- Factor de diseño corrección de presión.

La cantidad de diseño del agente limpio será ajustado para compensar la presión ambiental que varían en más del 11 por ciento. Ver tabla 2-11

Tabla 0-11. Factor de corrección de presión

| Equivalent Altitude |       | Enclosure Pressure |       | Atmospheric<br>Correction<br>Factor |
|---------------------|-------|--------------------|-------|-------------------------------------|
| ft                  | km    | psia               | mm Hg |                                     |
| -3,000              | -0.92 | 16.25              | 840   | 1.11                                |
| -2,000              | -0.61 | 15.71              | 812   | 1.07                                |
| -1,000              | -0.30 | 15.23              | 787   | 1.04                                |
| 0                   | 0.00  | 14.71              | 760   | 1.00                                |
| 1,000               | 0.30  | 14.18              | 733   | 0.96                                |
| 2,000               | 0.61  | 13.64              | 705   | 0.93                                |
| 3,000               | 0.91  | 13.12              | 678   | 0.89                                |
| 4,000               | 1.22  | 12.58              | 650   | 0.86                                |
| 5,000               | 1.52  | 12.04              | 622   | 0.82                                |
| 6,000               | 1.83  | 11.53              | 596   | 0.78                                |
| 7,000               | 2.13  | 11.03              | 570   | 0.75                                |
| 8,000               | 2.45  | 10.64              | 550   | 0.72                                |
| 9,000               | 2.74  | 10.22              | 528   | 0.69                                |
| 10,000              | 3.05  | 9.77               | 505   | 0.66                                |



### 3. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

#### 3.1 DESCRIPCION DE LA BIBLIOTECA<sup>10</sup>

La biblioteca central de la universidad industrial de Santander posee en la actualidad las siguientes unidades de componentes bibliográficos:

|           |                                             |
|-----------|---------------------------------------------|
| 67.453    | Volúmenes de libros.                        |
| 3.947     | Títulos de publicaciones seriadas en papel. |
| 7.284     | Fotocopias de artículos y patentes.         |
| 17.325    | Tesis de grado.                             |
| 740       | Mapas geológicos y geográficos.             |
| 217.172   | Revistas.                                   |
| 2'828.272 | Referencias en formato electrónico.         |

Todo este material bibliográfico esta avaluado en aproximadamente \$660'000.000, claro está que sin tener en cuenta el valor agregado de las tesis de grado.

Los muebles, enseres, computadores y elementos electrónicos dispuestos al servicio del público y en las distintas oficinas avaluadas en \$610'000.000.

El personal que trabaja diariamente en estas dependencias es de 39 empleados.

El número de personas que a diario utilizan las instalaciones de la biblioteca es de aproximadamente 5.500-6.000 personas, contabilizando entre ellos estudiantes, profesores, trabajadores y visitantes.

##### 3.1.1 UBICACIÓN DE LA BIBLIOTECA

Las instalaciones de la biblioteca central se encuentran ubicadas dentro del campus, limitando por el norte con el antiguo edificio de humanidades actual instituto de idiomas y la cafetería central, por el sur con el edificio de la escuela de ingeniería mecánica, por el occidente con el edificio inteligente (CENTIC), y por el oriente con el lago artificial de la escuela de biología.

La construcción del edificio en el cual se aloja la biblioteca central se realizo en los años 70, con una estructura de hormigón y un área física de 5700 m<sup>2</sup>, distribuidos en cinco plantas donde funcionan las distintas dependencias que la conforman.

En su interior existen divisiones de madera con el fin de separar espacios, dichas divisiones se encuentran de piso a techo, las puertas principales de cada

---

<sup>10</sup> (Datos ofrecidos por la biblioteca central de la universidad industrial de Santander. 2009).



piso y los ventanales son de vidrio común, posee cielorraso en fibra de vidrio a excepción de algunas zonas del primer piso donde es de icopor, además se cuenta con una azotea en el último piso donde está ubicado un tanque de almacenamiento de agua.

### 3.1.2 DISTRIBUCIÓN DE LA BIBLIOTECA

#### 3.1.2.1 SÓTANO

En el sótano están ubicadas las secciones de canje bibliográfico, el archivo histórico regional, una cafetería para uso exclusivo de los empleados del edificio, además de contar con baños y el cuarto de maquinas, área donde están localizados los equipos de aire acondicionado y los transformadores que se encargan de suplir la demanda del sistema eléctrico de la biblioteca, edificios de la universidad y además de la exigencia energética del sistema de aire acondicionado, teniendo una capacidad nominal de 315 KVA cada transformador.

El archivo histórico regional es de libre acceso al público, La zona de canje bibliográfico es de acceso restringido.

En este piso también se encuentran las instalaciones de la librería UIS y TeleUIS, zonas independientes y externas a la biblioteca.

Para un futuro próximo está planeada una reubicación del archivo histórico y utilizar estos espacios como sala de lectura informal, llamada “charloteca”; por este motivo el sistema de protección contra fuego se diseñara pensando en la futura aplicación de este recinto.

El área total de este piso es de 745 m<sup>2</sup>.

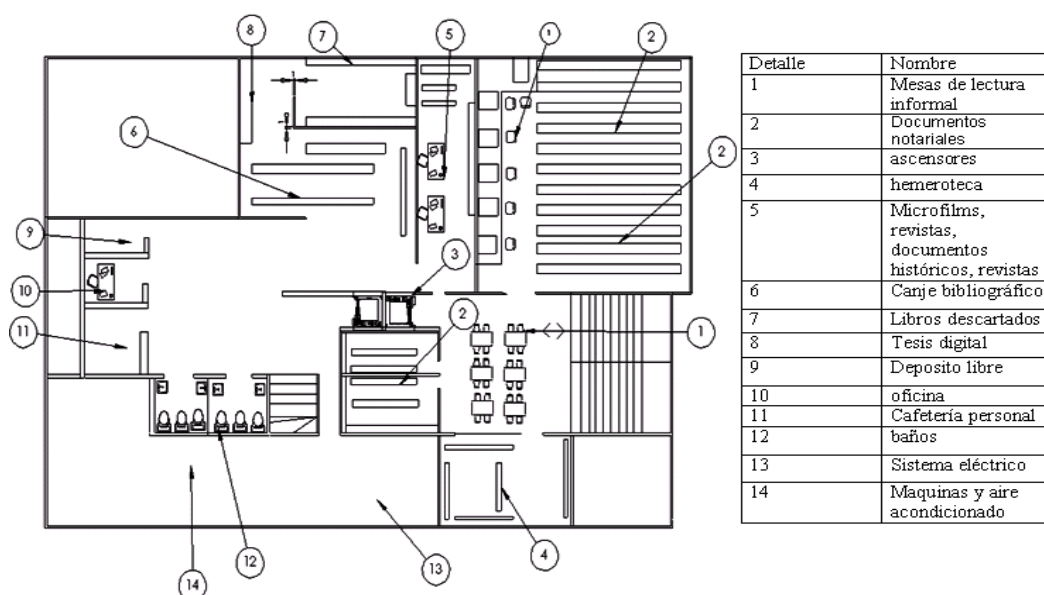


Figura 0-1. Bosquejo del sótano

### 3.1.2.2 PRIMER PISO

El acceso a la biblioteca se realiza por este piso, a través de una única puerta (siendo la ruta unitaria de salida de evacuación ante un posible siniestro), en él están localizadas las secciones de libros de reserva, zona de préstamo de libros y las oficinas administrativas (secretaría, dirección, sala de juntas, etc.), áreas que son de acceso restringido a estudiantes y visitantes.

Se encuentra, además, una zona de lectura informal de dominio público.

En este piso también está ubicada la UPS del sistema de computo de la biblioteca y dos maquinas de fotocopiado.

Se encuentran cuatro terminales de consulta bibliográfica y los baños públicos ubicados al final del gran pasillo de entrada. Como antesala de la sección de lectura informal, se encuentran las escaleras de ascenso a los niveles superiores y las que conducen al sótano como también la entrada del ascensor.

Cuando se haya efectuado el traslado del archivo histórico y se cambie la localización de la sala de lectura informal se instalara en su lugar una sala de lectura formal similar a las ubicadas en los pisos superiores.

El área total de este piso es de 1320 m<sup>2</sup>.

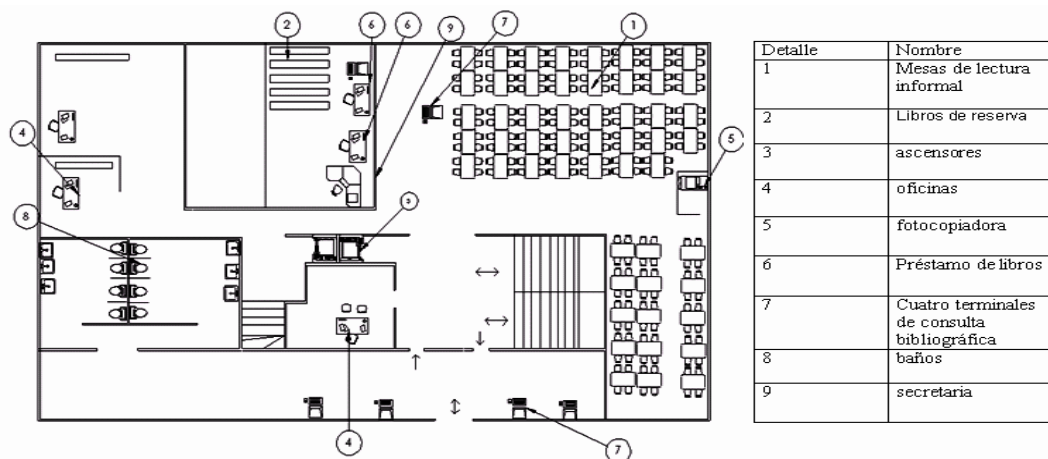


Figura 0-2. Bosquejo del primer piso

### 3.1.2.3 SEGUNDO PISO

En el segundo piso se encuentran ubicadas las colecciones de libros y revistas de ciencias básicas, además de la base de datos de la biblioteca donde se encuentran 45 computadores para el servicio de estudiantes de la universidad o estudiantes de otras instituciones que deseen el servicio previa solicitud en sus respectivas dependencias. También se encuentran cuatro terminales de consulta bibliográfica.

En este piso como en los siguientes, se tienen dos zonas claramente definidas, una es el área de colección de libros y revistas que cuenta con un espacio dispuesto para el almacenamiento y la otra zona es la de lectura formal.

El área total de este piso es de 1400 m<sup>2</sup>.

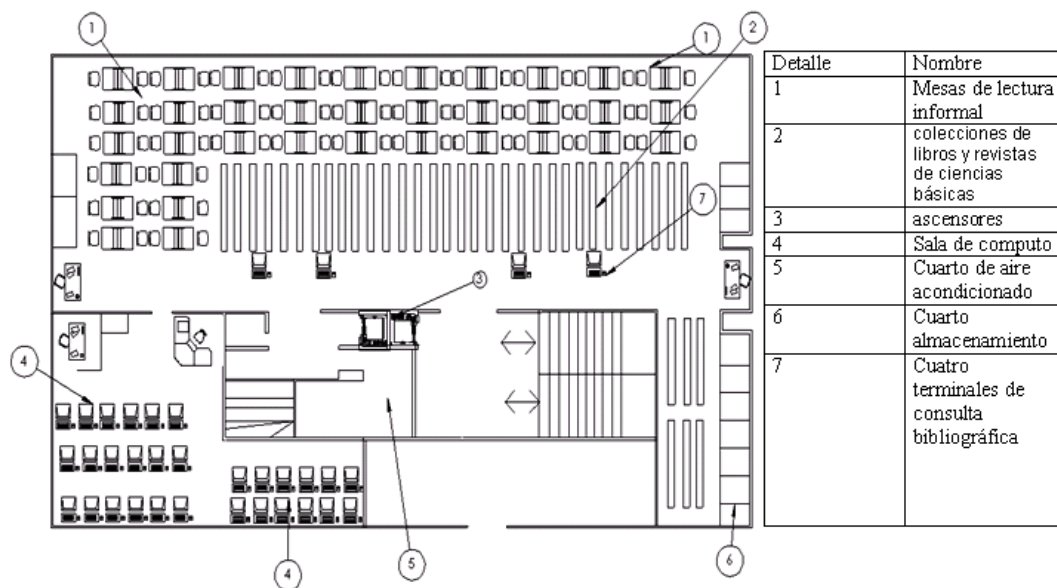


Figura 0-3. Bosquejo del segundo piso

#### 3.1.2.4 TERCER PISO

En el tercer piso está ubicada la colección de libros y revistas de ciencias aplicadas y tesis de grado, una sala de conferencias con capacidad para 75 personas y cubículos para lectura privada como se disponen en el segundo piso. Se encuentra también la videoteca de la universidad y cabinas de proyección, cada una con capacidad para albergar tres personas.

Y posee zonas de colección y de lectura formal similares a las del segundo piso. El área total de este piso es de 1500 m<sup>2</sup>.

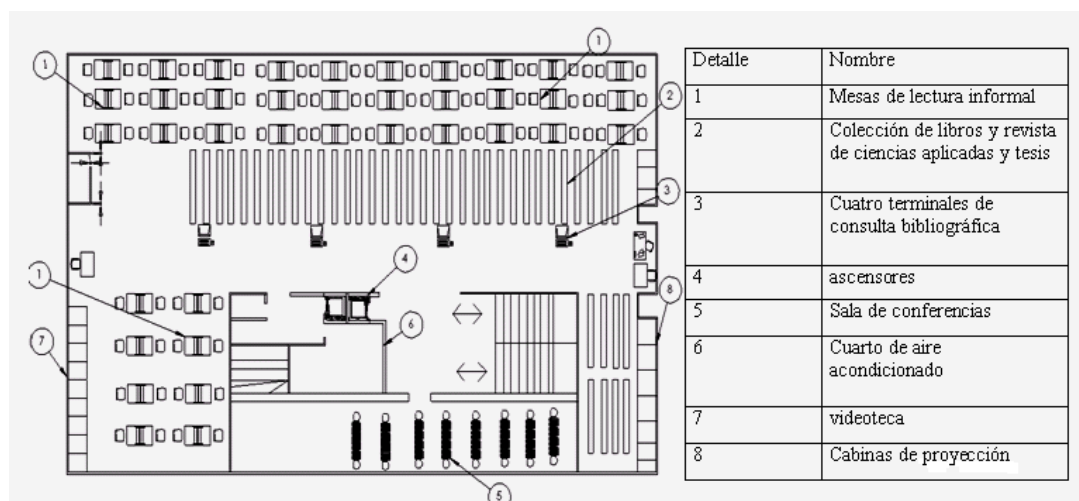


Figura 0-4. Bosquejo del tercer piso

### 3.1.2.5 CUARTO PISO

En el cuarto piso se localiza la colección de libros y revistas de ciencias sociales y humanidades, mesas de lectura informal y una puerta que da el acceso a la azotea del edificio. El área total de este piso es de 725 m<sup>2</sup>.

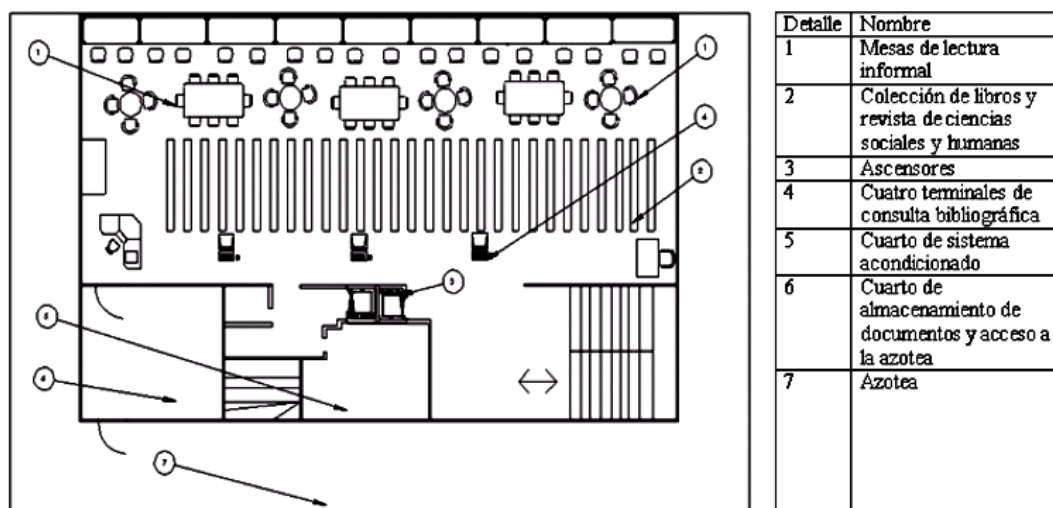


Figura 0-5. Bosquejo del cuarto piso

En todos los pisos existe un cuarto donde están ubicados los equipos del sistema de acondicionamiento de aire (unidad mejorada), los cuales permanentemente están cerrados con llave y no se encuentran localizados en zonas de acceso a estudiantes y visitantes.

Además el edificio posee dos ascensores, uno para el servicio de los usuarios, y el otro para uso exclusivo de empleados de la biblioteca, se desplaza desde el sótano hasta el cuarto piso; los motores de dichos ascensores se encuentran en la placa del cuarto piso.

La reforma del sistema de aire acondicionado aprobada y que se realizara próximamente, cambiara el cielorraso de la biblioteca con nuevos paneles, especiales para bibliotecas.

### 3.1.3 EQUIPOS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO DISPONIBLES

Los equipos de seguridad contra incendio que posee actualmente la biblioteca son extintores manuales que se encuentran dispuestos en el edificio de la siguiente manera:

- 1) En el sótano 8 extintores
- 2) En el primer piso 6
- 3) En el segundo piso 4
- 4) En el tercer piso 5
- 5) En el cuarto piso 4

La seguridad del edificio es reforzada con la localización de un hidrante de la red contra incendios de la universidad ubicando a 36 metros del costado sur del mismo. Sistemas de alarmas y luces de alertas.

### **3.2 PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

#### **3.2.1 INSPECCIÓN DEL EDIFICIO**

En esta etapa se busca ubicar los posibles focos y puntos de ignición que pueden presentarse en la biblioteca central de la universidad industrial de Santander, tanto en sus labores ordinarias de atención al público como también cuando se encuentra cerrada a este.

Se realizó una inspección piso por piso y para tal fin se tomó el formato utilizado en el proyecto de grado “diseño de un sistema básico del sistema contra incendio para la biblioteca universidad industrial de Santander”, (**ver anexo E**), ya que se va a confirmar y a actualizar la inspección hecha en el 2004; en este formato se toma en cuenta los siguientes factores:

- Características de los ocupantes
- Almacenamientos de combustibles sólidos y líquidos
- Orden y limpieza
- Instalaciones eléctricas
- Políticas de seguridad
- Equipos eléctricos

Los factores encontrados en la biblioteca se encuentran en el [\*\*anexo A\*\*](#)

#### **3.2.2 UBICACIÓN DE RIESGOS**

Luego de realizar una inspección en las instalaciones de la biblioteca central de la universidad industrial de Santander, se tomaron ciertas notaciones y haciendo un proceso de discriminación para ayudar a la clasificación y obtención de riesgos se llegó a los siguientes ítems:

- No existe almacenamiento de líquidos o gases combustibles dentro de la edificación.
- El único combustible almacenado dentro de las locaciones correspondientes a la biblioteca central se encuentra en forma de papel, madera y polímeros en diversas presentaciones todos estos representados en forma de libros, mesas, sillas y las diferentes formas plásticas de uso común.

- Una vez terminada la jornada de atención al público, no se corta el suministro energético del todo, puesto que existen equipos electrónicos que necesitan alimentación constante y otros que no son desconectados por negligencia del personal.
- Las instalaciones no cuentan con un plan organizado de evacuación, donde estén involucrados tanto brigadistas como personal de trabajo.
- El personal que ingresa y utiliza las instalaciones en términos generales cuenta con buenas habilidades psicomotoras y perceptivas, aspecto que se debe tener en cuenta cuando se cree el plan de evacuación.
- El edificio cuenta con algunos tipos de señalización aunque deficientes, como por ejemplo ubicación de extintores, salidas, escaleras, hacer silencio
- Existen algunos extintores que no cumple con las especificaciones mínimas de seguridad por ejemplo baja carga y fecha de vencimiento cumplida, el resto se encuentra en condiciones óptimas recargados periódicamente, además se encuentran en lugares que se pueden ver a simple vista para ubicación fácil de estos.
- Solo en la primera planta se encuentra dos extintores en el piso, uno a la entrada de la biblioteca le tapa la visibilidad una materia, y otro a la entrada de las oficinas.
- Se está realizando una reconstrucción total de la red eléctrica, teniendo en cuenta diseño aprobado y se va a llevar un plan de mantenimiento de redes, pero no descartamos una sobrecarga debido al incremento sustancial de equipos portátiles dentro de la biblioteca

### **3.2.3 EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO PARA LA BIBLIOTECA**

Para la evaluación de riesgo en la biblioteca se escogieron dos métodos, los cuáles son el Meseri ([anexo A](#)) ya que es un método adecuado para una aproximación inicial rápida y el método Frame ([anexo A](#)) ya que este es el más reciente y completo, dando resultados por separado para el patrimonio, personas y actividades.

Llegando a la conclusión que el riesgo de incendio que posee la biblioteca es leve, pero con recomendación según la norma NFPA 909 y por políticas de la universidad se debe poseer un sistema de protección contra incendio, esta evaluación se encuentra en el [anexo A](#).

### **3.3 ZONIFICACION DE LA BIBLIOTECA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

Para la escogencia de estos elementos se han identificado cuatro tipos de zonas claramente diferenciadas.

- Zonas de almacenamiento de libros.
- Zonas de equipos eléctricos y electrónicos delicados (sala de base de datos, transformadores eléctricos).
- Zonas de lectura formal e informal.
- Zonas de transito. [Ver anexo B](#)

### **3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTICION**

Para la zona de almacenamiento de libros se requiere un agente extintor que no sea toxico ya que estas zonas quedan contiguas y sin ningún tipo de división de las zonas de lectura. A su vez se requiere que el producto extintor no dañe los libros almacenados.

Se prefiere entonces usar el sistema de **niebla de agua** por su baja penetración y gran alcance, con esto se busca que el ambiente se humedezca y que el gas de agua desplace el oxigeno extinguiendo el fuego, a su vez evita que los libros se mojen, sin embargo, el material bibliográfico expuesto a este ambiente se humedecerá requiriendo un proceso de recuperación, aunque mucho más económico y menos dispendioso que por agua.

Según la norma NFPA 909 para protección contra incendio de edificios e instalaciones de museos y bibliotecas; es recomendable usar niebla de agua.

Para las zonas de equipos eléctricos y electrónicos se prefiere no usar el sistema de niebla de agua para evitar más daños que los que podría causar el fuego. Por tal razón se planea usar gas FM-200, ya que no presenta niveles de toxicidad para los humanos y brinda suficiente tiempo para abandonar las salas, este sistema de gas solo se ubicará en el cuarto donde está la base de datos de la biblioteca, la sala de computo solo será controlado por el sistema de detección temprana de incendio y extinción manual.

Finalmente en las zonas de transito, en las escaleras y en las zonas de lectura es preferible seguir usando los sistemas de extinción manual por varias razones:

- Bajo riesgo de fuego incidental.
- Se evita que se moje el piso por donde se debe realizar la evacuación del edificio
- Disminución de costos totales.



### **3.4.1 PROCESO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIO PARA LAS ZONAS CON AGUA NEBULIZADA**

Este diseño fue realizado según la norma NFPA 909 “Código Para La Protección De Recursos Culturales” y NFPA 750 “Código Del Sistema Contra-Incendio Agua Nebulizada”. De acuerdo con el riesgo de incendio de la biblioteca, el costo del sistema y la instalación del sistema se selecciono el sistema de baja presión ya que este cumple con las necesidades planteadas para este edificio.

Para mayor información referente al sistema de agua nebulizada por favor referirse al [anexo F](#).

#### **3.4.1.1 Selección De Los Elementos Que Componen El Sistema De Agua Nebulizada**

##### **3.4.1.1.1 Selección Y Ubicación De Los Difusores:**

La boquilla a utilizar es de tipo abierta con sistemas de pre-acción, ya que se va utilizar un accionamiento automático mediante un sistema de detección. Para la distribución de las boquillas se hizo mediante catálogos del fabricante viking (**anexo G**), en la **figura 3-6** se seleccionó una boquilla de 180° debido a que tiene gran cobertura y alcanza perfectamente a cubrir toda la altura para cada piso. Para realizar el cálculo de la separación horizontal de las boquillas es necesario tener el dato de la altura de las boquillas a la parte más alta a proteger, se toma como distancia la medida entre el techo y los estantes que equivale a 50 cm, esta se ubica en la grafica del fabricante dando un espaciamiento máximo entre detectores es de 3.4m, para la distancia entre pared y rociador será la misma que detectores ya que el material de construcción es cortafuego esto se hace por recomendación del fabricante (para ver la distribución de las boquillas ir al **anexo H**). En conclusión el número de boquillas por cada piso queda de la siguiente manera:

**Tabla 0-1. Numero de boquillas por cada piso**

| <b>PISO</b>    | <b>NUMERO DE BOQUILLAS</b> |
|----------------|----------------------------|
| <b>SOTANO</b>  | <b>32</b>                  |
| <b>PRIMERO</b> | <b>3</b>                   |
| <b>SEGUNDO</b> | <b>42</b>                  |
| <b>TERCERO</b> | <b>56</b>                  |



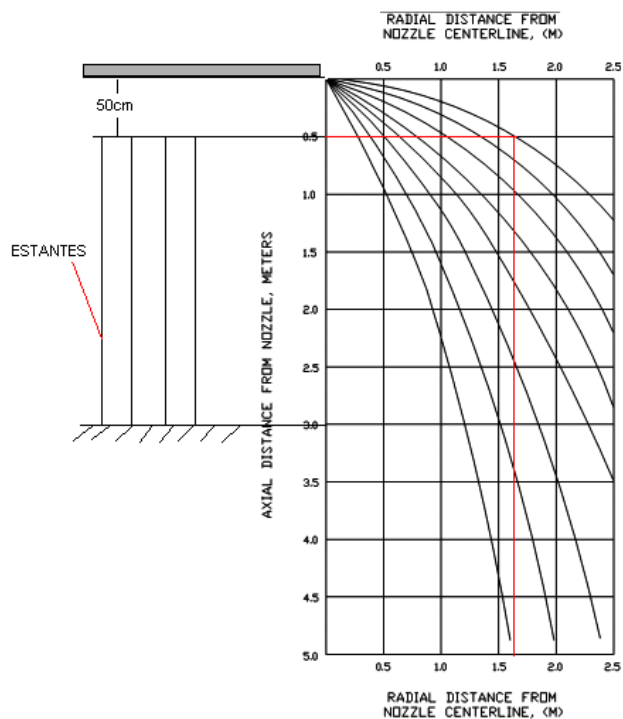


Figura 0-6. Radio de cobertura del difusor

La especificación de la boquilla utilizada es la siguiente:

- ✓ FABRICANTE: Viking corporation
- ✓ SERIE: VK817
- ✓ MODELO: E spray nozzles
- ✓ DESCRIPCION: boquillas de pulverización tipo abierto (no automático) y direccional diseñado para aplicaciones en sistemas de protección fija contra incendios, para pedidos se debe anteponer la letra Z para la diferenciación de rociadores de respuesta rápida (QR) la forma de pedido al fabricante es Z12922 y un factor de descarga ( $k=1,2$ ). **Ver figura 3.7.**



Figura 0-7. Difusor viking

#### 3.4.1.1.2 DISEÑO DE LA RED DE TUBERÍA:

La tubería a emplear es de hierro galvanizado ya que cumple con los requerimientos de la norma NFPA, las boquillas se ubicaron en forma de malla. Obteniendo una mejor distribución de los difusores y maximización de las áreas a cubrir, el diseño se presenta en el [anexo C](#). Para este sistema se establece un diámetro de 4 pulgadas para la tubería de alimentación a los pisos, la selección de los diámetros es un proceso de prueba y error, se supone un diámetro (iniciando por el menor diámetro que la norma establece comercial) se calculan las pérdidas; si las pérdidas son aceptables el diámetro es el adecuado de lo contrario se prueba con el siguiente diámetro comercial hasta obtener el adecuado.

#### 3.4.1.1.3 SELECCIÓN DE LA BOMBA

La selección de la bomba es un factor importante en el costo del sistema, se tomaron en cuenta factores como cabeza, caudal. El caudal total es la suma de los caudales de los difusores y la cabeza es la suma de la cabeza de trabajo de los difusores mas pérdidas por fricción desde el rociador más lejano hasta la succión y las diferencias de nivel. También se tomaron en cuenta recomendaciones hechas por la NFPA 20 las cuáles son:

- Capacidad para manejar el 150% del caudal a no menos del 65% de la presión nominal.
- Presión shut off al 140% de la cabeza nominal.

Debido a la no existencia de simultaneidad de fuego entre pisos, se tuvo en cuenta cada piso como un sistema independiente.

Las características de la bomba seleccionada son las siguientes:

- ✓ MODELO: NOWA 6516
- ✓ CAPACIDAD: 400 GPM
- ✓ VELOCIDAD: 3600 RPM
- ✓ NPSH<sub>r</sub>: 12 ft
- ✓ POTENCIA: 32.4HP
- ✓ DIAMETRO IMPULSOR: 172mm
- ✓ FABRICANTE: HALBERG NOWA

Para ver selección y cálculos de la bomba [ver anexo C](#)

#### 3.4.1.1.4 LA VALVULA DE CONTROL

Esta válvula está en posición normalmente cerrada, restringiendo el paso del agua hasta que recibe una señal del sistema de control principal para abrir y dejar pasar el flujo hacia los difusores. Para seleccionar esta válvula hay que tener en cuenta el diámetro de la tubería, las capacidades de presión y el voltaje a manejar.

Las características de la válvula de control son las siguientes:

- ✓ MODELO: 115-4DV
- ✓ CAPACIDAD: 400 GPM
- ✓ VELOCIDAD: 7.62 m/s
- ✓ NPSH<sub>r</sub>: 3.65 m
- ✓ DIAMETRO: 3"
- ✓ FABRICANTE: OCV CONTROL VALVES

### **3.4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE GABINETES**

#### **3.4.2.1 SELECCION Y UBICACION DE LOS GABINETES CONTRA INCENDIO**

Esta selección fue realizada según la norma NFPA 14 "Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y de mangueras". De acuerdo con el riesgo de incendio de la biblioteca el cual es leve, la norma recomienda gabinetes contra incendio de clase II que contiene mangueras de diámetro 1 1/2 pulgada y con una longitud de 30 metros de largo. Los requerimientos de esta clase de gabinetes son de 100gpm a una presión no menor de 65 psi y no mayor 100 psi a la entrada del gabinete. A nivel nacional esta misma clase es conocida como clase I esta clasificación la da norma ICONTEC NTC 1669 "código para el suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones. Sistema de hidrantes".

Se ubicó un gabinete por cada piso a excepción del sótano el cual se distribuyeron dos gabinetes, para ver localización [ver anexo C](#). Para la disposición de los gabinetes en la paredes la norma recomienda una altura del piso a la parte inferior de estos mismo entre 0.9-1.5 metros, en este diseño se tomó una altura de 0.9 metros.

#### **3.4.2.2 DISEÑO DE LA RED DE TUBERIAS**

Para la clase II de sistemas de gabinetes, la norma NFPA establece que el diámetro mínimo es de 2 pulgadas para la tubería de alimentación de los gabinetes. El diseño implica un cálculo de pérdidas de tuberías, para el cálculo de la cabeza de la bomba y de la presión de diseño. Para ver cálculos ver [ANEXO C](#).

Para la tubería de alimentación se seleccionó hierro galvanizado de diámetro de 3" y para la tubería de succión hierro galvanizado con diámetro de 4".

Las válvulas de corte que se seleccionó para éste sistema de gabinetes es una válvula de compuerta con extremos roscados. Los accesorios son del mismo material de la tubería al igual que los codos, las tes y las reducciones.

#### **3.4.2.3 SELECCIÓN DE LA BOMBA**

La bomba seleccionada se obtuvo del cálculo realizado por la red de tuberías, cumpliendo la siguiente bomba con los requerimientos del sistema. Las características de la bomba son las siguientes:

- ✓ Modelo: NOWA 4020
- ✓ Diámetro del impulsor: 192mm
- ✓ Potencia del motor: 14.7 HP
- ✓ Capacidad: 100gpm
- ✓ Velocidad: 3600 rpm
- ✓ Fabricante: HALBERG NOWA

#### **3.4.2.4 FUENTE DE ALIMENTACION**

Para el diseño de extinción tanto para el sistema de agua nebulizada y gabinetes, se utilizará como única fuente de alimentación un tanque °subterráneo que cumpla con los requerimiento de caudal y que a su vez será alimentado por la red de suministro local.

Su ubicación será lo más cerca posible a las bombas para evitar problemas de cavitación. Se determinó ubicar el tanque al costado sur de la biblioteca central. Las dimensiones son de 2.5x5.8x5.8, para ver ubicación y dimensiones ver planos en el **ANEXO H**

#### **3.4.3 PROCESO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIO PARA LAS ZONAS CON GASES INERTES AGUA NEBULIZADA**

El diseño fue realizado bajo la norma NFPA 2001 "Norma Para Los Sistemas De Agentes Limpios". Se seleccionó el sistema que contiene como agente extintor el HFC-227ea o los FM-200, ya que es un componente que no tiene daño

ecológico como otros agentes extintores y en cierta proporción no hace daño a los seres humanos, además no ocupa espacio como los gases inertes y su instalación es menos costosa.

El gas FM-200 tiene las siguientes propiedades: no deja residuo, no es corrosivo, no tóxico, no produce efectos secundarios de combustión, y además, es el que mayor se utiliza en todo el mundo.

**Nota:** para mayor información sobre estos sistemas ver [anexo F](#)

Este sistema se ubicará en la base de datos de la biblioteca, los cálculos de cantidades del agente de la tubería a utilizar se encuentra en el [anexo D](#)

Las especificaciones de este sistema son las siguientes:

- ✓ 1 CILINDRO:
- ✓ 1 cilindro de 40lb
- ✓ Fabricante: Chemetron
- ✓ Serie: beta
- ✓ Agente extintor: FM-200
- ✓ Distribuidor: INCOLDEX

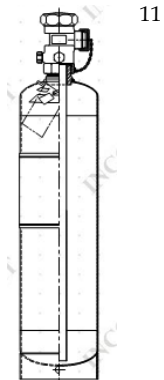


Figura 0-8. Cilindro FM-200

DIFUSOR:

- ✓ Diámetro tubería nominal: 10mm
- ✓ Altura del difusor: 51.6mm
- ✓ Referencia o stock number =10371415
- ✓ Fabricante: Chemetron

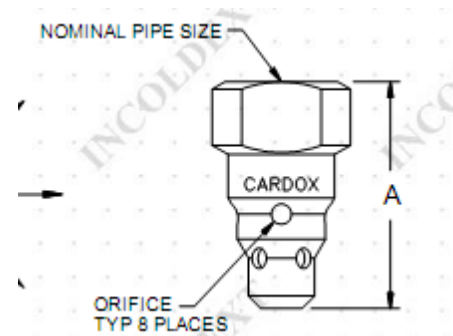


Figura 0-9. Difusor FM-200 Chemetron

<sup>11</sup> Tomado del catalogo del fabricante Chemetron

### **3.5 SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO**

Este diseño está basado en la norma NFPA 72, el sistema que se eligió es una combinación de sistemas de alarma tipo local, sistemas convencionales y sistemas direccionales por su aplicabilidad y eficiencia en la ubicación de un posible incendio.

#### **3.5.1 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE DETECCION Y ALARMA DE INCENDIO**

##### **3.5.1.1 Dispositivos Iniciadores De Alarma**

##### **3.5.1.1.1 Selección y localización de los detectores**

Para realizar la selección de los detectores se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Tipo de fuego que se puede producir.
- Característica y cantidad de combustible que hay dentro del área a proteger.
- Posibles fuentes de ignición.
- Tamaño del área a proteger.
- Factores ambientales

Para zonas de almacenamiento, lectura y oficinas se determino ubicar detectores de humo fotoeléctrico inteligentes, debido a que estos detectores tienen ventajas para este tipo de espacios; la forma de respuesta es mayor que el detector de temperatura y puede captar partículas más grandes que detector iónico. De esta forma al presentarse una amenaza de incendio el panel de control ubicará el detector que presentó la alarma facilitando una actuación más rápida a la emergencia.

En los cuartos donde se encuentran las maquinas del aire acondicionado se estableció ubicar detectores de tipo térmico termovelocímetros esto debido a que la velocidad del viento en esta área es superior a la recomendada para los detectores de humo.

Para el espaciamiento de los detectores en cada una de las áreas se tuvo en cuenta las recomendaciones hechas por la norma NFPA 72 referido a techo plano, utilizando una distancia máxima de 9.1m entre detectores y distancia mínima entre detector y pared de 0.1m. Se aconseja zonificar de acuerdo a la característica del edificio o criterio del diseñador para ubicar rápidamente el lugar de una señal de alarma. La distribución se encuentra en los planos que se encuentran adjuntos en el anexo H”.

El número de detectores de cada piso es el siguiente

**Tabla 0-2. Número de detectores**

| PISO    | NUMERO DE DETECTORES |
|---------|----------------------|
| Sótano  | 20                   |
| Primero | 15                   |
| Segundo | 18                   |
| Tercero | 18                   |
| cuarto  | 10                   |

Las especificaciones de los detectores seleccionados son las siguientes:

Detector fotoeléctrico inteligente:

- ✓ Serie 851
- ✓ Modelo: FSP-851T
- ✓ Descripción: detector de humo fotoeléctrico con dispositivo térmico
- ✓ Fabricante: Notifier by honeywell
- ✓ Voltaje nominal de operación: 15-32 volt DC peak
- ✓ Corriente stand by: 300µA@24VDC
- ✓ Led de corriente (máx.): 6.5ma@24VCD
- ✓ Rango de operación de temperatura: 0°C-38°C
- ✓ Rango de humedad: 10% - 93% RH no condensado

Detector térmico inteligente:

- ✓ Serie: FST-851

- ✓ Modelo: FST-851R
- ✓ Descripción: detector termovelocímetro
- ✓ Fabricante: Notifier by honeywell
- ✓ Voltaje nominal: 15-32V
- ✓ Máxima corriente: [6.5ma@24VDC](#)
- ✓ Corriente stand by: 300μA@24VDC

#### **3.5.1.1.2 Selección y ubicación de pulsadores manuales**

Los pulsadores manuales tienen como función activar la alarma de emergencia de incendio, cuando por alguna razón los detectores no hubieran detectado el fuego y las personas lo hayan notado, estos dispositivos se ubicarán uno por cada piso y en la salida de estos.

Las características del pulsador seleccionado son las siguientes

- ✓ Modelo NGB-12LSP
- ✓ Descripción: Pulsador manual
- ✓ Fabricante: Notifier by honeywell
- ✓ Voltaje nominal: 24VCD
- ✓ Corriente stand by: 375μA@24VDC

#### **3.5.1.2 Dispositivos Notificadores De Alarma**

##### **3.5.1.2.1 Selección de sirenas electrónicas**

En la selección de estos elementos hay que tener en cuenta las señales audibles se escuchen con claridad es decir que las sirenas tiene que tener un nivel sonoro no menos de 75dBA a 3 metros y no más de 120dBA en el punto más cercano donde se escucha la señal.

Estos aparatos se ubicaran a 2.3m por encima del suelo y se situara una sirena por piso. Para su localización ver planos anexos.

Las características de estos elementos de notificación son las siguientes:

- ✓ Modelo P2R
- ✓ Descripción: Sirena
- ✓ Fabricante: Notifier by honeywell
- ✓ Voltaje nominal: 12-24VCD



### **3.5.1.3 Panel De Control**

Para seleccionar el panel de control hay que tener en cuenta las características de los elementos iniciadores y notificación de alarma, es decir tener en cuenta que los elementos sean compatibles con los puertos del panel de control, además del número de detectores y número de zonas que se van a manejar.

El panel seleccionado tiene las siguientes especificaciones:

- ✓ Modelo: NFS2 320-SP
- ✓ Descripción: Panel inteligente
- ✓ Fabricante: Notifier by honeywell
- ✓ Fuente de alimentación principal: 120VAC, 3A
- ✓ Fuente total de salida: 24V, 6ª
- ✓ Carga de batería: 18AH-200AH

Este panel cuenta con la capacidad para albergar 159 detectores y 159 módulos, integra los circuitos convencionales de producción, como la notificación, teléfono, y los altavoces, Un circuito de línea de señalización (SLC) inteligente aislado, estilo 4, 6 ó 7. Archivo de historial con capacidad para 800 eventos en la memoria no volátil, más un archivo de sólo alarma separado para 200 eventos.

### **3.5.1.4 Dispositivos auxiliares**

#### **3.5.1.4.1 MODULO AISLADOR ISOX:**

Para proteger el sistema contra los cortocircuitos de cable en el bucle SLC. Se utiliza cortocircuito para aislar los problemas dentro de una sección de un bucle de modo que otros sectores pueden seguir funcionando normalmente.

Especificaciones:

- ✓ Modelo: ISOX
- ✓ Descripción: modulo aislador
- ✓ Fabricante: Notifier by honeywell
- ✓ Voltaje nominal de operación: 15-32VCD
- ✓ Corriente stand by: 400µA @24VDC
- ✓ Máxima corriente en alarma: 5mA@24VDC

### 3.5.1.4.2 MODULO CONTROL FMC-1:

Modulo control programable para la activación de dispositivos de notificación a través de la línea de detección inteligente. Puede ser cableado estilo Y (CLASE B) o estilo Z (CLASE A). Este modulo presenta las siguientes especificaciones:

- ✓ Modelo: FMC-1
- ✓ Descripción: modulo control
- ✓ Fabricante: Notifier by honeywell
- ✓ Voltaje nominal de operación: 15-32VCD
- ✓ Corriente stand by: 390 $\mu$ A @24VDC
- ✓ Máxima corriente en alarma: 5,2 mA @ 24VDC

Se anexa catálogos de todos los dispositivos para mayores especificaciones.

#### 1.1 Presupuesto

Tabla 0-3. Presupuesto sistema de supresión

| Descripción                                        | Cantidad | Precio unitario (pesos) | Valor total (pesos) |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------|---------------------|
| Boquilla viking vk-81712916 AZ,SPRAY,NZL,180°,K7.2 | 119      | 99193.5                 | 11804026.5          |
| Gabinete                                           | 6        | 105600                  | 633600              |
| Válvula de ángulo bronce                           | 6        | 66400                   | 398400              |
| Manguera de incendio 30m                           | 6        | 168000                  | 1008000             |
| Boquilla neblina                                   | 6        | 28800                   | 172800              |
| llave spanner                                      | 6        | 16800                   | 100800              |
| Hacha, pico                                        | 6        | 17600                   | 105600              |
| Soporte canastilla manguera                        | 6        | 19200                   | 115200              |
| Bomba NOWA 4020                                    | 1        | 16600000                | 16600000            |
| Bomba nowa 6516                                    | 1        | 20400000                | 20400000            |
| Tubería galvanizada rosca 4"                       | 28m      | 61539                   | 1723092             |
| Tubería galvanizada rosca 3"                       | 83m      | 43286                   | 3592738             |
| Tubería galvanizada rosca 2"                       | 450.3m   | 26359                   | 11869457.7          |
| Codo 4"                                            | 14       | 28724                   | 402136              |
| CODO 3"                                            | 3        | 15837                   | 47511               |
| Codo 2"                                            | 8        | 5453                    | 43624               |
| Tee 4"                                             | 7        | 37621                   | 263347              |
| Tee 3"                                             | 5        | 20783                   | 103915              |
| Tee 2"                                             | 40       | 6803                    | 272120              |
| Reductor 4"-3"                                     | 5        | 23420                   | 117100              |
| reductor 3"-2"                                     | 12       | 12368                   | 148416              |

|                        |     |         |            |
|------------------------|-----|---------|------------|
| Tubería galvanizada 3" | 83m | 43277   | 3591991    |
| Codo 3"                | 17  | 15837   | 269229     |
| Tee 3"                 | 6   | 20783   | 124698     |
| válvula de pie 4"      | 1   | 126624  | 126624     |
| sistema de gas         | 1   | 7904925 | 7904925    |
|                        |     | TOTAL   | 81939350.2 |
|                        |     | IVA     | 5815384.24 |
|                        |     | TOTAL   | 87754734.4 |

**Tabla 0-4. Presupuesto sistema de detección**

| Descripción                                | Cantidad | Precio unitario (PESOS) | Valor total (PESOS) |
|--------------------------------------------|----------|-------------------------|---------------------|
| detector fotoeléctrico inteligente FSP-851 | 107      | 202716.88               | 21690706.2          |
| Detector termo velocímetro FST-851R        | 11       | 143673.125              | 1580404.38          |
| Pulsador manual NBG-12L                    | 5        | 236175                  | 1180875             |
| Luz estroboscópica                         | 5        | 147609.375              | 738046.875          |
| Panel inteligente NFS-320                  | 1        | 5032495.63              | 5032495.63          |
| Modulo ISO-X                               | 6        | 159418.125              | 956508.75           |
| Modulo fcm-1                               | 5        | 214525.63               | 1072628.15          |
| Batería,12 vol.                            | 2        | 240111.25               | 480222.5            |
|                                            |          | Total parcial           | 32731887.4          |
|                                            |          | IVA                     | 5235212.5           |
|                                            |          | Total parcial           | 37967099.9          |

**Tabla 3-0-5. Presupuesto total**

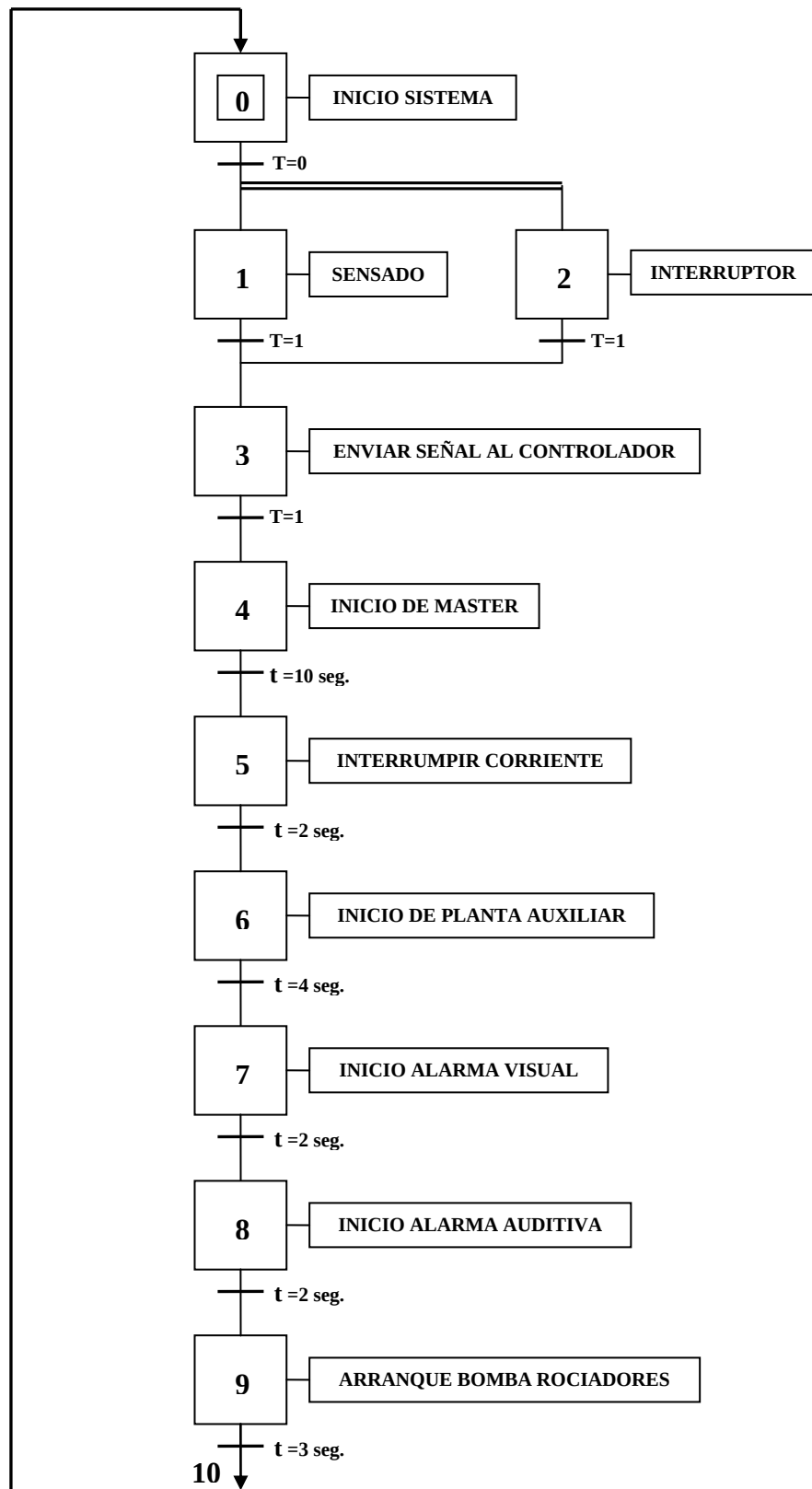
| Descripción          | Valor (Pesos) |
|----------------------|---------------|
| Sistema de supresión | 87754734.4    |
| Sistema de detección | 37967099.9    |
| total                | 125.721.834   |

### 3.6 GRAFCET Y GEMMA DEL PROYECTO

Los siguientes esquemas se realizaron tomando en cuenta las recomendaciones realizadas por las normas bajo las que funciona “GRAFCET y GEMMA” señaladas a grosso modo con anterioridad, se utilizó una variable de estado representada por la letra “T” en la que su condición era la existencia de humo y su validación con número uno (1) o cero (0), es decir verdadero o falso respectivamente. Además se otorgaron unos tiempos entre las etapas a manera de condiciones medidos en segundos, todos estos tiempos sujetos a las recomendaciones de las normas NFPA, como por ejemplo el tiempo que debe suministrarse un fluido para matar un fuego en un sistema (30 s.), las demás consideraciones fueron tiempos de actuación para las señales de alerta las cuales son realizadas a criterio del diseñador y no deben superar 120 s. (NFPA 72).

**Nota:** para saber más de este tema ver [anexo F](#)

### 3.6.1 GRAFCET Y GEMMA DEL SISTEMA DE AGUA



19

Figura 0-10. GRAFCET del sistema de agua

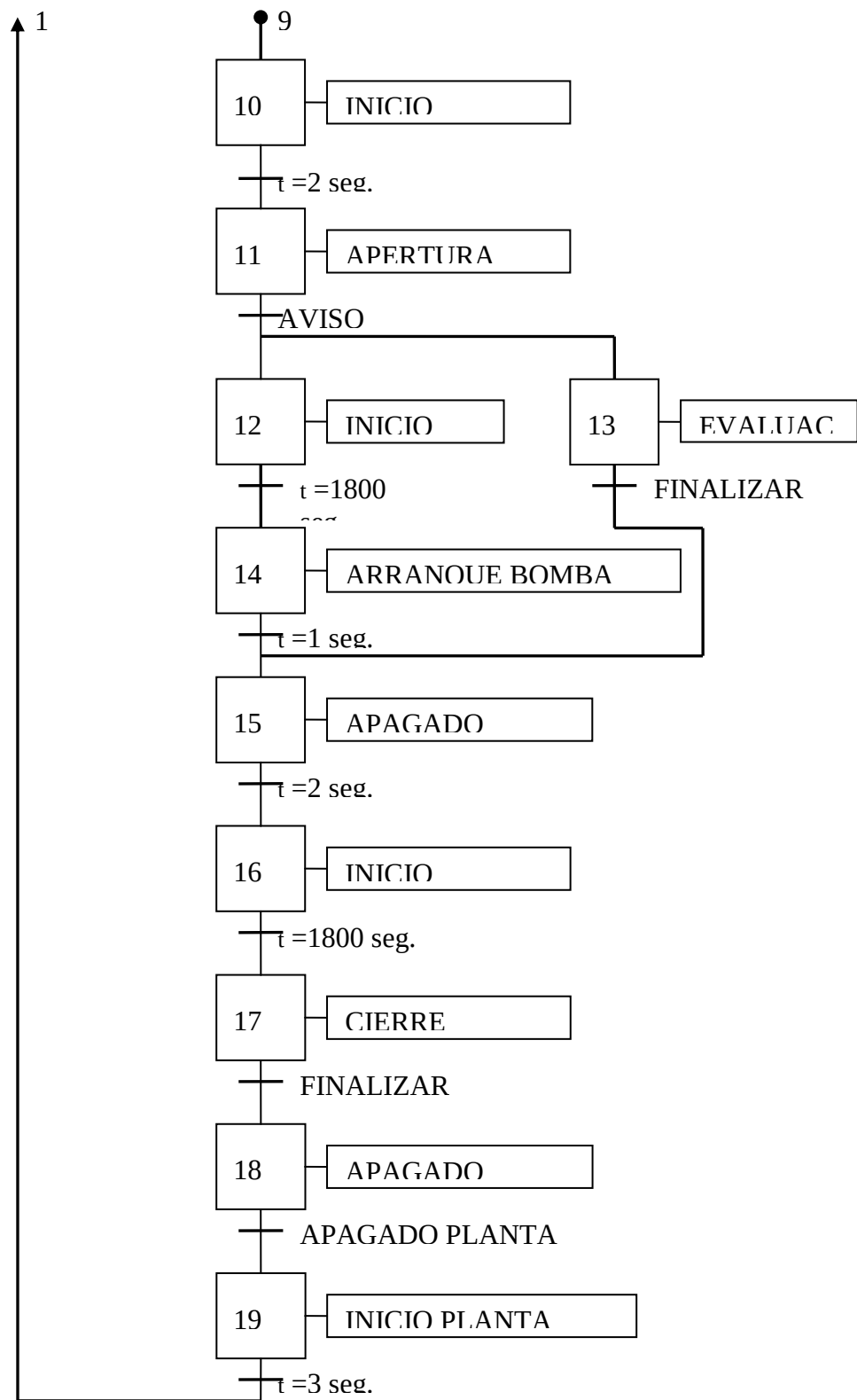


Figura 3-11. GRAFCET del sistema de agua

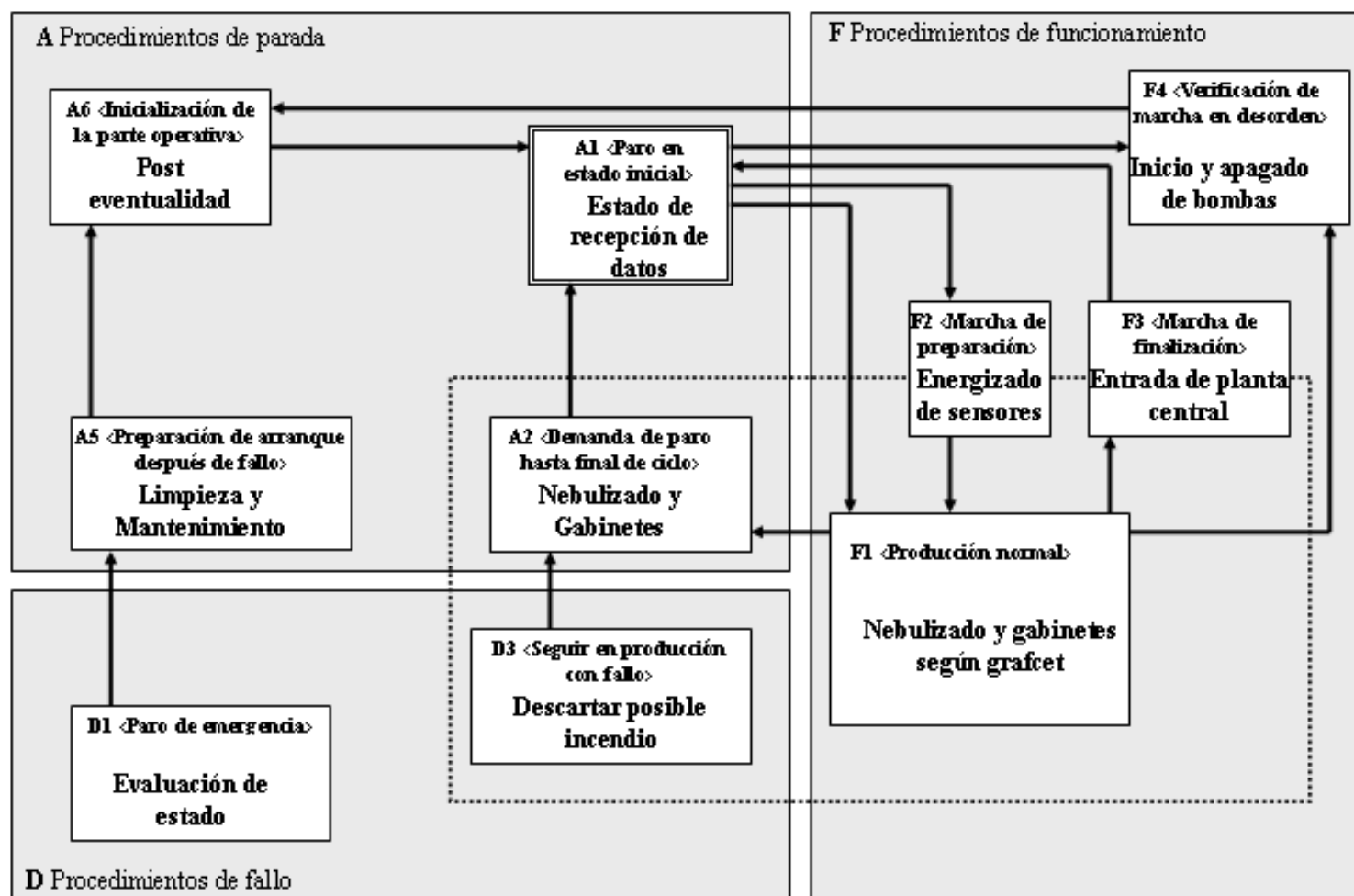


Figura 3-12. Gema del sistema de agua.

### 3.6.2 GRACEFT Y GEMMADEL SISTEMA DE GAS

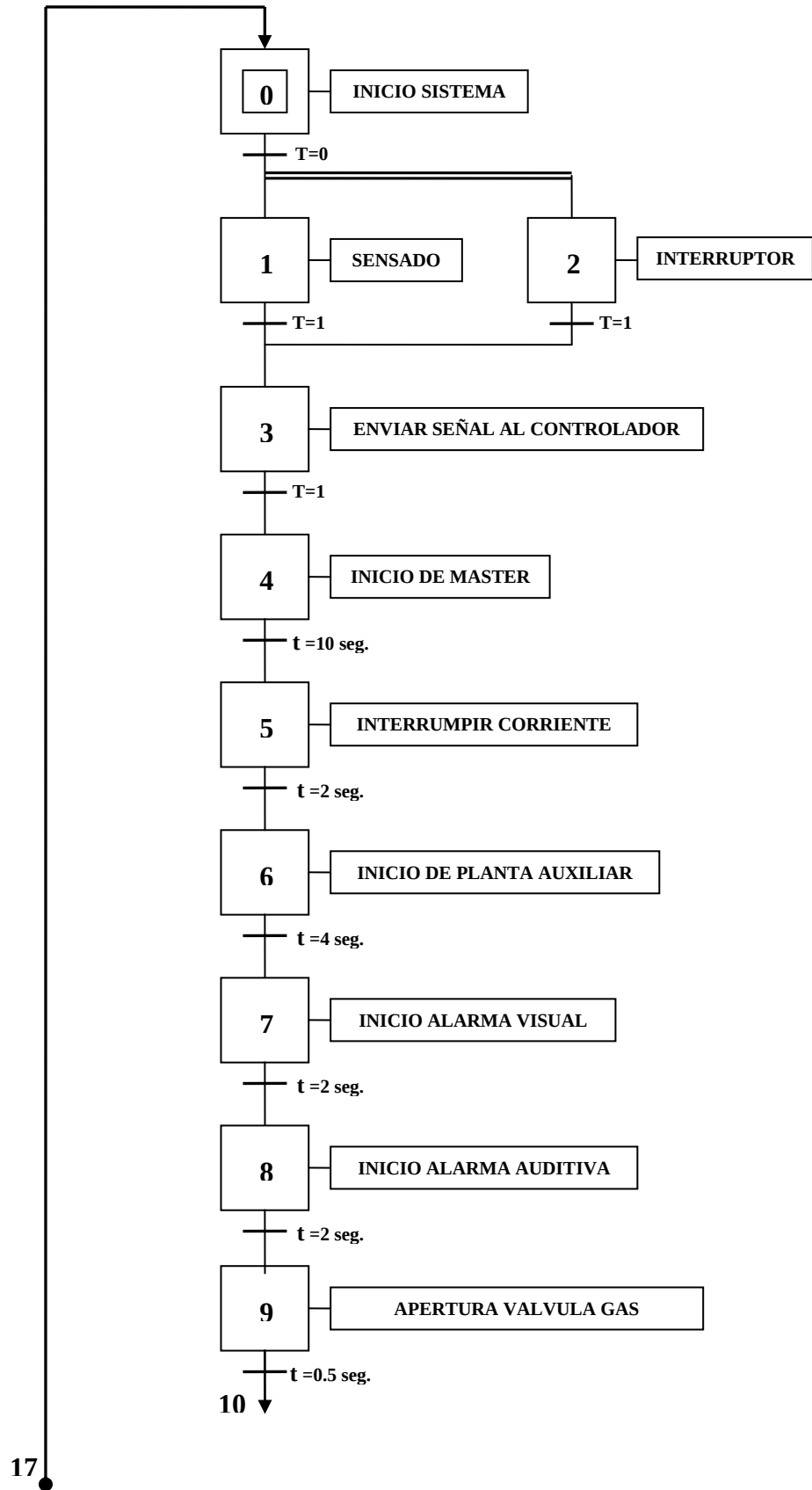


Figura 3-13. GRAFCET del sistema de gas



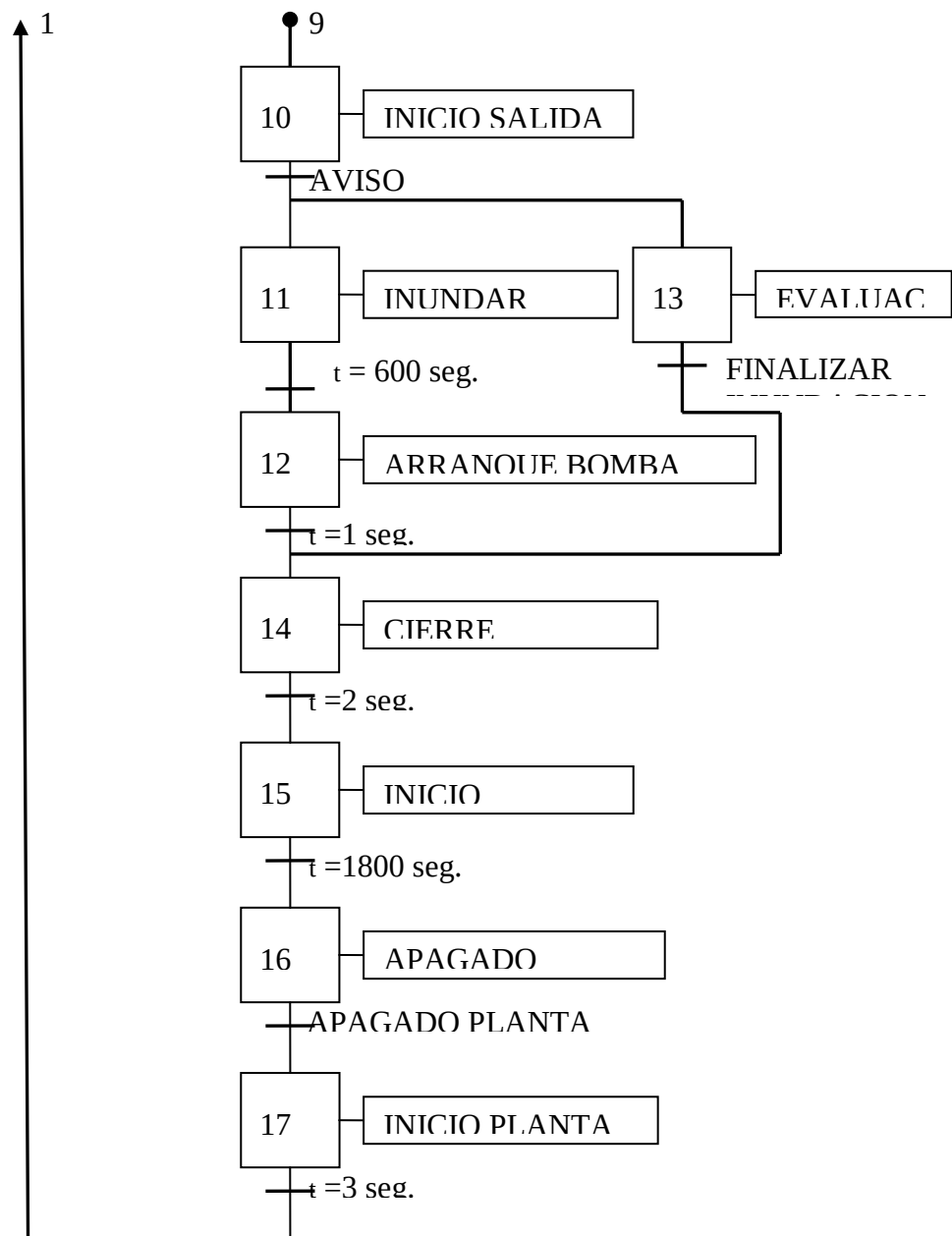


Figura 3-14. GRAFCET del sistema de gas

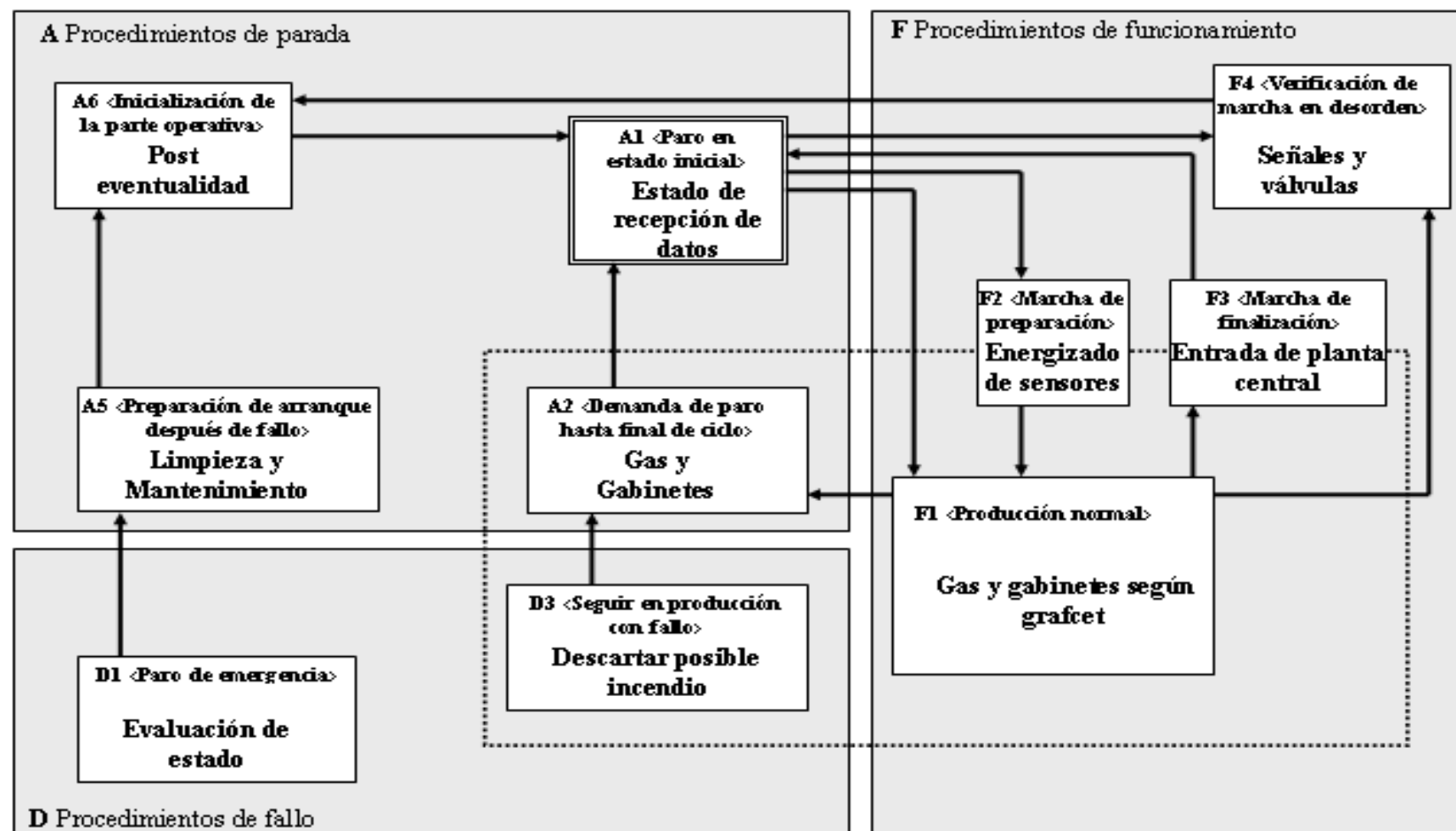


Figura 3-15. Gemma del sistema de gas

## CONCLUSIONES

- Los materiales combustibles presentes se encuentran en forma de papel.
- Principal fuente de ignición es la corriente eléctrica, aunque ya se están haciendo renovaciones del cable eléctrico.
- El nivel de riesgo de incendio de la biblioteca es leve, sin embargo se recomienda tener un sistema contra incendio.
- Los sistemas diferentes a los de rocío (rociadores) y gabinetes, resultan muy costoso para cubrir la totalidad del edificio por eso se opta por proteger el área donde se encuentran los libros.
- Los sistemas de extinción nuevos como lo es agua nebulizada y agentes limpios son de difícil cotización, ya que las empresas que están en este campo no colabora para la divulgación de estos nuevos sistemas.
- El diseño funciona, si no se cambia de posición los libros.
- Para pequeñas áreas el sistema de FM 200 es más rentable y ocupa menos espacio que los gases nobles.
- Las normas en que nos basamos fueron las NFPA, pero debe saberse que estas normas tienen periodos de vigencia y actualizaciones, si se quiere tener un proyecto actualizado debe consultarse la normatividad para el año 2010 donde se pretende incorporar nuevas situaciones y parámetros.
- El diseño se culmino para satisfacer fines académicos y como una aproximación a los detalles del verdadero proceso de construcción en este tipo de sistemas.

## RECOMENDACIONES

- Desconectar al final del día todos los equipos eléctricos en el edificio, con el propósito de evitar cortos circuitos en la noche.
- Todos los extintores de la biblioteca debe estar en un lugar visible y de fácil acceso e instalados sobre la pared.
- Contar con un plan de recargar para los extintores con el fin de evitar dejar el edificio sin ningún tipo de protección.
- Todas las personas que allí trabajan deben tener conocimiento sobre los planes de evacuación, planes de protección, y manejo de emergencia en caso de incendio.
- El sistema de gas que se planteó es genérico, para un buen diseño consultar a personal especializado en este campo.
- Mantener las áreas que se consideran como rutas de evacuación despejadas de cualquier tipo de combustible, con el fin de evitar que se genere fuego y poder hacer el desalojo oportuno del edificio.
- Verificar que la nueva red eléctrica de la Biblioteca Central de la Universidad Industrial de Santander este totalmente remodelada y no se utilice ningún cableado antiguo.
- Crear un plan organizado de evacuación, donde se involucren tanto brigadistas de la universidad como el personal que labora en el edificio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Orden S. El manual de preservación de bibliotecas y archivos del Noreste Documento Conservación Center. Disponible en: <http://www.nedcc.org/spplam/sptitle.htm>
- Desea JM, Clementes DWG. Principios para la preservación y conservación de los materiales bibliográficos 1986. Madrid. Dirección General del Libro y Bibliotecas; 1988.
- El manual de preservación de bibliotecas y archivos del Noreste Documento Conservación Center. Fascículos 1 al 6 Derechos reservados por Noreste Documento Conservación Center Ando ver, Massachusetts. 1992 y 1994.
- National Fire Protection Association. Standard for the Protection of Cultural Resources (NFPA 909); Fire Protection for Archives and Records Centers (NFPA 232A); y Safeguarding Building Construction and Demolition Operations (NFPA 241). Quincy, MA: National Fire Protection Association, promedio 25 Pg. Cada uno.
- Antonio Peinado Moreno Inspección y prevención de incendios Disponible en: LIBROS EN LA RED [www.dipualba.es/publicaciones2001](http://www.dipualba.es/publicaciones2001)
- PREMATECNICA Equipos e instalaciones para las industrias de proceso y energía <http://www.prematecnica.com>
- Panorama de la industria de control de incendios [www.ventasdeseguridad.com](http://www.ventasdeseguridad.com)
- N.F.P.A Manual de protección contra incendios Madrid, Editorial MAPFRE, 1978, 1589 pág.
- EL MANUAL DE PRESERVACION DE BIBLIOTECAS Y ARCHIVOS <http://emuseoros.wm.com.ar>
- Antonio Martín Román Daños en las bibliotecas por agua y fuego 2006

## ANEXOS

## **ANEXO A**

# **INSPECCION Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

A.1



## A.2 INSPECCIÓN DEL EDIFICIO

En esta etapa se busca ubicar los posibles focos y puntos de ignición que pueden presentarse en la biblioteca central de la universidad industrial de Santander

El formato ([ANEXO E](#)) utilizado, toma en cuenta los siguientes factores:

- Características de los ocupantes
- Almacenamientos de combustibles sólidos y líquidos
- Orden y limpieza
- Instalaciones eléctricas
- Políticas de seguridad
- Equipos eléctricos

### A.2.1 *CARACTERISTICAS DE LOS OCUPANTES*

En términos generales, el personal que ingresa y utiliza las instalaciones cuenta con buenas habilidades psicomotoras y perceptivas



**Figura A-1 Personal de la biblioteca en buenas condiciones Psicomotoras y perceptivas.**





**Figura A-1** Personas que utilizan la biblioteca en buenas condiciones psicomotoras.



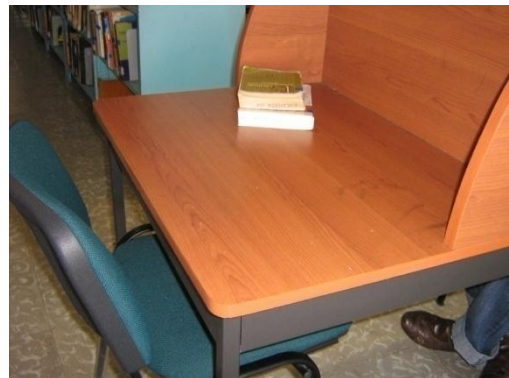
**Figura A-2** Personas que utilizan la biblioteca son perceptivas.

## A.2.2 *ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS*

El único combustible almacenado dentro de las locaciones correspondientes a la biblioteca central se encuentra en forma de papel, madera y polímeros en diversas presentaciones todos estos representados en forma de libros, mesas, sillas y las diferentes formas plásticas de uso común.



**Figura A-3** Libros almacenados.



**Figura A-4** Mesas.



**Figura A-5** Equipo electrónico.



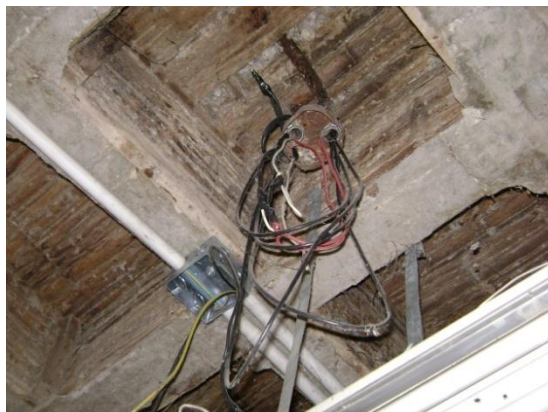
**Figura A-6** Materiales hechos de polímeros para las sillas y mesas.

### A.2.3 *INSTALACIONES ELECTRICAS*

Se está realizando una reconstrucción total de la red eléctrica, teniendo en cuenta un diseño aprobado y se va a llevar un plan de mantenimiento de redes, pero no descartamos una sobrecarga debido al incremento sustancial de equipos portátiles dentro de la biblioteca



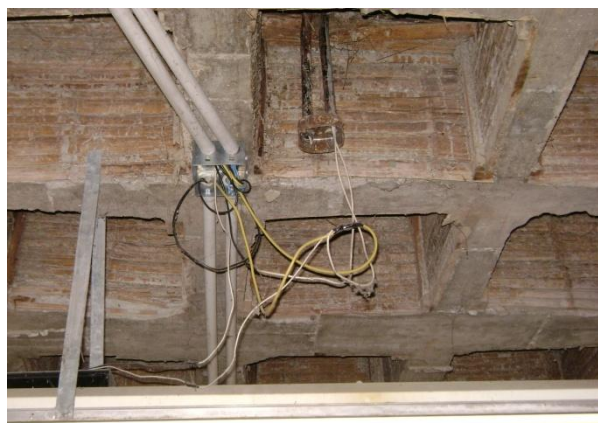
**Figura A-8 Instalaciones eléctricas enredadas.**



**Figura A-7 Instalaciones eléctricas deterioradas sin quitar**



**Figura A-10 Instalaciones eléctricas deterioradas en funcionamiento.**



**Figura A-9 Sin caja**

### A.2.4 *POLÍTICAS DE SEGURIDAD*

El edificio cuenta con algunos tipos de señalización aunque deficientes, como por ejemplo ubicación de extintores, salidas, escaleras, hacer silencio etc.





**Figura A-12 Señalización que indica silencio y recomendaciones al evacuar**



**Figura A-13 Señales para identificar las salidas.**



**FiguraA-11 Señalización para identificar extintores**

No existe un plan de recarga preventiva de extintores, de tal manera que se evite dejar la edificación sin ellos.

Existen algunos extintores que no cumple con las especificaciones mínimas de seguridad por ejemplo baja carga y fecha de vencimiento cumplida, el resto se encuentra en condiciones óptimas recargados periódicamente, además se encuentran en lugares que se pueden ver a simple vista para ubicación fácil de estos.



**Figura A-14 Extintor con baja carga**



**Figura A-15**  
Extintor detrás de la *matera*, no se puede ver a simple vista.



**Figura A-17** Extintor sosteniendo una lámpara

#### A.2.5 *EQUIPOS ELECTRICOS*



**FiguraA-18**



**Figura A-19** Aire acondicionado

### A.3 SELECCIÓN DE LOS METODOS PARA LA EVALUACION DE RIESGOS CONTRA INCENDIO

A continuación se muestra la tabla A-2<sup>12</sup> que hace una comparativa con los métodos más utilizados en la evaluación de riesgos.

**Tabla A-0-1. Tabla comparativa de los métodos para evaluar los riesgos de incendio**

|                                                   | <b>INTRÍNSECO</b>                                                                                                                          | <b>MESERI</b>                                                                                                                | <b>G. PURT</b>                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AUTOR</b>                                      | <b>MIHER</b>                                                                                                                               | <b>MAPFRE</b>                                                                                                                | <b>G. PURT</b>                                                                                                                                                                                         |
| <b>AÑO</b>                                        | <b>1981</b>                                                                                                                                | <b>1978</b>                                                                                                                  | <b>1971</b>                                                                                                                                                                                            |
| <b>PAIS</b>                                       | <b>ESPAÑA</b>                                                                                                                              | <b>ESPAÑA</b>                                                                                                                | <b>ALEMANIA</b>                                                                                                                                                                                        |
| <b>FUENTES</b>                                    | <b>ORIGINAL</b>                                                                                                                            | <b>ORIGINAL</b>                                                                                                              | <b>GRETENER</b>                                                                                                                                                                                        |
| <b>APLICACIÓN</b>                                 | <b>Establecimientos de uso industrial</b>                                                                                                  | <b>Lugares de riesgo y tamaño medio</b>                                                                                      | <b>Lugares de riesgo medio</b>                                                                                                                                                                         |
| <b>OBJETIVO</b>                                   | Evaluar el nivel de riesgo de incendio por la carga térmica y combustibilidad de los materiales y por la actividad industrial desarrollada | Evaluar el riesgo global de incendio de forma rápida y simple                                                                | Evaluar el riesgo de incendio mediante dos valores, el riesgo para el edificio y para el contenido, considerando indirectamente a las personas. Proponer medidas de detección y extinción orientativas |
| <b>CALCULO</b>                                    | <b>Mediante una ecuación</b>                                                                                                               | <b>Mediante una ecuación</b>                                                                                                 | <b>Mediante dos ecuaciones y una grafica que nos ofrece la protección</b>                                                                                                                              |
| <b>FACTORES QUE AGRAVAN EL RIESGO DE INCENDIO</b> | El riesgo de la actividad, coeficiente de combustibilidad y densidad de la carga de fuego                                                  | Construcción situación, procesos, factores de contracción, propagabilidad y destructibilidad                                 | Carga térmica, combustibilidad, carga térmica inmueble, sector cortafuego, peligro para las personas, humos y bienes                                                                                   |
| <b>FACTORES QUE REDUCEN EL RIESGO DE INCENDIO</b> | Para el riesgo calculado el reglamento nos indicara el tipo de medida a tomar                                                              | Diferencia entre vigilancia y sin vigilancia. Extintores, columnas hidratantes, detección automática, rociadores y extinción | Para el riesgo calculado el resultado del diagrama nos dirá el tipo de medida especial de protección                                                                                                   |
| <b>OBSERVACIONES</b>                              | Se trata de un método que está respaldado por un reglamento en cuanto a las medidas constructivas y de protección                          | Método muy adecuado para una aproximación inicial rápida                                                                     | Método muy completo y muy metódico, se agradece la disposición del programa, facilita los cálculos y ofrece un informe final                                                                           |

<sup>12</sup> Artículo: Análisis comparativo de los principales métodos de evaluación de riesgos de incendio-estrucplan-numero25-2003; paginas 12-17 ; <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=767>

|                                                   | <b>GRETEHER</b>                                                                                                                        | <b>ERIC</b>                                                                                                               | <b>FRAME</b>                                                                                             |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AUTOR</b>                                      | <b>M. GRETEHER</b>                                                                                                                     | <b>SARRAT Y CLUZEL</b>                                                                                                    | <b>E. DE ESMET</b>                                                                                       |
| <b>AÑO</b>                                        | <b>1965</b>                                                                                                                            | <b>1977</b>                                                                                                               | <b>1988</b>                                                                                              |
| <b>PAIS</b>                                       | <b>SUIZA</b>                                                                                                                           | <b>FRANCIA</b>                                                                                                            | <b>BELGICA</b>                                                                                           |
| <b>FUENTES</b>                                    | <b>ORIGINAL</b>                                                                                                                        | <b>GRETEHER</b>                                                                                                           | <b>GRETEHER Y ERIC</b>                                                                                   |
| <b>APLICACIÓN</b>                                 | <b>Toda clase de edificaciones e industria</b>                                                                                         | <b>Toda clase de edificaciones e industria</b>                                                                            | <b>Toda clase de edificaciones e industria</b>                                                           |
| <b>OBJETIVO</b>                                   | Evaluar el riesgo de incendio mediante un solo valor, considerando la propiedad, y considerando a las personas de forma indirecta      | Evaluar el riesgo de incendio mediante dos valores, para las personas y los bienes                                        | Evaluación del riesgo de incendio mediante tres valores, para el patrimonio, las personas y la actividad |
| <b>CALCULO</b>                                    | <b>Mediante una ecuación. Compara el riesgo admisible con el efectivo</b>                                                              | <b>Mediante dos ecuaciones y una grafica para averiguar si se necesita mas protección</b>                                 | <b>Mediante tres ecuaciones. Además de un valor Ro general de orientación</b>                            |
| <b>FACTORES QUE AGRAVAN EL RIESGO DE INCENDIO</b> | Carga de incendio mobiliaria, combustibilidad, humos toxicidad, carga inmobiliaria, nivel de planta, dimensión superficial, etc.       | Básicamente las mismas de Gretener además de opacidad de humos y tiempo de evacuación                                     | Igual a ERIC y Gretener mas un factor de dependencia, un factor ambiente, acceso y ventilación           |
| <b>FACTORES QUE REDUCEN EL RIESGO DE INCENDIO</b> | Normales (extintores, hidrantes...), Especiales (detección, transmisión...) y construcción (resistencia al fuego portante, fachada...) | Idem Gretener                                                                                                             | Idem Gretener y ERIC mas unos factores escape y de salvamento                                            |
| <b>OBSERVACIONES</b>                              | Método muy completo y muy metódico, se agradece la disposición del programa, facilita los cálculos y ofrece un informe final           | Método que tiene en cuenta a las personas como riesgo independiente, lo relaciona con los bienes para ver el riesgo final | Método muy completo que da resultados por separado para el patrimonio, personas y actividades            |

Para la evaluación de riesgo de incendio en la biblioteca se seleccionó dos métodos los cuáles son: el Meseri ya que es un método adecuado para una aproximación inicial rápida y el otro método es el Frame ya que este es el método más reciente y completo que todos los demás, dando resultados por separado para el patrimonio, personas y actividades



### A.3.1 *EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGO DE INCENDIO. Método Meseri*<sup>13</sup>

Los métodos utilizados, en general, presentan algunas complicaciones y en algunos casos son de aplicación lenta. Con este método se pretende facilitar al profesional de la evaluación del riesgo un sistema reducido, de fácil aplicación, ágil, que permita en algunos minutos calificar el riesgo.

Es obvio que un método simplificado debe aglutinar mucha información en poco espacio, habiendo sido preciso seleccionar únicamente los aspectos más importantes y no considerar otros de menor relevancia. Contempla dos bloques diferenciados de factores:

#### **Factores propios de las instalaciones:**

- Construcción
- Situación
- Procesos
- Concentración
- Propagabilidad
- Destructibilidad

#### **Factores de protección**

- Extintores
- Bocas de incendio equipadas (BIEs)
- Bocas hidrantes exteriores
- Detectores automáticos de incendio
- Rociadores automáticos
- Instalaciones fijas especiales

#### A.3.1.1 FACTORES PROPIOS DE LOS SECTORES, LOCALES O EDIFICIOS ANALIZADOS

Construcción:

##### **Altura del edificio**

Se entiende por altura de un edificio la diferencia de cotas entre el piso de planta baja o último sótano y la losa que constituye la cubierta. Entre el coeficiente correspondiente al número de pisos y el de la altura del edificio, se tomará el menor.

---

<sup>13</sup>Fundación MAPFRE estudios; Instituto de seguridad industrial, Método simplificado de evaluación de riesgos: meseri;1998; pg17-27

**Tabla A-0-2. Coeficiente x para la altura del edificio**

| Nº de pisos | Altura          | Coeficiente |
|-------------|-----------------|-------------|
| 1 ó 2       | menor de 6 m    | 3           |
| 3, 4 ó 5    | entre 6 y 12 m  | 2           |
| 6, 7, 8 ó 9 | entre 15 y 20 m | 1           |
| 10 ó más    | más de 30 m     | 0           |

Si el edificio tiene distintas alturas y la parte más alta ocupa más del 25% de la superficie en planta de todo el conjunto, se tomará el coeficiente a esta altura. Si es inferior al 25% se tomará el del resto del edificio.

### **Mayor sector de incendio**

Se entiende por sector de incendio a los efectos del presente método, la zona del edificio limitada por elementos resistentes al fuego 120 minutos. En el caso que sea un edificio aislado se tomará su superficie total, aunque los cerramientos tengan resistencia inferior.

**Tabla A-0-3. Coeficiente para el área mayor del edificio**

| Mayor sector de incendio        | Coeficiente |
|---------------------------------|-------------|
| Menor de 500 m <sup>2</sup>     | 5           |
| De 501 a 1.500 m <sup>2</sup>   | 4           |
| De 1.501 a 2.500 m <sup>2</sup> | 3           |
| De 2.501 a 3.500 m <sup>2</sup> | 2           |
| De 3.501 a 4.500 m <sup>2</sup> | 1           |
| Mayor de 4.500 m <sup>2</sup>   | 0           |

### **Resistencia al fuego**

Se refiere a la estructura del edificio. Se entiende como resistente al fuego, una estructura de hormigón. Una estructura metálica será considerada como no combustible y, finalmente, combustible si es distinta de las dos anteriores. Si la estructura es mixta, se tomará un coeficiente intermedio entre los dos dados.

**Tabla A-0-4. Coeficiente según la resistencia del edificio**

| Resistencia al fuego | Coeficiente |
|----------------------|-------------|
| Resistente al fuego  | 10          |
| No combustible       | 5           |
| Combustible          | 0           |

### **Falsos techos**

Se entiende como tal a los recubrimientos de la parte superior de la estructura, especialmente en naves industriales, colocados como aislantes térmicos, acústicos o decoración.

**Tabla.A-0-5. Coeficiente para los falsos techos**

| <b>Falsos techos</b>          | <b>Coeficiente</b> |
|-------------------------------|--------------------|
| Sin falsos techos             | 5                  |
| Falsos techos incombustibles. | 3                  |
| Falsos techos combustibles    | 0                  |

- **Situación**

Son los que dependen de la ubicación del edificio. Se consideran dos:

**Distancia de los bomberos**

Se tomará, preferentemente, el coeficiente correspondiente al tiempo de respuesta de los bomberos, utilizándose la distancia al cuartel únicamente a título orientativo.

**Tabla 0-6. Distancia de los bomberos**

| <b>Distancia</b> | <b>Tiempo</b>      | <b>Coeficiente</b> |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Menor de 5 km    | 5 minutos          | 10                 |
| Entre 5 y 10 km  | de 5 a 10 minutos  | 8                  |
| Entre 10 y 15 km | de 10 a 15 minutos | 6                  |
| Entre 15 y 25 km | de 15 a 25 minutos | 2                  |
| Más de 25 km     | más de 25 minutos  | 0                  |

**Accesibilidad del edificio**

Se clasificarán de acuerdo con la anchura de la vía de acceso, siempre que cumpla una de las otras dos condiciones de la misma fila o superior. Si no, se rebajará al coeficiente inmediato inferior.

**Tabla 0-7 Accesibilidad al edificio**

| <b>Ancho de vía de acceso</b> | <b>Fachadas accesibles</b> | <b>Distancia entre puertas</b> | <b>Calificación</b> | <b>Coeficiente</b> |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|
| Mayor de 4 m                  | 3                          | Menor de 25 m                  | BUENA               | 5                  |
|                               | 2                          | Menor de 25 m                  | MEDIA               | 3                  |
| Entre 4 y 2 m                 | 1                          | Mayor de 25 m                  | MALA                | 1                  |
| Menor de 2 m                  | 0                          | Mayor de 25 m                  | MUY MALA            | 0                  |
| No existe                     |                            |                                |                     |                    |

- **Procesos y/o destinos**

Deben recogerse las características propias de los procesos de fabricación que se realizan, los productos utilizados y el destino del edificio.

### Peligro de activación

Intenta recoger la posibilidad de inicio de un incendio. Hay que considerar fundamentalmente el factor humano que, por imprudencia puede activar la combustión de algunos productos. Otros factores se relacionan con las fuentes de energía presentes en el riesgo analizado.

Instalación eléctrica: centros de transformación, redes de distribución de energía, mantenimiento de las instalaciones, protecciones y diseño correctos.

Calderas de vapor y de agua caliente: distribución de combustible y estado de mantenimiento de los quemadores.

Puntos específicos peligrosos: operaciones a llama abierta, como soldaduras, y secciones con presencia de inflamables pulverizados.

Tabla A-0-8 Peligro de activación

| Peligro de activación | Coeficiente |
|-----------------------|-------------|
| Bajo                  | 10          |
| Medio                 | 5           |
| Alto                  | 0           |

### Carga de fuego

Se entenderá como el peso en madera por unidad de superficie (kg/m<sup>2</sup>) capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio.

Tabla A-0-9. Coeficiente según la carga de fuego de los materiales que contiene el edificio

| Carga de fuego |                 | Coeficiente |
|----------------|-----------------|-------------|
| Baja           | $Q < 100$       | 10          |
| Media          | $100 < Q < 200$ | 5           |
| Alta           | $Q > 200$       | 0           |

- **Combustibilidad**

Se entenderá como combustibilidad la facilidad con que los materiales reaccionan en un fuego. Si se cuenta con una calificación mediante ensayo se utilizará esta como guía, en caso contrario, deberá aplicarse el criterio del técnico evaluador.

Tabla A-10. Combustibilidad de los materiales que contiene el edificio

| Combustibilidad | Coeficiente |
|-----------------|-------------|
| Bajo            | 5           |
| Medio           | 3           |
| Alto            | 0           |

### Orden y limpieza

El criterio para la aplicación de este coeficiente es netamente subjetivo. Se entenderá **alto** cuando existan y se respeten zonas delimitadas para

almacenamiento, los productos estén apilados correctamente en lugar adecuado, no exista suciedad ni desperdicios o recortes repartidos por la nave indiscriminadamente.

**Tabla A-11. Coeficiente según orden y limpieza**

| Orden y limpieza | Coeficiente |
|------------------|-------------|
| Bajo             | 0           |
| Medio            | 5           |
| Alto             | 10          |

### **Almacenamiento en altura**

Se ha hecho una simplificación en el factor de almacenamiento, considerándose únicamente la altura, por entenderse que una mala distribución en superficie puede asumirse como falta de orden en el apartado anterior.

**Tabla A-12. Altura de almacenamientos**

| Altura de almacenamiento | Coeficiente |
|--------------------------|-------------|
| $h < 2\text{m}$          | 3           |
| $2 < h < 4\text{m}$      | 2           |
| $h > 6\text{m}$          | 0           |

### **Factor de concentración**

Representa el valor en U\$/m<sup>2</sup> del contenido de las instalaciones o sectores a evaluar. Es necesario tenerlo en cuenta ya que las protecciones deben ser superiores en caso de concentraciones de capital importantes.

**Tabla A-13 Factor de concentración**

| Factor de concentración              | Coeficiente |
|--------------------------------------|-------------|
| Menor de 1000 U\$/m <sup>2</sup>     | 3           |
| Entre 1000 y 2500 U\$/m <sup>2</sup> | 2           |
| Mayor de 2500 U\$/m <sup>2</sup>     | 0           |

- **Propagabilidad**

Se entenderá como tal la facilidad para propagarse el fuego, dentro del sector de incendio. Es necesario tener en cuenta la disposición de los productos y existencias, la forma de almacenamiento y los espacios libres de productos combustibles.

### **Vertical**

Reflejará la posible transmisión del fuego entre pisos, atendiendo a una adecuada separación y distribución.

**Tabla A-14. Propagación vertical**

| <b>Propagación vertical</b> | <b>Coeficiente</b> |
|-----------------------------|--------------------|
| Baja                        | 5                  |
| Media                       | 3                  |
| Alta                        | 0                  |

### **Horizontal**

Se evaluará la propagación horizontal del fuego, atendiendo también a la calidad y distribución de los materiales

**Tabla A-15. Propagación horizontal**

| <b>Propagación horizontal</b> | <b>Coeficiente</b> |
|-------------------------------|--------------------|
| Baja                          | 5                  |
| Media                         | 3                  |
| Alta                          | 0                  |

- **Destructibilidad**

Se estudiará la influencia de los efectos producidos en un incendio, sobre los materiales, elementos y máquinas existentes. Si el efecto es francamente negativo se aplica el coeficiente mínimo. Si no afecta el contenido se aplicará el máximo.

### **Calor**

Reflejará la influencia del aumento de temperatura en la maquinaria y elementos existentes. Este coeficiente difícilmente será 10, ya que el calor afecta generalmente al contenido de los sectores analizados.

- Baja: cuando las existencias no se destruyan por el calor y no exista maquinaria de precisión u otros elementos que puedan deteriorarse por acción del calor.
- Media: cuando las existencias se degraden por el calor sin destruirse y la maquinaria es escasa
- Alta: cuando los productos se destruyan por el calor.

**Tabla A-16. Destructibilidad por calor**

| <b>Destructibilidad por calor</b> | <b>Coeficiente</b> |
|-----------------------------------|--------------------|
| Baja                              | 10                 |
| Media                             | 5                  |
| Alta                              | 0                  |

### **Humo**

Se estudiarán los daños por humo a la maquinaria y materiales o elementos existentes.

- Baja: cuando el humo afecta poco a los productos, bien porque no se prevé su producción, bien porque la recuperación posterior será fácil.
- Media: cuando el humo afecta parcialmente a los productos o se prevé escasa formación de humo
- Alta: cuando el humo destruye totalmente los productos.

Tabla A-17. Destructibilidad por humo

| Destructibilidad por humo | Coefficiente |
|---------------------------|--------------|
| Baja                      | 10           |
| Media                     | 5            |
| Alta                      | 0            |

### Corrosión

Se tiene en cuenta la destrucción del edificio, maquinaria y existencias a consecuencia de gases oxidantes desprendidos en la combustión. Un producto que debe tenerse especialmente en cuenta es el ácido clorhídrico producido en la descomposición del cloruro de polivinilo (PVC).

- Baja: cuando no se prevé la formación de gases corrosivos o los productos no se destruyen por corrosión.
- Media: cuando se prevé la formación de gases de combustión oxidantes que no afectarán a las existencias ni en forma importante al edificio.
- Alta: cuando se prevé la formación de gases oxidantes que afectarán al edificio y la maquinaria de forma importante.

Tabla A-18. Destructibilidad por corrosión

| Destructibilidad por corrosión | Coefficiente |
|--------------------------------|--------------|
| Baja                           | 10           |
| Media                          | 5            |
| Alta                           | 0            |

### Agua

Es importante considerar la destructibilidad por agua ya que será el elemento fundamental para conseguir la extinción del incendio.

- Alta: cuando los productos y maquinarias se destruyan totalmente por efecto del agua.
- Media: cuando algunos productos o existencias sufran daños irreparables y otros no.

- Baja: cuando el agua no afecte a los productos.

**Tabla A-19. Destructibilidad por agua**

| <b>Destructibilidad por Agua</b> | <b>Coefficiente</b> |
|----------------------------------|---------------------|
| Baja                             | 10                  |
| Media                            | 5                   |
| Alta                             | 0                   |

#### A.3.1.2 Factores de protección

- **Instalaciones**

La existencia de medios de protección adecuados se considera fundamental en este método de evaluación para la clasificación del riesgo. Tanto es así que, con una protección total, la calificación nunca será inferior a 5.

Naturalmente, un método simplificado en el que se pretende gran agilidad, debe reducir la amplia gama de medidas de protección de incendios al mínimo imprescindible, por lo que únicamente se consideran las más usuales.

Los coeficientes a aplicar se han calculado de acuerdo con las medidas de protección existentes en los locales y sectores analizados y atendiendo a la existencia de vigilancia permanente o la ausencia de ella. Se entiende como vigilancia permanente, a aquella operativa durante los siete días de la semana a lo largo de todo el año.

Este vigilante debe estar convenientemente adiestrado en el manejo del material de extinción y disponer de un plan de alarma.

Se ha considerado también la existencia de medios como la protección de puntos peligrosos con instalaciones fijas especiales, con sistemas fijos de agentes gaseosos y la disponibilidad de brigadas contra incendios.

**Tabla A-20. Factor de y para protección por instalaciones**

| <b>Factores de protección por instalaciones</b> | <b>Sin vigilancia</b> | <b>Con vigilancia</b> |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Extintores manuales                             | 1                     | 2                     |
| Bocas de incendio                               | 2                     | 4                     |
| Hidrantes exteriores                            | 2                     | 4                     |
| Detectores de incendio                          | 0                     | 4                     |
| Rociadores automáticos                          | 5                     | 8                     |
| Instalaciones fijas                             | 2                     | 4                     |

Las instalaciones fijas a considerar como tales, serán aquellas distintas de las anteriores que protejan las partes más peligrosas del proceso de fabricación, depósitos o la totalidad del sector o edificio analizado. Fundamentalmente son



sistemas fijos con agentes extintores gaseosos (anhídrido carbónico, mezclas de gases atmosféricos, FM 200, etc.).

- **Brigadas internas contra incendios**

Cuando el edificio o planta analizados posea personal especialmente entrenado para actuar en el caso de incendios, con el equipamiento necesario para su función y adecuados elementos de protección personal, el coeficiente **B** asociado adoptará los siguientes valores:

**Tabla A-21. Coeficiente de B**

| <b>Brigada interna</b> | <b>Coeficiente</b> |
|------------------------|--------------------|
| Si existe brigada      | 1                  |
| Si no existe brigada   | 0                  |

#### A.3.1.3 METODO DE CÁLCULO

Para facilitar la determinación de los coeficientes y el proceso de evaluación, los datos requeridos se han ordenado en una planilla la que, después de completarse, lleva el siguiente cálculo numérico:

**Subtotal X:** suma de los coeficientes correspondientes a los primeros 18 factores.

**Subtotal Y:** suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes.

**Coeficiente B:** es el coeficiente hallado en 2.2 y que evalúa la existencia de una brigada interna contra incendio.

El coeficiente de protección frente al incendio (**P**), se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$P = 5X / 129 + 5Y / 26 + B$$

El valor de **P** ofrece la evaluación numérica objeto del método, de tal forma que:  
Para una **evaluación cualitativa**:

**Tabla A-22. Evaluación cualitativa**

| <b>Valor de P</b> | <b>• Categoría</b>      |
|-------------------|-------------------------|
| <b>0 a 2</b>      | <b>Riesgo muy grave</b> |
| <b>2,1 a 4</b>    | <b>Riesgo grave</b>     |
| <b>4,1 a 6</b>    | <b>Riesgo medio</b>     |
| <b>6,1 a 8</b>    | <b>Riesgo leve</b>      |
| <b>8,1 a 10</b>   | <b>Riesgo muy leve</b>  |

Para una **evaluación taxativa**:

Tabla A-23. Evaluación taxativa

| Aceptabilidad       | Valor de P |
|---------------------|------------|
| Riesgo aceptable    | $P > 5$    |
| Riesgo no aceptable | $P \leq 5$ |

### A.3.2 METODO F.R.A.M.E<sup>14</sup>

El método Frame es desarrollado por el método establecido por M.Gretener y de otros métodos similares como es Eric, las tarifas de los aseguradores contra incendio entre otros.

Este método permite calcular el riesgo de incendio en edificios para el patrimonio, para las personas y para las actividades, haciendo más fácil la escogencia de la protección más eficaz y equilibrada en cuanto a riendo de incendio. A continuación se ve los fundamentos de cálculo de cada uno de los factores.

#### A.3.2.1 Patrimonio

El riesgo para el patrimonio se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{P}{A * D}$$

Donde:

R=Riesgo de patrimonio

P=Riesgo potencial

A=Riesgo admisible

D=Nivel de protección

#### • RIESGO POTENCIAL

Se calcula de la siguiente forma

$$P = q * i * g * e * v * z$$

#### FACTOR CARGA CALORIFICA (q)

Es la cantidad de calor por unidad de superficie desprendida por la combustión completa de los materiales combustible que se encuentra en el lugar considerado.

Este factor se calcula por medio de la siguiente ecuación

$$q = \frac{2}{3} \log(Q_1 + Q_m) - 0.5$$

$Q_1$ =Carga inmobiliaria del edificio (**ver tabla A-24**)

$Q_m$ =Carga mobiliaria de los materiales y mercancías que se encuentran en el interior del edificio (**ver tabla A-25**)

Estos factores están tabulados en las siguientes tablas:

<sup>14</sup> Revista técnica de seguridad y salud laborales, Prevención No 159/2002.  
<http://www.framemethod.net/whatissp.html>

**Tabla A-24. Carga inmobiliaria  $Q_i$**

| TIPO DE CONSTRUCCIÓN                                                 | MJ/m <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------|
| a) Totalmente materiales incombustibles                              | 0                 |
| b) Igual que a) pero con un 10% como max. de materiales combustibles | 100               |
| c) Construcción de madera con revestimiento incombustible            | 300               |
| d) Únicamente la estructura es incombustible                         | 1.000             |
| e) Construcción combustible                                          | 1.500             |

**Tabla A-25. Carga mobiliaria  $Q_m$**

| TIPO DE RIESGO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MJ/m <sup>2</sup>                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Riesgo Ligero clase L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 200                                                                                  |
| Riesgo ordinario con carga calorífica baja (ROI <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 600                                                                                  |
| Riesgo ordinario con carga calorífica mediana (ROI <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.500                                                                                |
| Riesgo ordinario con carga calorífica alta (ROI <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2.000                                                                                |
| Riesgo ordinario con carga calorífica muy alta (ROI <sup>4</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.500                                                                                |
| Riesgo extraordinario (REA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2.500                                                                                |
| Riesgo extraordinario (REB)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3.000                                                                                |
| Riesgo extraordinario (REC)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3.750                                                                                |
| Para riesgos de almacenamiento, $Q_m$ se da en MJ/m <sup>2</sup> = 300 x la densidad de aplicación total de los rociadores en litros/min.m <sup>2</sup> . Para almacenamiento en estanterías con rociadores de techo e intermedios hay que calcular la densidad total, añadiendo una densidad de 12,5 l/min.m <sup>2</sup> por cada nivel intermedio de rociadores a la densidad de la red al techo | 300 x la densidad de aplicación total de los rociadores en litros/min.m <sup>2</sup> |
| Rociadores "Large drop"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7.000                                                                                |
| El tipo ESFR a 50 psi (3,4 bar)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12.000                                                                               |
| El tipo ESFR a 75 psi (5,2 bar)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15.000                                                                               |

### FACTOR DE PROPAGACIÓN (i)

Indica la facilidad con que los materiales se pueden inflamar y su rapidez en consumirse, se calcula de la siguiente forma

$$i = 1 - \frac{T}{1000} - 0.1 \log m + \frac{M}{10} \text{ Siendo}$$

T=temperatura necesaria para dañar los materiales (**tabla A-26**)

m= dimensión media del contenido, refleja la relación entre volumen total (m<sup>3</sup>) y la superficie total del contenido (m<sup>2</sup>) y oscila entre valores 0.001m y 2m

M=Para la clase de reacción al fuego (**tabla A-27**)

Tabla A-26. Temperatura recomendada para dañar los materiales

| VALORES RECOMENDADOS PARA T           | °C  |
|---------------------------------------|-----|
| Fluidos inflamables                   | 0   |
| Seres humanos, plásticos, electrónica | 100 |
| Textil, madera, papel, comida         | 200 |
| Máquinas                              | 300 |
| Metal                                 | 400 |
| Materiales incombustibles             | 500 |

Tabla.A-27. Clase de reacción al fuego

| CLASE DE REACCIÓN AL FUEGO DE LAS SUPERFICIES | M |
|-----------------------------------------------|---|
| Materiales incombustibles (CEA clase 6)       | 0 |
| Materiales poco combustibles (CEA clase 5)    | 1 |
| Difícilmente inflamable (CEA clase 4)         | 2 |
| Medianamente inflamable (CEA clase 3)         | 3 |
| Fácilmente inflamable (CEA clase 2)           | 4 |
| Muy fácilmente inflamable (CEA clase 1)       | 5 |

#### FACTOR DE GEOMETRIA (g)

Mide el espacio en el que el fuego es capaz de desarrollarse. Se calcula a partir de l (longitud del compartimento) y b (anchura del mismo)

$$g = \frac{b + 5\sqrt{l * b^2}}{200}$$

#### FACTOR DE PLANTAS (e)

Mide el desarrollo vertical del incendio.

$$e = \left[ \frac{(E + 3)}{E + 2} \right]^{0.7 * E}$$

Donde E es el número de plantas del edificio, sobre el nivel del suelo

#### FACTOR DE VENTILACION (v)

Indica la influencia de humos en la propiedad de propagación del calor, y se calcula con la siguiente ecuación:

$$v = 0.84 + 0.1 \log Q_m - \sqrt{k * \sqrt{h}}$$

Donde

Qm= carga mobiliaria (ver tabla A.-27)

k=relación entre la superficie disponible para evacuar humos calientes y la superficie total del compartimento

#### FACTOR DE ACCESO (z)

Indica la influencia de de las posibilidades de acceso al compartimento. Se calcula a partir de la anchura del compartimento b, la diferencia de la cota entre el compartimento y el nivel del suelo H y el número de direcciones de acceso Z.

$$z = 1 + 0.05 ENT \left[ \frac{b}{20z} + \frac{H^+}{25} o \frac{H^-}{3} \right]$$

- **RIESGO ADMISIBLE**

$$A = 1.6 - a - t - c$$

#### FACTOR DE ACTIVACION(a)

Representa las fuentes de ignición existentes se rige en función de las actividades principales, de las instalaciones y de los procesos de fabricación.

#### FACTOR DE TIEMPO DE EVACUACIÓN (t)

El tiempo requerido para evacuar el compartimento. Se calcula en función de la movilidad de las personas, de las dimensiones del compartimento, y de las características del recorrido de la evacuación.

$$t = \frac{px \left[ b + l \frac{X}{x} + 1.25H^+ + 2H^- \right] * (b + l)}{800K * [1.4x * (b + l) - 0.44X]}$$

X= densidad de personas que deben evacuar el compartimento. (Tabla A-28)

x=cantidad de unidades de pasos.

p= factor de movilidad. (Tabla A-29)

K= se considera dos direcciones distintas cuando una persona debe girar al menos 90° para ir de una salida a otra, por lo tanto es el numero de direcciones de evacuación posible.

#### FACTOR DE CONTENIDO (c)

Se calcula mediante del factor C<sub>2</sub> “valor del contenido del compartimento” y C<sub>1</sub> “posibilidades de cambio de los bienes amenazados” (ver Tabla A-30).

$$c = c_1 + c_2$$

$$c_2 = \frac{1}{4} \log V_r$$

$$V_r = \frac{V}{7 * 10^6}$$

V<sub>r</sub>= valor monetario en Euros



**Tabla A-28. Factor X “densidad de personas”**

|                                                                                  |       |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| a) Salas de espera, andenes de estaciones                                        | 3     |
| b) Lugares públicos con ocupación alta (halls, iglesias, discotecas, etc.)       | 1,5   |
| c) Lugares públicos con ocupación normal (salas de conferencia, restaurantes...) | 0,6   |
| d) Aulas en los colegios                                                         | 0,5   |
| e) Jardines de infancia                                                          | 0,3   |
| f) Laboratorios, talleres en las escuelas                                        | 0,2   |
| g) Instituciones médicas                                                         | 0,1   |
| h) Prisiones                                                                     | 0,1   |
| i) Edificios residenciales (casas, hoteles, pensiones)                           | 0,05  |
| j) Comercios: planta baja y subsuelo                                             | 0,4   |
| k) Comercios: pisos superiores                                                   | 0,2   |
| l) Oficinas                                                                      | 0,1   |
| m) Fábricas                                                                      | 0,03  |
| n) Almacenes                                                                     | 0,003 |

**Tabla.A-29 Factor p “factor de movilidad de personas”**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| a) Personas independientes y móviles (obreros)                       | 1  |
| b) Personas móviles pero dependientes (alumnos)                      | 2  |
| c) Personas inmovilizadas (enfermos, ancianos)                       | 8  |
| d) No hay un plan de evacuación claro                                | +2 |
| e) Hay riesgo de situaciones de pánico                               | +2 |
| f) Personas con discapacidades, con limitaciones físicas o psíquicas | +2 |

**Tabla A-30. Factor C<sub>1</sub> “Posibilidades de cambio de los bienes amenazados”**

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Para un contenido sustituible                           | 0   |
| Para un contenido difícilmente sustituible (maquinaria) | 0,1 |
| Para un contenido único en su género (obras de arte)    | 0,2 |

- **NIVEL DE PROTECCION(D)**

$$D = W * N * S * F$$

FACTOR DE RESERVA DE AGUA (W)

Indica la calidad de las reservas de agua para extinción. Se valora teniendo en cuenta el tipo de depósito, la cantidad de agua disponible, la presión de trabajo, las características del sistema de distribución y el número de hidrantes.

$$W = 0.95^W$$

$$W = \sum W_i \text{ (Ver tabla A-31)}$$

**Tabla A-31. Factores W, tipo de depósito, capacidad el depósito, red de distribución, hidrantes, presión.**

| TIPO DE DEPÓSITO                                                                                         | W <sub>1</sub> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| a) Reserva de agua de uso mixto, llenado automático                                                      | 0              |
| b) Idem, llenado manual                                                                                  | 4              |
| c) No existe la reserva de agua                                                                          | 10             |
| CAPACIDAD DEL DEPÓSITO                                                                                   | W <sub>2</sub> |
| d) Volumen en m <sup>3</sup> es igual o mayor que 0,25 m <sup>3</sup> (Q <sub>i</sub> + Q <sub>m</sub> ) | 0              |
| e) 10 % menos                                                                                            | 1              |
| f) 20 % menos                                                                                            | 2              |
| g) 30 % menos                                                                                            | 3              |
| h) Más del 30 % menos                                                                                    | 4              |
| RED DE DISTRIBUCIÓN                                                                                      | W <sub>3</sub> |
| i) Red de distribución adecuada                                                                          | 0              |
| j) Diámetro demasiado pequeño                                                                            | 2              |
| k) No existe red de distribución                                                                         | 6              |
| HIDRANTES                                                                                                | W <sub>4</sub> |
| l) Una conexión de 65 mm para 50 m. perímetro                                                            | 0              |
| m) Una conexión de 50 para 100 m                                                                         | 1              |
| n) Menos de una conexión por 100 m. de perímetro                                                         | 3              |
| PRESIÓN                                                                                                  | W <sub>5</sub> |
| o) Presión estática H + 35 m                                                                             | 0              |
| p) Menos presión estática                                                                                | 3              |

### FACTOR DE PROTECCION ESPECIAL (S)

Representan las medidas especiales de protección que una empresa podría implantar para actuar en forma rápida

$$S = 1.05^S$$

$$s = \sum s_i \text{ (Ver tabla A-32)}$$

### FACTOR DE PROTECCION NORMAL (N)

Indica la calidad de medios normales de protección, como los extintores, cercanía de los bomberos etc. Se calcula de la siguiente forma:

$$N = 0.95^n$$

$$n = \sum n_i$$

n<sub>i</sub> ver tabla A-33

**Tabla A-32. Factor s “Medidas especiales de protección**

| DETECCIÓN AUTOMÁTICA                                                                      |  | $s_1$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|
| a) Por sprinklers                                                                         |  | 4     |
| b) Por detectores térmicos o de calor                                                     |  | 5     |
| c) Por detectores de humos o llama                                                        |  | 8     |
| d) Con supervisión electrónica del sistema                                                |  | 2     |
| e) Con identificación individual de zonas de fuegos pequeños                              |  | 2     |
| RESERVAS DE AGUA                                                                          |  | $s_2$ |
| f) Reserva de agua inagotable (al menos 4 veces la necesaria, como con ríos, lagos, etc.) |  | 3     |
| g) Reserva de agua únicamente para la lucha contra incendio                               |  | 2     |
| h) Una fuente de agua independiente                                                       |  | 2     |
| i) Una fuente de agua de "alta fiabilidad"                                                |  | 5     |
| j) Dos fuentes de agua de "alta fiabilidad"                                               |  | 12    |
| PROTECCIONES AUTOMÁTICAS                                                                  |  | $s_3$ |
| k) Sprinklers sin fuente de agua independiente                                            |  | 11    |
| l) Sprinklers con fuente de agua independiente                                            |  | 14    |
| m) Sprinklers con dos fuentes de agua independiente                                       |  | 20    |
| n) Otros sistemas de extinción automático ( $CO_2$ , espuma...)                           |  | 11    |
| CUERPO DE BOMBEROS                                                                        |  | $s_4$ |
| o) Bomberos de empresa temporal                                                           |  | 6     |
| p) Bomberos de empresa permanente                                                         |  | 14    |
| q) Bomberos profesionales del servicio público                                            |  | 8     |
| r) Pequeña brigada profesional del servicio público + voluntarios                         |  | 6     |
| s) Pequeño equipo permanente y bomberos voluntarios del servicio público                  |  | 5     |
| t) Bomberos profesionales + brigada voluntaria                                            |  | 2     |

**Tabla A-33. Factor de protección normal  $n_i$ .**

| SERVICIO DE GUARDIA                                                                                                           |  | $n_1$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|
| a) Servicio de guardia con presencia humana, sistema manual de alerta, notificación a la brigada de incendio y alerta interna |  | 0     |
| b) Sin servicio de guardia                                                                                                    |  | 2     |
| c) Sin sistema manual de alerta                                                                                               |  | 2     |
| d) Sin garantía de notificación a la brigada de incendio                                                                      |  | 2     |
| e) Sin alerta interna                                                                                                         |  | 2     |
| MEDIOS MANUALES DE EXTINCIÓN                                                                                                  |  | $n_2$ |
| f) Extintores en cantidad suficiente                                                                                          |  | 0     |
| g) Extintores en cantidad insuficiente                                                                                        |  | 2     |
| h) Bocas de incendio equipadas en cantidad adecuada                                                                           |  | 0     |
| i) BIE insuficientes                                                                                                          |  | 2     |
| j) Sin BIE                                                                                                                    |  | 4     |
| INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS                                                                                                  |  | $n_3$ |
| k) Intervención en menos de 10 minutos                                                                                        |  | 0     |
| l) Entre 10 y 15 minutos                                                                                                      |  | 2     |
| m) Entre 15 y 30 minutos                                                                                                      |  | 5     |
| n) Más de 30 minutos                                                                                                          |  | 10    |
| FORMACIÓN                                                                                                                     |  | $n_4$ |
| o) Todos los ocupantes saben utilizar los medios de extinción                                                                 |  | 0     |
| p) Sólo un grupo de personas están entrenadas                                                                                 |  | 2     |
| q) Sin formación                                                                                                              |  | 4     |



#### FACTOR DE RESISTENCIA AL FUEGO (F)

Se calcula en función de f “resistencia al fuego de los elementos estructurales, fachada, techo y muros interiores” y S “factor de protección especial”

Así tenemos:

$$F = \left[ 1 + \frac{f^{2.5}}{10^6} + \frac{f}{100} \right] * [1 - 0.025(S - 1)]$$

DONDE

$$f = \frac{1}{2} f_s + \frac{1}{4} f_f + \frac{1}{8} f_d + \frac{1}{8} f_w$$

$f_s$ : resistencia al fuego de los elementos estructurales

$f_f$ : resistencia al fuego de las fachadas

$f_d$ : resistencia al fuego de los techos

$f_w$ : resistencia al fuego de los muros interiores

#### A.3.2.2 LAS PERSONAS

El riesgo para las personas ( $R_1$ ) se calcula de la siguiente forma:

$$R_1 = \frac{P_1}{A_1 * D_1}$$

Donde

$P_1$ =Riesgo potencial

$A_1$ =Riesgo admisible

$D_1$ =Nivel de protección

- **RIESGO POTENCIAL ( $P_1$ )**

Se calcula de la siguiente forma

$$P_1 = q * i * e * v * z$$

- **RIESGO ADMISIBLE ( $A_1$ )**

Se calcula como sigue:

$$A_1 = 1.6 - a - t - r$$

FACTOR AMBIENTE (r)

Indica la forma como en el interior del edificio se puede entorpecer la evacuación. Se calcula en función de la carga inmobiliaria  $Q_i$  (Ver tabla A.2-24) y de la combustibilidad de las superficies M (ver tabla A.2-27).

$$r = 0.1 * \log(Q_i + 1) + \frac{M}{10}$$

- **NIVEL DE PROTECCIÓN ( $D_1$ )**

Se calcula como sigue

$$D_1 = N * U$$

FACTOR DE ESCAPE (U)

Para éste cálculo se tiene en cuenta las medidas especiales de protección que faciliten la evacuación o retrasen el desarrollo del fuego, las particiones del cortafuego y la protección de los recorridos de escape:

$$U = 1.05^u$$

$$u = \sum u_i$$

$u_i$  ver tabla A-34

**Tabla A34. Valores para  $u_i$**

| DETECCIÓN AUTOMÁTICA                                      |  | $u_1$ |
|-----------------------------------------------------------|--|-------|
| a) Por Sprinklers                                         |  | 4     |
| b) Por detectores térmicos                                |  | 5     |
| c) Por detectores de humo                                 |  | 8     |
| d) Con vigilancia de circuitos electrónicos               |  | 2     |
| e) Con identificación del detector                        |  | 2     |
| f) Detección parcial en zona de alto riesgo               |  | 2     |
| g) Detección para no más de para 300 personas como máximo |  | 2     |
| MEDIOS DE EVACUACIÓN                                      |  | $u_2$ |
| h) Escaleras interiores separadas                         |  | 2     |
| i) Escaleras interiores protegidas                        |  | 4     |
| j) Escaleras exteriores de evacuación                     |  | 8     |
| k) Tobogán para el 1º y 2º piso                           |  | 2     |
| l) Evacuación horizontal para el 50%                      |  | 2     |
| m) Evacuación horizontal para el 100%                     |  | 8     |
| n) Señalización completa de las vías de evacuación        |  | 4     |
| COMPARTIMENTACIÓN                                         |  | $u_3$ |
| ñ) Áreas de fuego de más 1.000 m² separadas por RF30      |  | 2     |
| o) Áreas de fuego de más de 1.000 m² separadas por RF60   |  | 4     |
| PROTECCIÓN                                                |  | $u_4$ |
| p) Evacuaciones de humos accionada por la detección       |  | 3     |
| q) Sprinklers en la zona de alto riesgo                   |  | 5     |
| r) Sprinklers en todo el edificio                         |  | 10    |
| s) Otro sistema de extinción automático                   |  | 4     |
| BRIGADAS DE BOMBEROS                                      |  | $u_5$ |
| t) Cuerpo de empresa                                      |  | 5     |
| u) Cuerpo público + voluntarios                           |  | 2     |
| v) Cuerpo público profesional                             |  | 8     |
| w) Cuerpo público mixto (voluntarios y profesionales)     |  | 6     |
| x) Cuerpo público (voluntarios con permanencia)           |  | 4     |

### A.3.3 LAS ACTIVIDADES ( $R_2$ )

$$R_2 = \frac{P_2}{A_2 * D_2}$$

Donde

$P_2$ =Riesgo potencial

$A_2$ =Riesgo admisible

$D_2$ =Nivel de protección

- **RIESGO POTENCIAL(P<sub>2</sub>)**

Se calcula con la siguiente expresión

$$P_2 = i * g * e * v * z$$

- **RIESGO ADMISIBLE (A<sub>2</sub>)**

Se calcula como sigue:

$$A_2 = 1.6 - a - t - d$$

**FACTOR DE DEPENDENCIA (d)**

Indica la vulnerabilidad de la actividad económica. Es la relación entre calor añadido y la cifra de ventas (**ver tabla A -35**).

**Tabla A-35. Factor de d "factor de independencia".**

|                                                                     |             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| Industria de alta tecnología y servicios. (Construcción de aviones) | 0,7 - 0,9   |
| Industria de tecnología fina. (Fábrica de componentes electrónicos) | 0,45 - 0,7  |
| Industria en general                                                | 0,25 - 0,45 |
| Empresas comerciales                                                | 0,05 - 0,15 |
| Servicios administrativos                                           | 0,8         |

- **RIESGO DE PROTECCION (D<sub>2</sub>)**

Se calcula como sigue

$$D_2 = W * N * S * Y$$

**FACTOR DE SALVAMENTO (Y)**

Para el cálculo de éste factor se valoran las disposiciones que protegen los elementos críticos de la actividad contra las consecuencias de un incendio y las medidas que permiten reanudar la actividad en poco tiempo en el mismo lugar o en otra parte. (**Ver tabla A-36**).

$$Y = \sum Y_i$$

**Tabla A-36. Factor de salvamento Y**

| <b>PROTECCIÓN FÍSICA</b>                                       |  | <b>Y<sub>1</sub></b> |
|----------------------------------------------------------------|--|----------------------|
| a) Para áreas de 1.000 m <sup>2</sup> separadas por RF30       |  | 2                    |
| b) Para áreas de 1.000 m <sup>2</sup> separadas por RF60       |  | 4                    |
| c) Detección automática parcial en áreas críticas              |  | 3                    |
| d) Sprinklers en zonas críticas                                |  | 5                    |
| e) Otro sistema automático para áreas críticas                 |  | 4                    |
| <b>ORGANIZACIÓN</b>                                            |  | <b>Y<sub>2</sub></b> |
| f) Datos económicos y financieros protegidos                   |  | 2                    |
| g) Reparaciones inmediatas posibles con medios propios         |  | 4                    |
| h) Reparaciones posibles con la mínima ayuda                   |  | 2                    |
| i) Traslado inmediato de la actividad                          |  | 3                    |
| j) Distribución de la actividad a varios centros de producción |  | 3                    |

#### A.3.3.1 CALCULO DEL RIESGO

El cálculo del riesgo se realizará siguiendo lo anteriormente citado, es decir en función de los tres guiones que el método propone

Por lo tanto tendremos el cálculo de riesgo para: patrimonio, personas y actividades.

Para considerar protegido a un compartimento, será necesario, que el valor del riesgo de cada uno de los guiones sea inferior que la unidad.

También este método nos ofrece un cálculo de riesgo inicial  $R_0$ , éste parámetro sirve cuando se diseña un compartimento para obtener una primera orientación a la hora de escoger una protección efectiva contra incendio. La expresión utilizada es la siguiente:

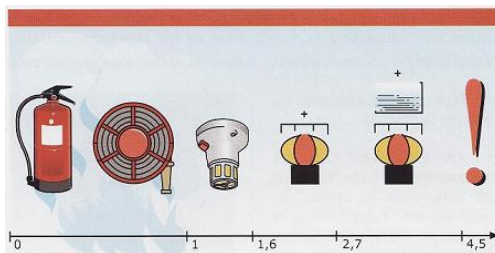
$$R_0 = \frac{P}{A * F_0}$$

Donde  $F_0$  es la resistencia al fuego estructural, ésta se calcula mediante la siguiente ecuación, en la que el valor  $f_s$  de resistencia al fuego de la estructura viene dado en RF-MINUTOS:

$$F_0 = \left[ 1 + \frac{f_s}{100} - \frac{f_s^{2.5}}{10^6} \right]$$

El valor de  $R_0$  nos orienta en la elección del tipo de protección a escoger siguiendo la siguiente escala, en la **figura A.16** podemos visualizar en forma de gráfica esta escala.

- Cuando  $R_0$  es mayor de 4.5 la protección va exigir muchos medios. las medidas preventivas irán enfocadas a la modificación de los elementos estructurales y constructivos, por ejemplo la reducción del tamaño de los compartimentos, la mejora de los accesos etc.
- Cuando  $R_0$  esté entre 1.6 y 4.5 se aconseja proteger mediante un sistema de rociadores en el caso que sea mayor a 2.7 deberán estar abastecido con reservas de agua de alta calidad.
- Cuando  $R_0$  esté entre el valor de 1 y 1.6 se aconseja instalar un sistema automático de detección y alarma para asegurar una llegada rápida de los equipos de extinción.
- Finalmente cuando el valor es inferior a 1 es suficiente una protección manual de extintores y BIES



**Figura A-16. Escala para la protección a escoger**

A.4 CÁLCULO DEL RIESGO DE INCENDIO EN LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER SEGÚN MÉTODO MESERI Y FRAME.

A.4.1 CÁLCULO DE RIESGO (MESERI)

**Objetivo: Evaluación del riesgo de incendio de la biblioteca central UIS**

**Factores X**

Tabla A-37. Factores X

|                                             | CONCEPTO          | Coef.ptos | Otorgado |
|---------------------------------------------|-------------------|-----------|----------|
| <b>Nro. de pisos</b>                        | <b>Altura</b>     |           |          |
| 1 ó 2                                       | menor que 6 m     | 3         | 2        |
| 3, 4 ó 5                                    | entre 6 y 15 m    | 2         |          |
| 6, 7, 8 ó 9                                 | entre 15 y 27 m   | 1         |          |
| 10 ó más                                    | mas de 27 m       | 0         |          |
| <b>Superficie mayor sector de incendios</b> |                   |           |          |
| de 0 a 500 m <sup>2</sup>                   |                   | 5         | 3        |
| de 501 a 1.500 m <sup>2</sup>               |                   | 4         |          |
| de 1.501 a 2.500 m <sup>2</sup>             |                   | 3         |          |
| de 2.501 a 3.500 m <sup>2</sup>             |                   | 2         |          |
| de 3.501 a 4.500 m <sup>2</sup>             |                   | 1         |          |
| más de 4.500 m <sup>2</sup>                 |                   | 0         |          |
| <b>Resistencia al fuego</b>                 |                   |           |          |
| Resistente al fuego (hormigón)              |                   | 10        | 10       |
| No combustible                              |                   | 5         |          |
| Combustible                                 |                   | 0         |          |
| <b>Falsos techos</b>                        |                   |           |          |
| Sin falsos techos                           |                   | 5         | 5        |
| Con falso techo incombustible               |                   | 3         |          |
| Con falso techo combustible                 |                   | 0         |          |
| <b>Distancia de los bomberos</b>            |                   |           |          |
| Menor de 5 km                               | 5 minutos         | 10        | 6        |
| entre 5 y 10 km.                            | 5 y 10 minutos    | 8         |          |
| Entre 10 y 15 km.                           | 10 y 15 minutos   | 6         |          |
| entre 15 y 25 km.                           | 15 y 25 minutos   | 2         |          |
| Más de 25 km.                               | más de 25 minutos | 0         |          |
|                                             |                   |           |          |
| <b>Accesibilidad edificio</b>               |                   |           |          |
| Buena                                       |                   | 5         | 3        |
| Media                                       |                   | 3         |          |

|                                     |  |    |    |
|-------------------------------------|--|----|----|
| Mala                                |  | 1  |    |
| Muy mala                            |  | 0  |    |
| <b>Peligro de activación</b>        |  |    |    |
| Bajo                                |  | 10 |    |
| Medio                               |  | 5  | 5  |
| Alto                                |  | 0  |    |
| <b>Carga térmica</b>                |  |    |    |
| Baja                                |  | 10 | 10 |
| Media                               |  | 5  |    |
| Alta                                |  | 0  |    |
| <b>Combustibilidad</b>              |  |    |    |
| Baja                                |  | 5  |    |
| Media                               |  | 3  |    |
| Alta                                |  | 0  | 0  |
| <b>Orden y limpieza</b>             |  |    |    |
| Bajo                                |  | 0  |    |
| Medio                               |  | 5  |    |
| Alto                                |  | 10 | 10 |
| <b>Almacenamiento en altura</b>     |  |    |    |
| Menor de 2 m                        |  | 3  |    |
| Entre 2 y 4 m                       |  | 2  | 2  |
| Más de 4 m                          |  | 0  |    |
| <b>Factor de concentración</b>      |  |    |    |
| Menor de U\$S 800 m2                |  | 3  | 3  |
| Entre U\$S 800 y 2.000 m2           |  | 2  |    |
| Más de U\$S 2.000 m2                |  | 0  |    |
| <b>Propagabilidad vertical</b>      |  |    |    |
| Baja                                |  | 5  | 5  |
| Media                               |  | 3  |    |
| Alta                                |  | 0  |    |
| <b>Propagabilidad horizontal</b>    |  |    |    |
| Baja                                |  | 5  |    |
| Media                               |  | 3  |    |
| Alta                                |  | 0  | 0  |
| <b>Destruibilidad por calor</b>     |  |    |    |
| Baja                                |  | 10 |    |
| Media                               |  | 5  |    |
| Alta                                |  | 0  | 0  |
| <b>Destruibilidad por humo</b>      |  |    |    |
| Baja                                |  | 10 |    |
| Media                               |  | 5  |    |
| Alta                                |  | 0  | 0  |
| <b>Destruibilidad por corrosión</b> |  |    |    |
| Baja                                |  | 10 |    |

|                                  |  |    |    |
|----------------------------------|--|----|----|
| Media                            |  | 5  | 5  |
| Alta                             |  | 0  |    |
| <b>Destructibilidad por agua</b> |  |    |    |
| Baja                             |  | 10 |    |
| Media                            |  | 5  |    |
| Alta                             |  | 0  | 0  |
| TOTAL X                          |  |    | 69 |

### Factores Y

Tabla A-38. Factores Y

|                        | Sin vigilancia | Con vig. | Otorgado |
|------------------------|----------------|----------|----------|
| Extintores manuales    | 1              | 2        | 2        |
| Bocas de incendio      | 2              | 4        | 0        |
| Hidrantes exteriores   | 2              | 4        | 2        |
| Detectores de incendio | 0              | 4        | 0        |
| Rociadores automáticos | 5              | 8        | 0        |
| Instalaciones fijas    | 2              | 4        | 0        |
| TOTAL Y                |                |          | 4        |

### FACTOR B

Tabla A-39. Factores B

| Brigada interna         | Coeficiente | B   | Otorgado |
|-------------------------|-------------|-----|----------|
| Si existe brigada       | 1           | 2.2 | 2.2      |
| Si no existe<br>brigada | 0           | 0   |          |

### Conclusión de la evaluación Meseri

$$P = 5X / 129 + 5Y / 26 + B$$

$$P = 5 \cdot 69 / 129 + 5 \cdot 4 / 26 + 2.2 = 6.1$$

Para la interpretación de este valor, la tabla de evaluación cualitativa es la siguiente:

Tabla A-40. Nivel de riesgo

| Valor de P | CATEGORIA        |
|------------|------------------|
| 0 a 2      | Riesgo muy grave |
| 2,1 a 4    | Riesgo grave     |
| 4,1 a 6    | Riesgo medio     |
| 6,1 a 8    | Riesgo leve      |
| 8,1 a 10   | Riesgo muy leve  |

Según con lo anterior el riesgo de incendio para la biblioteca es leve.

## A.4.2

## CALCULO DE RIESGO FRAME.

Tabla A-41 Evaluación de riesgo para la biblioteca con el método FRAME.

| FACTOR                                | COEF. Sótano       | COEF. 1er piso     | COEF.2do piso      | COEF.3er piso      | COEF.4to piso      |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Carga inmobiliaria (Qi)               | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |
| Carga mobiliaria (Qm)                 | 200                | 200                | 200                | 200                | 200                |
| <b>Factor de carga calorífica "q"</b> | <b>1.10141417</b>  | <b>1.10141417</b>  | <b>1.10141417</b>  | <b>1.10141417</b>  | <b>1.10141417</b>  |
| Temperatura de daño "T"               | 200                | 200                | 200                | 200                | 200                |
| Clase de reacción al fuego (M)        | 4                  | 4                  | 4                  | 4                  | 4                  |
| longitud contenido                    | 1360               | 45                 | 1721               | 2130               | 1582               |
| altura del contenido                  | 0.5                | 0.5                | 0.5                | 0.5                | 0.5                |
| Profundidad                           | 0.45               | 0.45               | 0.45               | 0.45               | 0.45               |
| Volumen del contenido                 | 306                | 10.125             | 387.225            | 479.25             | 355.95             |
| área contenido                        | 680.45             | 22.95              | 860.95             | 1065.45            | 791.45             |
| volumen/área                          | 0.449702403        | 0.441176471        | 0.449764795        | 0.449809939        | 0.449744141        |
| m                                     | 0.449702403        | 0.441176471        | 0.449764795        | 0.449809939        | 0.449744141        |
| L longitud compartimento              | 30                 | 30                 | 30                 | 30                 | 24                 |
| <b>g factor geométrico</b>            | <b>0.9</b>         | <b>1.148598712</b> | <b>1.207778023</b> | <b>1.207778023</b> | <b>0.846238325</b> |
| <b>Factor i</b>                       | <b>1.013537396</b> | <b>1.017693829</b> | <b>1.013507271</b> | <b>1.013485476</b> | <b>1.013517243</b> |
| FACTOR E-1 número de platas           | 0                  | 0                  | 1                  | 2                  | 3                  |
| <b>FACTOR plantas e</b>               | <b>1.624504793</b> | <b>1</b>           | <b>1.22308634</b>  | <b>1.366702592</b> | <b>1.466495102</b> |
| h altura hasta el techo               | 3.4                | 3.4                | 3.4                | 3.4                | 3.4                |
| k                                     | 0                  | 0.4                | 0.23               | 0.21               | 0.3                |
| <b>FACTOR V</b>                       | <b>1.070103</b>    | <b>0.211287794</b> | <b>0.418874127</b> | <b>0.447832265</b> | <b>0.326347215</b> |
| H cota nivel del compartimento        | 3.4                | 3.4                | 6.8                | 10.2               | 13.6               |
| b ancho compartimento                 | 30                 | 42                 | 45                 | 45                 | 30                 |
| <b>Z</b>                              | <b>1.1</b>         | <b>1.1</b>         | <b>1.1</b>         | <b>1.1</b>         | <b>1.1</b>         |
| Factor de activación a                | 0.2                | 0.2                | 0.2                | 0.2                | 0.2                |
| factor de densidad de personas X      | 0.6                | 0.6                | 0.6                | 0.6                | 0.6                |



|                                        |                     |                     |                     |                     |                     |
|----------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Factor de movilidad p                  | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   |
| Factor k                               | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   |
| Factor numero de pasos x               | 2.2                 | 2.2                 | 2.2                 | 2.2                 | 2.2                 |
| Factor tiempo de evacuación t          | 0.059972038         | 0.068405299         | 0.074882658         | 0.078681643         | 0.063737534         |
| Factor contenido c1                    | 0.2                 | 0.2                 | 0.2                 | 0.2                 | 0.2                 |
| VALOR Vr                               | 500000              | 500000              | 500000              | 500000              | 500000              |
| Factor c2                              | -0.286532009        | -0.286532009        | -0.286532009        | -0.286532009        | -0.286532009        |
| <b>Factor contenido de</b>             | <b>-0.086532009</b> | <b>-0.086532009</b> | <b>-0.086532009</b> | <b>-0.086532009</b> | <b>-0.086532009</b> |
|                                        |                     |                     |                     |                     |                     |
| w1                                     | 10                  | 10                  | 10                  | 10                  | 10                  |
| w2                                     | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| w3                                     | 6                   | 6                   | 6                   | 6                   | 6                   |
| w4                                     | 3                   | 3                   | 3                   | 3                   | 3                   |
| w5                                     | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| w                                      | 19                  | 19                  | 19                  | 19                  | 19                  |
| <b>Factor reservas de agua</b>         | <b>0.377353603</b>  | <b>0.377353603</b>  | <b>0.377353603</b>  | <b>0.377353603</b>  | <b>0.377353603</b>  |
| n1                                     | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   |
| n2                                     | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   |
| n3                                     | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   |
| n4                                     | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   |
| n                                      | 8                   | 8                   | 8                   | 8                   | 8                   |
| <b>Factor de protección normal N</b>   | <b>0.663420431</b>  | <b>0.663420431</b>  | <b>0.663420431</b>  | <b>0.663420431</b>  | <b>0.663420431</b>  |
| s1                                     | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| s2                                     | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   | 2                   |
| s3                                     | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| s4                                     | 8                   | 8                   | 8                   | 8                   | 8                   |
| s                                      | 10                  | 10                  | 10                  | 10                  | 10                  |
| <b>Factor de protección especial S</b> | <b>1.628894627</b>  | <b>1.628894627</b>  | <b>1.628894627</b>  | <b>1.628894627</b>  | <b>1.628894627</b>  |
| Resistencia al fuego estructurales fs  | 180                 | 180                 | 180                 | 180                 | 180                 |
| Resistencia al fuego fachadas ff       | 120                 | 120                 | 120                 | 120                 | 120                 |
| Resistencia al fuego techos fd         | 180                 | 180                 | 180                 | 180                 | 180                 |
| Resistencia al fuego muros interiores  | 120                 | 120                 | 120                 | 120                 | 120                 |

|                                  |             |             |             |             |             |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Resistencia al fuego f           | 127.5020833 | 127.5020833 | 127.5020833 | 127.5020833 | 127.5020833 |
| Factor de resistencia al fuego F | 2.239252124 | 2.239252124 | 2.239252124 | 2.239252124 | 2.239252124 |
| Factor ambiente r                | 0.600432137 | 0.600432137 | 0.600432137 | 0.600432137 | 0.600432137 |
| u1                               | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| u2                               | 4           | 4           | 4           | 4           | 4           |
| u3                               | 4           | 4           | 4           | 4           | 4           |
| u4                               | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| u5                               | 8           | 8           | 8           | 8           | 8           |
| u                                | 16          | 16          | 16          | 16          | 16          |
| Factor de escape U               | 2.182874588 | 2.182874588 | 2.182874588 | 2.182874588 | 2.182874588 |
| Factor de dependencia d          | 0.8         | 0.8         | 0.8         | 0.8         | 0.8         |
| factor de salvamento Y           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           |
| RESISTENCIA AL FUEGO F0          | 2.365308385 | 2.365308385 | 2.365308385 | 2.365308385 | 2.365308385 |
| RIESGO POTENCIAL P               | 1.921198371 | 0.299228682 | 0.759797722 | 0.907689674 | 0.497310586 |
| RIESGO POTENCIAL P1              | 2.134664856 | 0.260516296 | 0.629087222 | 0.751536836 | 0.58767202  |
| RIESGO POTENCIAL P2              | 1.744301484 | 0.271676805 | 0.689838339 | 0.824112944 | 0.451520054 |
| RIESGO ADMISIBLE A               | 1.626559971 | 1.61812671  | 1.611649351 | 1.607850366 | 1.622794475 |
| RIESGO ADMISIBLE A1              | 0.739595825 | 0.731162564 | 0.724685205 | 0.72088622  | 0.735830328 |
| RIESGO ADMISIBLE A2              | 0.686532009 | 0.686532009 | 0.686532009 | 0.686532009 | 0.686532009 |
| NIVEL DE PROTECCION D            | 0.913131507 | 0.913131507 | 0.913131507 | 0.913131507 | 0.913131507 |
| NIVEL DE PROTECCION D1           | 1.448163601 | 1.448163601 | 1.448163601 | 1.448163601 | 1.448163601 |
| NIVEL DE PROTECCION D2           | 0.815568285 | 0.815568285 | 0.815568285 | 0.815568285 | 0.815568285 |
| RIESGO AL PATRIMONIO R           | 1.293507053 | 0.202515079 | 0.516290461 | 0.618241904 | 0.33560688  |
| RIESGO A LAS PERSONAS R1         | 1.993047375 | 0.246038642 | 0.599437409 | 0.719889635 | 0.551492616 |
| RIESGO ACTIVIDADES R2            | 3.115303984 | 0.485211897 | 1.232043971 | 1.471856993 | 0.806410037 |
| RIESGO INICIAL R0                | 0.499360698 | 0.078181306 | 0.19931485  | 0.238673386 | 0.129561633 |

No está protegido el compartimento del sótano, ya que arroja resultados superiores a la unidad. Y en los pisos 2 y 3 el riesgo para actividades no se encuentra protegido, por el cual se dice que la biblioteca no cuenta con protección suficiente para contrarrestar un incendio.

El método recomienda sistemas manuales para combatir el incendio. Ya que el R0 mostró resultados inferiores a 1 en la grafica siguientes se muestra que sistemas recomienda utilizar.

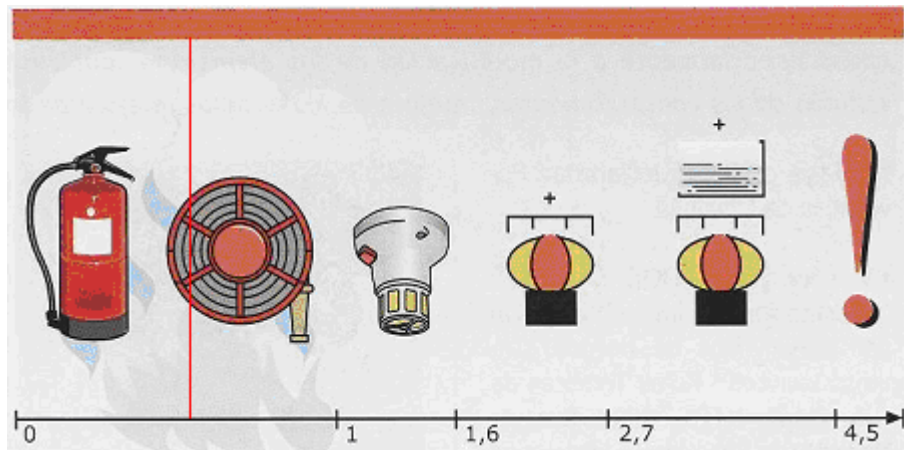


Figura A-17. Escala de sistema de protección para la biblioteca

#### A.5 Valoración

Conforme con las evaluaciones hechas anteriormente y con las clasificaciones hechas por la norma ICONTEC 1669 "código para el suministro y distribución de agua para la extinción de incendios" y la norma NFPA 101; se puede afirmar que la biblioteca central de la universidad industrial de Santander es de

**RIESGO LEVE**, tomando a la biblioteca en conjunto.

## **ANEXO B**

# **ZONIFICACIÓN DEL EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

B.1 ZONIFICACIÓN DEL SÓTANO.

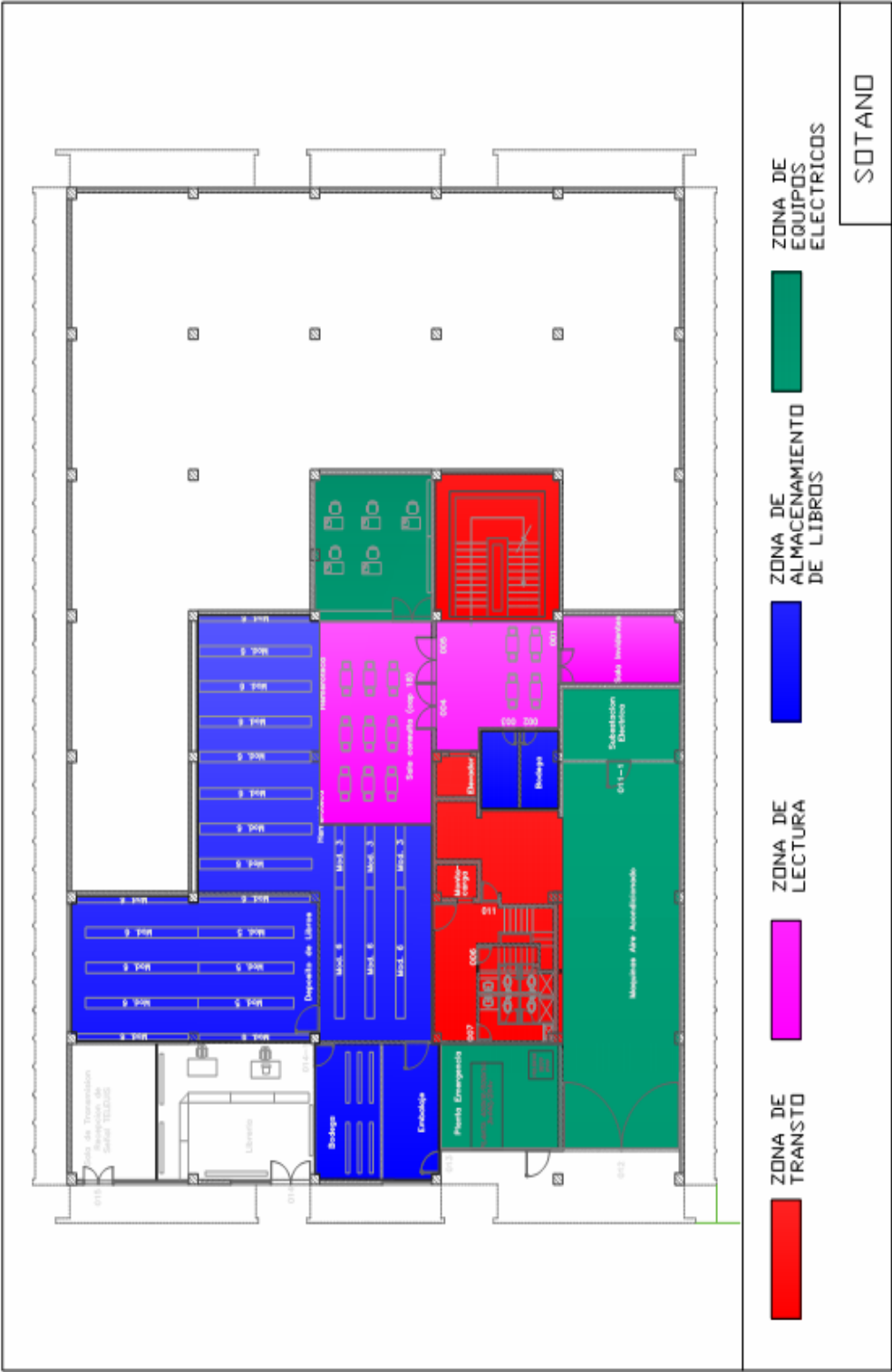


Figura B-1. Identificación de las zonas de transito, de lectura, libros y zonas de equipo eléctrico del Sótano.

## B.2 Zonificación primer piso.

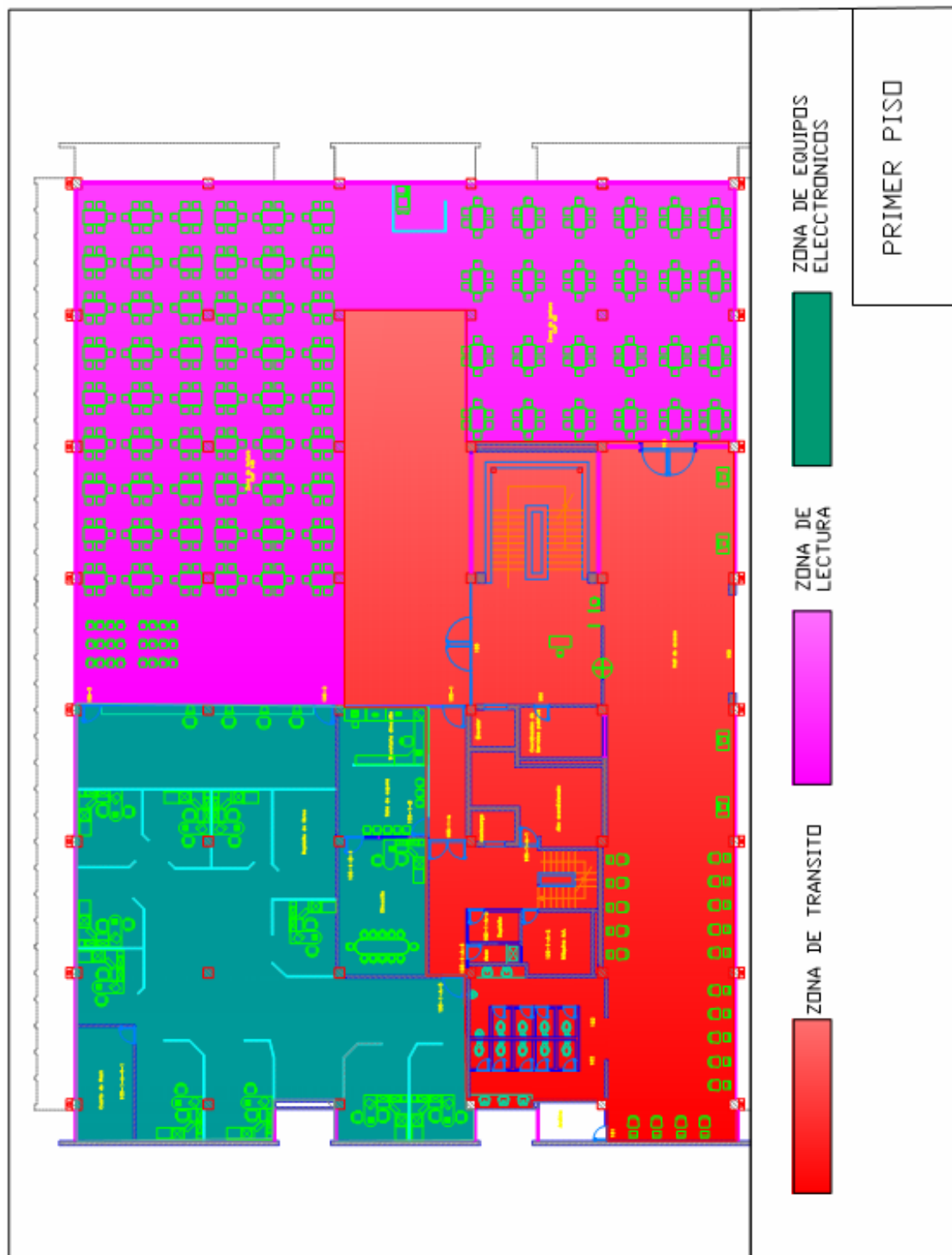


Figura B-2. Identificación de las zonas de transito, de lectura, libros y zonas de equipo eléctrico del primer piso.

### B.3 Zonificación segundo piso

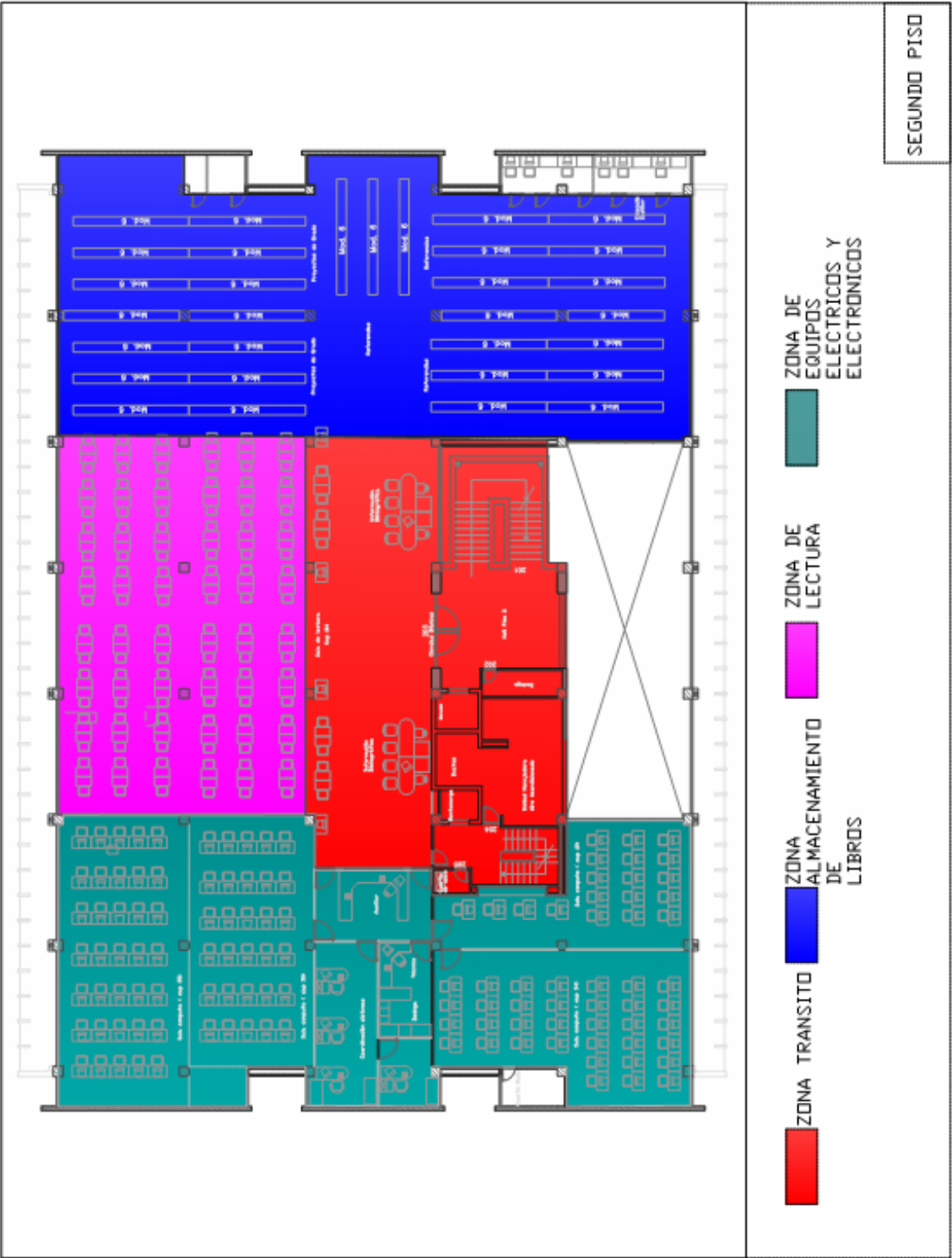


Figura B-3. Identificación de las zonas de transit, de lectura, libros y zonas de equipo eléctrico del segundo piso.

# B.4 Zonificación tercer piso

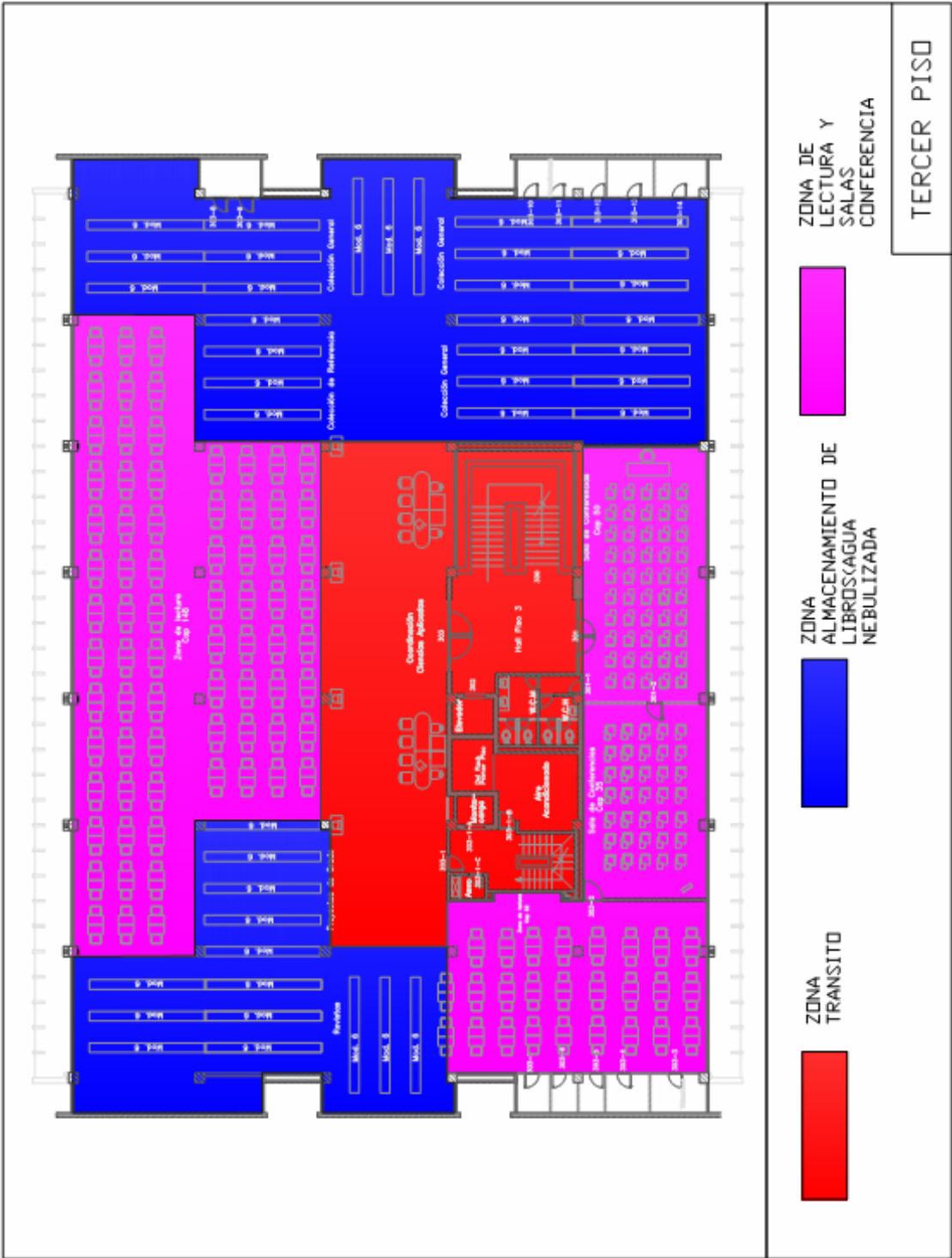
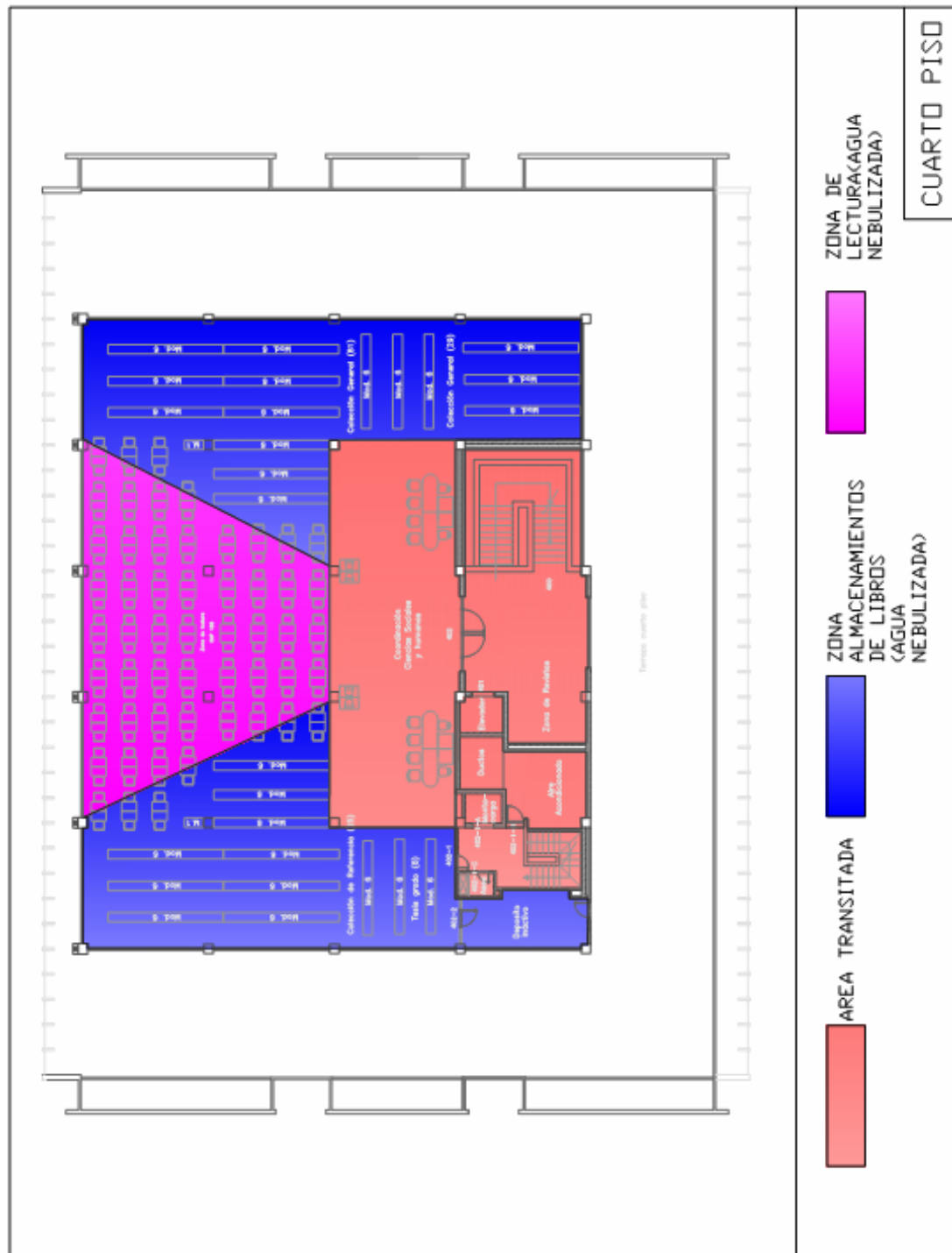


Figura B-4. Identificación de las zonas de transito, de lectura, libros y zonas de equipo eléctrico del tercer piso.



### B.5 Zonificación cuarto piso



**Figura B-5** Identificación de las zonas de transito, de lectura, libros y zonas de equipo eléctricos del cuarto piso.

**ANEXO C**  
**DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA**  
**CONTRA INCENDIO**  
**EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL**  
**UNIVESIDAD INDUSTRIAL DE**  
**SANTANDER**

C

## **C DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO**

### **C.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIO PARA LAS ZONAS CON AGUA NEBULIZADA**

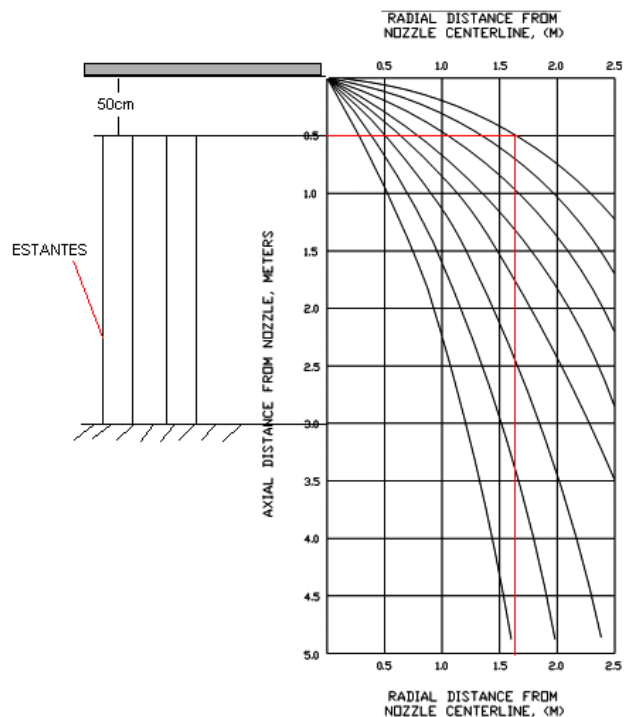
#### **C.1.1 Selección De Los Elementos Que Componen El Sistema De Agua Nebulizada**

Selección Y Ubicación De Los Difusores:

La boquilla a utilizar es de tipo abierta con tubería húmeda, ya que se va utilizar un accionamiento automático mediante un sistema de detección. La distribución de las boquillas se hizo mediante catálogos del fabricante viking (**anexo E**), en la figura C-1 se muestra la boquilla seleccionada con un difusor de 180° ya que tiene gran cobertura y alcanza perfectamente a cubrir la altura para cada piso. En la zona de libros se toma como distancia del techo a los estantes esta es una distancia de 50 cm, ubicada en la grafica se da un espaciamiento máximo entre detectores es de 3.4m, para la distancia entre pared y rociador se hace por recomendación el fabricante (para ver la distribución de las boquillas ver **ANEXO H**). En conclusión el número de boquillas por cada piso queda de la siguiente manera:

**Tabla C-1. Número de boquillas por piso**

| <b>PISO</b>    | <b>NUMERO DE BOQUILLAS</b> |
|----------------|----------------------------|
| <b>SOTANO</b>  | <b>28</b>                  |
| <b>PRIMERO</b> | <b>4</b>                   |
| <b>SEGUNDO</b> | <b>45</b>                  |
| <b>TERCERO</b> | <b>59</b>                  |
| <b>CUARTO</b>  | <b>37</b>                  |



**Figura C-1.Cobertura de la boquilla**

La especificación de la boquilla utilizada es la siguiente:

- FABRICANTE: Viking corporation
- SERIE: VK817
- MODELO: E spray nozzles
- DESCRIPCION: boquillas de pulverización tipo abierto (no automático) y direccional diseñado para aplicaciones en sistemas de protección fija contra incendios, para pedidos se debe anteponer la letra Z para la diferenciación de rociadores de respuesta rápida (QR) la forma de pedido al fabricante es Z12922 y un factor de descarga ( $k=1,2$ ). Ver figura 33.



**Figura C-2. Presentación del difusor de 180°**

### C.1.2 DISEÑO DE LA RED DE TUBERÍA:

La tubería a emplear es de material hierro galvanizado ya que cumple con los requerimientos de la norma NFPA, las boquillas se ubicaron de forma de enmallado por dar una mejor distribución de los difusores y maximización de las áreas a cubrir.

Para este sistema se establece un diámetro de 4 pulgadas para la tubería de alimentación a los pisos. El diseño implica un cálculo de pérdidas de tuberías realizado con ayuda del software EPANET, para hallar la cabeza de la bomba y la presión de diseño.

Los cálculos mostrados se realizaron con la ayuda del programa EPANET, donde, la selección de los diámetros es un proceso de prueba y error, se supone un diámetro (iniciando por el menor diámetro que la norma establece comercial) se calculan las perdidas; si las pérdidas son aceptables el diámetro es el adecuado de lo contrario se prueba con el siguiente diámetro comercial hasta obtener el adecuado.

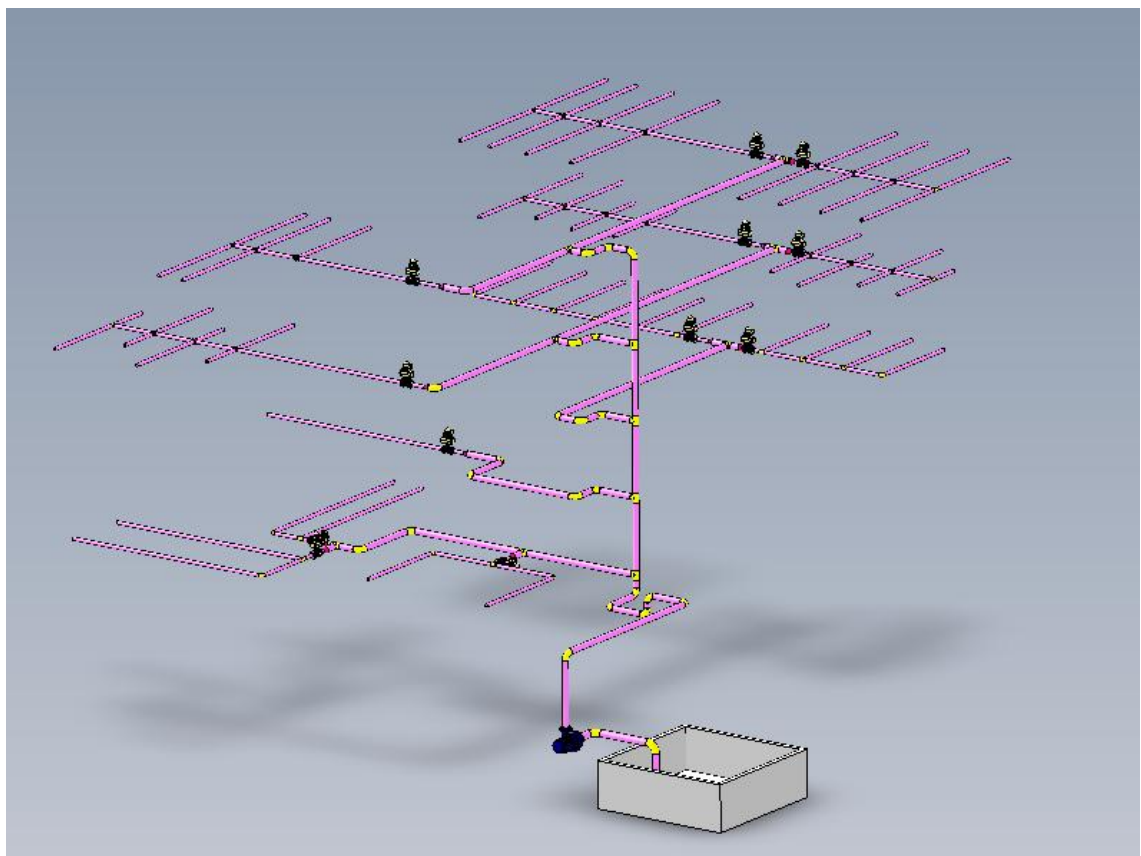


Figura C-3. Isométrico del sistema de agua nebulizada

- CUARTO PISO

$Q_n=281.2$  gpm      125 ft      54.19 psi

**Tabla C-0-2. Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el cuarto piso.**

| Diámetro nominal(pulg) | Longitud(pies) | Accesorios                                                                                  |
|------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                      | 10             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 codos</li> </ul>                                 |
| 3                      | 81             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 Tes.</li> </ul>                                 |
| 2                      | 338            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 val. compuerta</li> <li>• 1val.chegue</li> </ul> |

Presión en la bomba= 76.34 psi

Presión en el punto de entrada al piso=51.38 psi

- TERCER PISO

$Q_n=448.4$  gpm      160 ft      69.36 psi

**Tabla C-3. . Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el tercer piso.**

| Diámetro nominal(pulg) | Longitud(pies) | Accesorios                                                                                  |
|------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                      | 10             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 codos</li> </ul>                                 |
| 3                      | 131            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 27 Tes.</li> </ul>                                 |
| 2                      | 408            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 val. compuerta</li> <li>• 1val.chegue</li> </ul> |

Presión en la bomba= 77.1 psi

Presión en el punto de entrada al piso =54.62 psi

- SEGUNDO PISO

$Q_n=342$  gpm      175 ft      75.86 psi

**Tabla C--4. Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el segundo piso.**

| Diámetro nominal(pulg) | Longitud(pies) | Accesorios                          |
|------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 4                      | 10             | • 9 codos                           |
| 3                      | 107            | • 11 Tes.                           |
| 2                      | 425            | • 3 val. compuerta<br>• 1val.chegue |

Presión en la bomba= 75.83 psi

Presión en el punto de entrada al piso=58.63 psi

- PRIMER PISO

Qn=30.4 gpm

110 ft

47.69 psi

**Tabla C-5. Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el primer piso**

| Diámetro nominal(pulg) | Longitud(pies) | Accesorios                          |
|------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 4                      | 10             | • 8 codos                           |
| 3                      | 13             | • 3 Tes.                            |
| 2                      | 85             | • 2 val. compuerta<br>• 1val.chegue |

Presión en la bomba= 47.66 psi

Presión en el punto de entrada al piso =39.93 psi

- SOTANO

Qn=212,8 gpm

115 ft

49.85 psi

**Tabla C--6. . Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el sótano.**

| Diámetro nominal(pulg) | Longitud(pies) | Accesorios |
|------------------------|----------------|------------|
|                        |                |            |



|   |     |                                                                                             |
|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 81  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 codos</li> </ul>                                |
| 3 | 44  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Tes.</li> </ul>                                  |
| 2 | 154 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 val. compuerta</li> <li>• 1val.cheque</li> </ul> |

Presión en la bomba= 49.83 psi

Presión en el punto de entrada al piso =44.92 psi

De esto se concluye como evaluación preliminar que nuestro piso crítico es el tercero el cual tiene las mayores exigencias en presión y caudal, el proceso de selección se realiza para las condiciones del piso dando por sentado que para los demás pisos cumplirá con los requerimientos.

Calculo del NPSH

$$NPSH = \frac{P_a}{\rho \cdot g} - \frac{P_v}{\rho \cdot g} + Z_s - h_{fs}$$

$$\frac{P_a}{\rho \cdot g} = 9.387 \text{ mt}$$

$$\frac{P_v}{\rho \cdot g} = 0.24 \text{ mt}$$

$$Z_s = 1.77 \text{ mt}$$

$$H_{fs} = 1.0878 \text{ mt}$$

$$NPSH_d = 6,3 \text{ m} = 8,942 \text{ psi} = 20,64 \text{ ft}$$

$$NPSH_r = 3,7 \text{ m} = 5,26 \text{ psi} = 12 \text{ ft}$$

### C.1.3 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Teniendo como parámetros los datos obtenidos y que la presencia de fuegos simultáneos entre pisos es casi imposible debido a los cortafuegos con los que cuentan las instalaciones a menos que se trate de atentados terroristas, tomamos las demandas de caudal y presión para el piso crítico (tercer piso), la característica de la bomba seleccionada es la siguiente:

MODELO: NOWA 6516

CAPACIDAD: 400 GPM

VELOCIDAD: 3600 RPM

NPSH<sub>r</sub>: 12 ft

POTENCIA: 32.4HP

DIAMETRO IMPULSOR: 172mm

## FABRICANTE: HALBERG NOWA

Pcs. Nº: 1

Nuestra Ref.: OCL-1002-2

Bomba tipo: NOWA - Bomba con cuerpo de voluta según EN 733 / DIN 24255

Modelo bomba: NOWA - South America - NOWA 065180

Su Ref.:

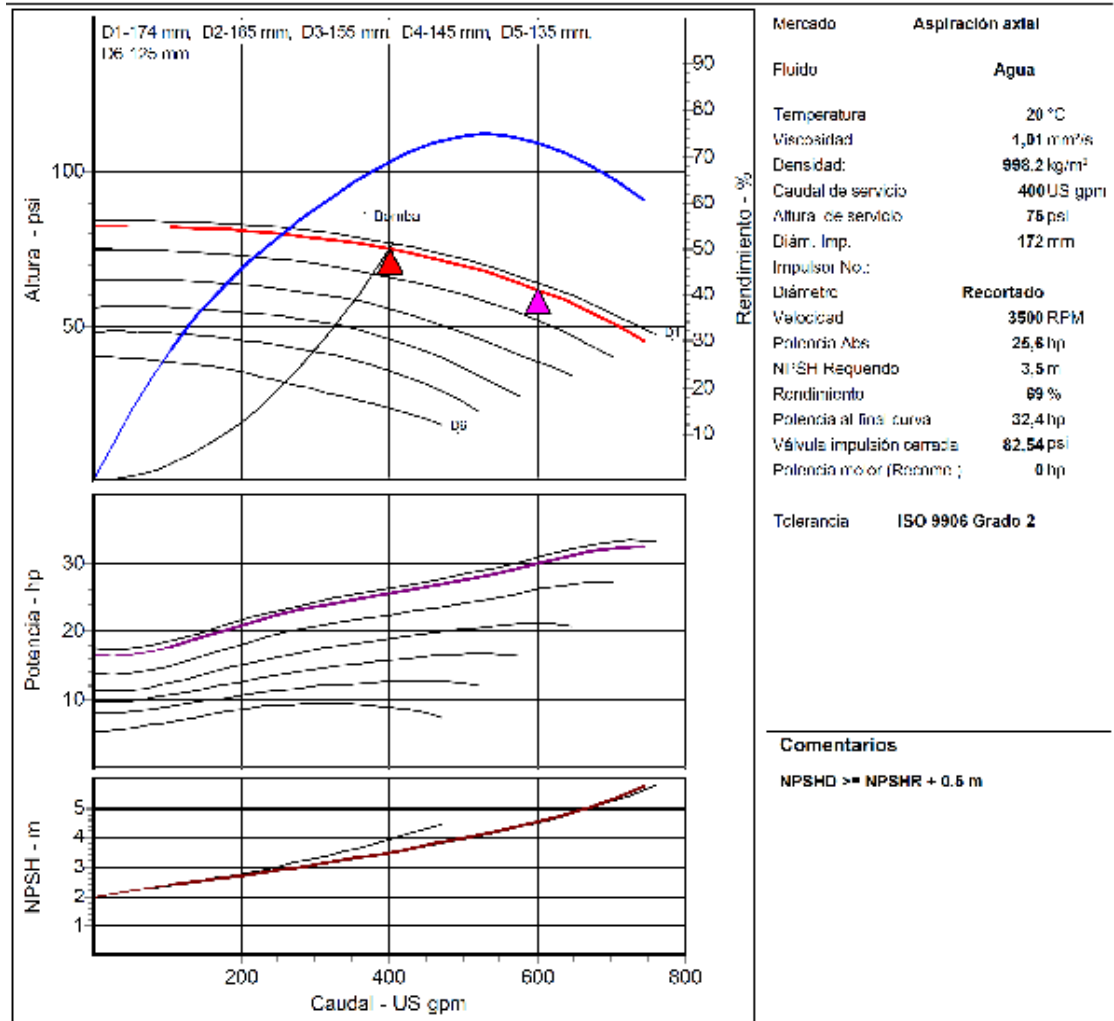


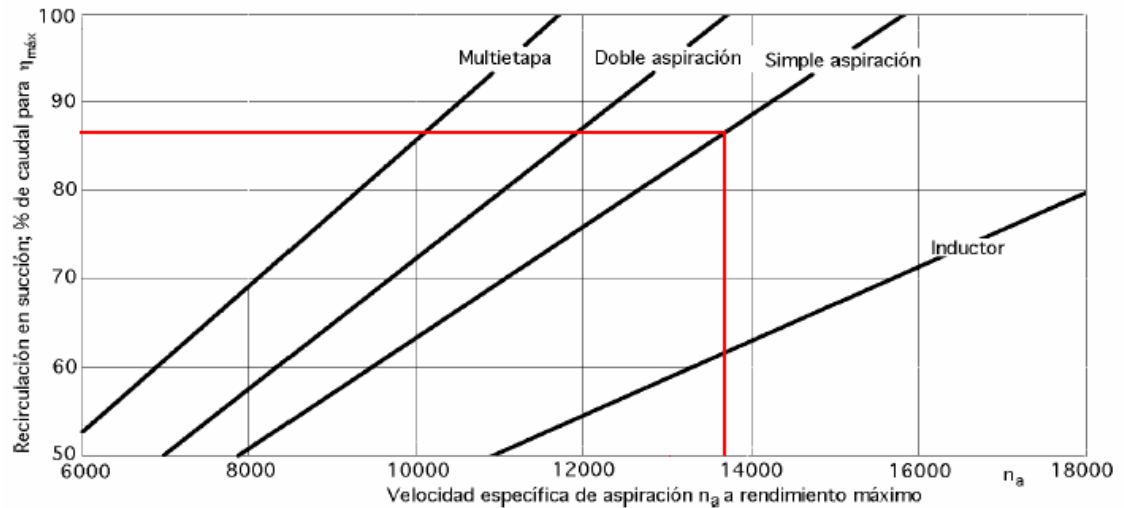
Figura C-4. Curva de desempeño de la bomba.

## BYPASS DE LA BOMBA

Cuando la bomba no esté sometida a máxima capacidad y solo deba utilizar una parte de su caudal es necesario derivar una parte del agente extintor para evitar que entre en cavitación, he aquí donde se hace necesario crear un bypass.

Utilizando los valores obtenidos para la bomba, obtenemos la velocidad específica de aspiración la cual es nuestro valor de entrada.

$$n_a = 13600 \text{ m/s}$$



**Figura C-5. Velocidad específica de aspiración**

Porcentaje de recirculación= 87%

Para el caudal máximo se debe ver cuánto es necesario recircular, para que no ocurra la cavitación en el proceso tal que se necesite el mínimo caudal de demanda para los rociadores.

$Q_r = 390 \text{ GPM}$

De lo que se extrae el caudal mínimo de operación sin riesgo a que se presente cavitación  $Q_o = 54,4 \text{ GPM}$

## C.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE GABINETES

### C.2.1 UBICACIÓN DE LOS GABINETES

Se ubicó un gabinete por cada piso a excepción del sótano el cuál se distribuyeron dos gabinetes, para ver localización ver anexo H. Para la disposición de los gabinetes en la paredes la norma recomienda una altura del piso a la parte inferior de estos mismo entre 0.9-1.5 metros, en este diseño se tomó una altura de 0.9 metros.

## C.2.2 DISEÑO DE LA RED DE TUBERIAS DE ALIMENTACION

Para la clase II de sistemas de gabinetes la norma NFPA establece que el diámetro mínimo es de 2 pulgadas, para la tubería de alimentación de los gabinetes. El diseño implica un cálculo de pérdidas de tuberías, para el cálculo de la cabeza de la bomba y de la presión de diseño.

Los cálculos mostrados a continuación fue realizada con el programa epanet, donde, la selección de los diámetros es un proceso de prueba y error, se supone un diámetro (iniciando por el menor diámetro que la norma establece que sea comercial) se calcula las perdidas; si las pérdidas son aceptables el diámetro es el adecuado de lo contrario se prueba con el siguiente diámetro comercial.

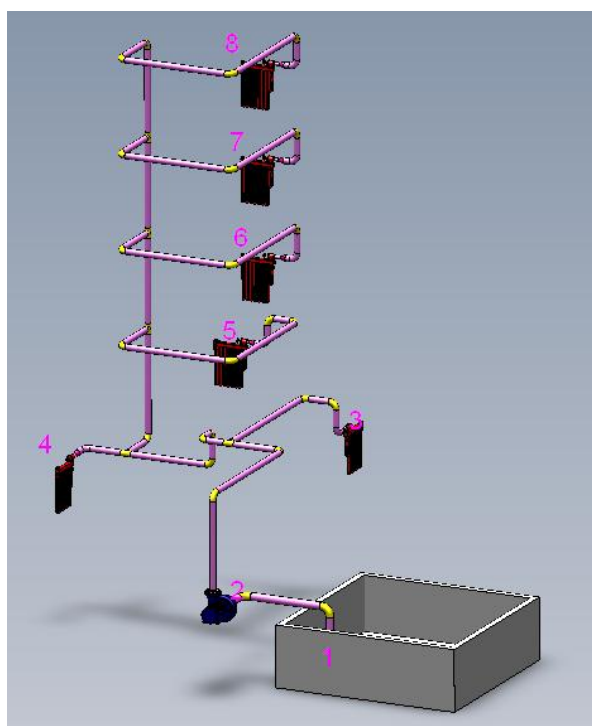


Figura C-6. Isometría del sistema de gabinetes.

Las presiones en los puntos 3,4,5,6,7,8 de la **figura C-6**, son las presiones a la entrada de cada gabinete, establecidas por las diferentes normas de diseño que establece que las presiones deben estar entre 65psi y 100 psi

### C.2.3 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACION

Sabiendo que el gabinete del cuarto piso es el más crítico en pérdidas de presión y altura, se selecciona el diámetro de la tubería con respecto a las características de este piso.

- Cuarto piso

$Q_n = 100$  gpm

Tabla C-7. Cálculo de pérdidas para el cuarto piso con 2" de diámetro de tubería.

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                                                                                          | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (psi), %    |
|-------|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 2-8   | 2                       | 156.33          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 codos</li> <li>• 5 Tes.</li> <li>• 1 val. compuerta</li> <li>• 1 val. cheque</li> </ul> | 244.01                      | 25<br><br><br><br>22 |

Presión en la bomba = 112 psi

Presión en el punto 8 = 65 psi

Tabla C-8. Cálculo de pérdidas para el cuarto piso con 2.5" de diámetro de tubería.

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                   | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (psi), % |
|-------|-------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 2-8   | 2.5                     | 156.33          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 codos</li> </ul> | 265                         | 11.0              |

|  |  |  |                                                                      |  |      |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------|--|------|
|  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 Tes.</li> </ul>           |  | 4    |
|  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 val. compuerta</li> </ul> |  | 11.3 |
|  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1val.chegue</li> </ul>      |  |      |

Presión en la bomba= 98 psi

Presión en el punto 8=65 psi

**Tabla C-9. Cálculo de pérdidas para el cuarto piso con 3" de diámetro de tubería.**

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                           | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (psi), % |
|-------|-------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 2-8   | 3                       | 156.33          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 codos</li> </ul>         | 293.33                      | 4.08              |
|       |                         |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 Tes.</li> </ul>           |                             | 4.47              |
|       |                         |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 val. compuerta</li> </ul> |                             |                   |
|       |                         |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1val.chegue</li> </ul>      |                             |                   |

Presión en la bomba= 91.1 psi

Presión en el punto 8=65 psi

El diámetro seleccionado es de 3 pulgada ya que su porcentaje de perdidas es menor de 5%, presión aceptable y no ocupa mucho espacio. A continuación se presenta los valores para cada piso con una presión de bomba de 91psi, para verificar que no supere el límite de presión máxima el cual es de 100psi

- TERCER PISO

Qn=100 gpm

**Tabla C-10. Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el tercer piso, con 3" de diámetro de tubería.**

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                                                                                         | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (psi) |
|-------|-------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 2-7   | 3                       | 145.34          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 codos</li> <li>• 5 Tes.</li> <li>• 1 val. compuerta</li> <li>• 1 val. cheque</li> </ul> | 274.84                      | 3.02           |

Presión en la bomba= 91.1 psi

Presión en el punto 7=70.2 psi

- SEGUNDO PISO

Qn=100gpm

**Tabla C-11 Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el segundo piso, con 3" de diámetro de tubería.**

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                                                                | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (psi) |
|-------|-------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 2-6   | 3                       | 131.23          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 codos</li> <li>• 4 Tes.</li> <li>• 1 val. compuerta</li> </ul> | 255.73                      | 3.67           |

|  |  |  |                                                                 |  |  |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1val.chegue</li> </ul> |  |  |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------|--|--|

Presión en la bomba= 91.1 psi

Presión en el punto 6=75.3 psi

- PRIMER PISO

Qn=100 gpm

**Tabla C-12. Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el primer piso, con 3" de diámetro de tubería.**

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                                                                                        | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (pies) |
|-------|-------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 2-5   | 3                       | 121.4           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 codos</li> <li>• 3 Tes.</li> <li>• 1 val. compuerta</li> <li>• 1val.chegue</li> </ul> | 248.4                       | 3.4             |

Presión en la bomba= 91.1psi

Presión en el punto 5=80.3psi

- SOTANO

Qn=100gpm

**Tabla C-13. Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el sótano en el tramo 2-4, con 3" de diámetro de tubería.**

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                  | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (psi) |
|-------|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 2-4   | 3                       | 82              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 codos</li> </ul> | 154.6                       | 2.5            |



|  |  |  |                                                                                                               |  |  |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Tes.</li> <li>• 1 val. compuerta</li> <li>• 1val.cheque</li> </ul> |  |  |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

Presión en la bomba= 91.1 psi

Presión en el punto 4=86psi

**Tabla C-14 Cálculo de pérdidas y presión de la bomba para el sótano en el tramo 2-3, con 3" de diámetro de tubería.**

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                           | Longitud equivalente (pies) | Pérdidas (psi) |
|-------|-------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 2-3   | 3                       | 82.6            | 4 codos<br>1 Tes.<br>1 val. compuerta<br>1val.cheque | 158.6                       | 2.5            |

Presión en la bomba= 91.1 psi

Presión en el punto 3=86.3psi

## **C.2.4 DISEÑO DE LAS TUBERIAS DE SUCCION**

### **C.2.4.1 Cálculo del diámetro de la tubería de succión**

Para velocidades entre 0.7-1 (m/seg)

$$D_1 = (4Q / \pi * V)^{1/2}$$

$$Q = 100 \text{ gpm} = 0.00631 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$V = 1 \text{ m/s} \rightarrow D_1 = (4 * 0.00631 / \pi * 1)^{1/2} = 0.089 \text{ mt} = 3.52 \text{ pulg}$$

$$V = 0.7 \text{ m/s} \rightarrow D_{0.7} = (4 * 0.00631 / \pi * 0.7)^{1/2} = 0.107 \text{ m} = 4.33 \text{ pulg}$$

Valores comerciales de esta tubería solo se encuentra de 4 pulg

**TablaC-15. Calculo de pérdidas para la tubería de alimentación**

| TRAMO | Diámetro nominal (pulg) | Longitud (pies) | Accesorios                                                                                  |
|-------|-------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-2   | 4                       | 32.8            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 codos</li> <li>• 1 val.pie.com puerta</li> </ul> |

Q= 100 GPM

PERIDAS = 0.14psi

#### C.2.4.2 Calculo de la NPSH

$$NPSH = P_a / \rho * g - P_v / \rho * g + Z_s - h_{fs}$$

$$P_a / \rho * g = 9.17m$$

$$P_v / \rho * g = 0.999m$$

$$Z_s = 1.75 m$$

$$h_{fs} = 0.1m$$

$$NPSH_d = \frac{P_a}{\rho * g} - \frac{P_v}{\rho * g} + Z_s - h_{fs} = 9.17 - 0.99 - 1.75 - 0.1 = 6.33m = 8.99 psi = 20.76 ft$$

#### C.2.5 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Para seleccionar la bomba se toma como criterio de selección la cabeza y caudal presentado en el cuarto piso, ya que como se dijo anteriormente es el que presenta el punto más crítico.

También se debe tener en cuenta como criterio de selección que para un caudal del 150% del caudal nominal, la presión no debe ser menor al 65% de la presión de nominal, esto es basado en la norma NFPA 20.

Las características de la bomba seleccionada son las siguientes:

✓ Modelo: NOWA 4020

- ✓ Diámetro del impulsor: 192mm
- ✓ Potencia del motor: 14.7 HP
- ✓ Capacidad: 100gpm
- ✓ Velocidad: 3600 rpm
- ✓ Fabricante: HALBERG NOWA

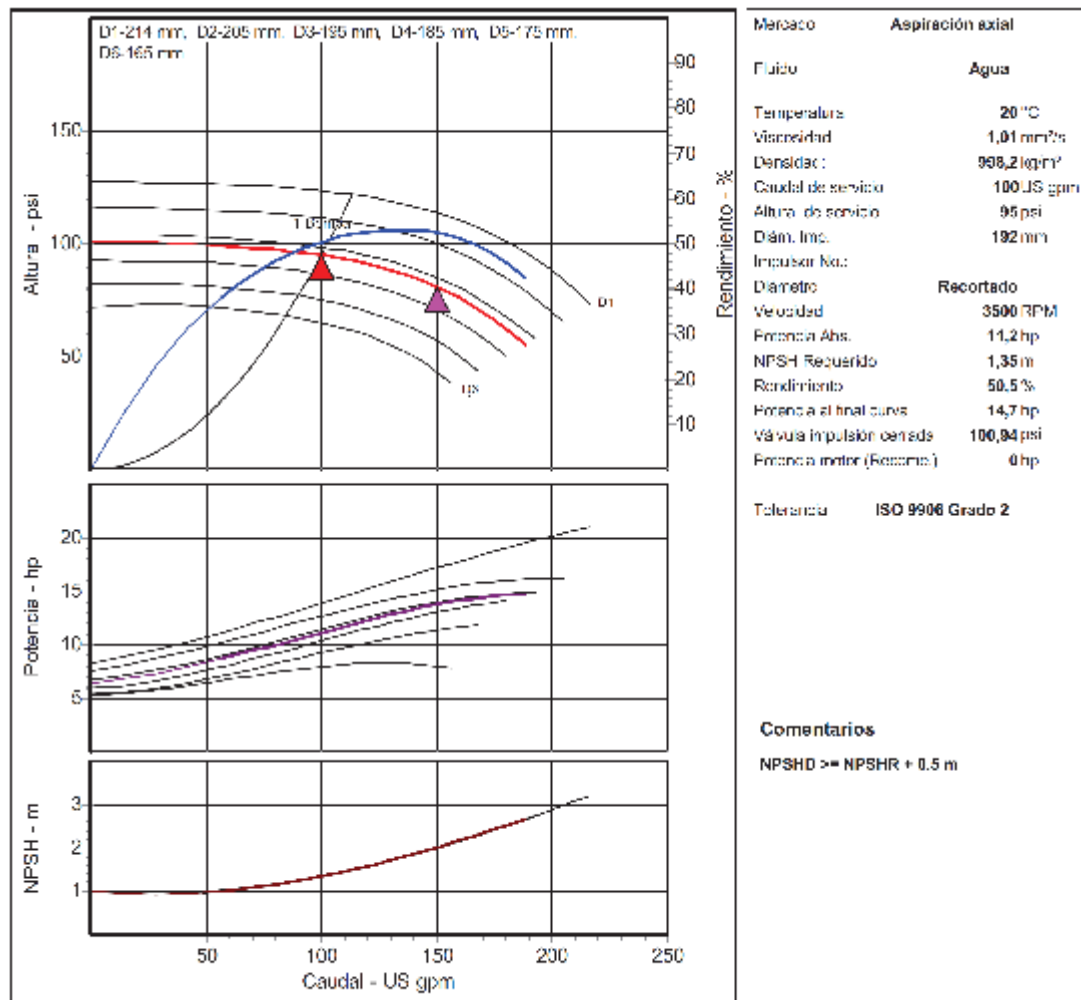


Figura C-7. Curva de desempeño de la bomba

## C.2.6 FUENTE DE ALIMENTACION DE AGENTE EXTINTOR

Para el sistema contraincendio por rociadores y gabinetes tendrán su abastecimiento privado subterráneo, que debe cumplir con las condiciones de demanda y será a su vez alimentado por la línea de suministro público.

#### **C.2.6.1 UBICACIÓN**

La ubicación del tanque será a un costado de la entrada a biblioteca cerca donde quedaba el tanque de alimentación de la torre de enfriamiento antigua pero como las dimensiones no son suficientes deberá construirse fuera del edificio.

#### **C.2.6.2 DIMENSIONES**

Sus dimensiones serán de 2.5x5.8x5.8, dimensiones y ubicación se mostraran mejor en planos.

**ANEXO D**  
**DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA**  
**INCENDIO A BASE DE GAS FM200**  
**EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL**  
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE**  
**SANTANDER**

D.

D. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO A BASE DE GAS INERTE “ARGONITE”

Este diseño es genérico y es basado en tablas y procedimientos de la norma NFPA, por lo tanto se recomienda que por medio de un software, el cual lo ofrece el fabricante, se compruebe este diseño.

D.1 CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGENTE NECESARIO PARA LA EXTINCIÓN DE LA SALA COMPUTO

1. Determinar las características del sistema
  - a. Tipo de combustible: ordenadores y base de datos (clase c)
  - b. Volumen del recinto: 15.66 m<sup>3</sup>
  - c. Temperatura del recinto: 21°C
  - d. Altura de del sistema: 1189 m sobre el nivel del mar.
2. Determina la concentración mínima de diseño (MDC):

$$MDC = SF * CE$$

SF<sup>15</sup> → factor de corrección según el tipo de combustible; para combustible de clase A y clase C el SF=1.2, clase B el SF: 1.3, para gases y líquidos SF: 1.1

CE<sup>16</sup> → Concentración mínima de extinción; la concentración mínima de extinción para FM-200 ES 6.25%

$$MDC = SF * CE = 1.2 * 6.25\% = 7.5\%$$

3. Determinar la mínima cantidad de diseño

$$W = \frac{V}{s} \left( \frac{C}{100 - C} \right)$$

X = volumen de gas inerte en condiciones normales añadido de 14,7 psia, 70 ° F (1.013 bar y 21 ° C)

VS = volumen del riesgo

---

<sup>15</sup> Factor sacado de la norma NFPA 2001 numeral 3-4.2.3, 3-4.2.4,

<sup>16</sup> Factor sacado de The Adequacy of Guidance on Agent Concentrations in Standards for Gaseous Fire Extinguishing Systems

s = volumen específico de gas inerte, a 1 atmósfera y la temperatura, t [(m<sup>3</sup>/kg)]

$$s = 1.885 + 0.0046t$$

t = temperatura mínima prevista del volumen protegido [(° C)]

C = concentración en los halocarbonados de diseño [por ciento el volumen]

$$W = \frac{15.66}{0.1373} \left( \frac{7.5}{100 - 7.5} \right) = 9.26 \text{ kg}$$

#### 4. Determinar factores de diseño. (DF)

Factor por cantidad de tess

Según la tabla siguiente, en el diseño se supone menos de 3 tres tess por lo tanto el factor es 0, donde DF=0

**Tabla D-16. Factor tee**

| Design Factor Tee Count | Halocarbon Design Factor | Inert Gas Design Factor |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0-4                     | 0.00                     | 0.00                    |
| 5                       | 0.01                     | 0.00                    |
| 6                       | 0.02                     | 0.00                    |
| 7                       | 0.03                     | 0.00                    |
| 8                       | 0.04                     | 0.00                    |
| 9                       | 0.05                     | 0.01                    |
| 10                      | 0.06                     | 0.01                    |
| 11                      | 0.07                     | 0.02                    |
| 12                      | 0.07                     | 0.02                    |
| 13                      | 0.08                     | 0.03                    |
| 14                      | 0.09                     | 0.03                    |
| 15                      | 0.09                     | 0.04                    |
| 16                      | 0.10                     | 0.04                    |
| 17                      | 0.11                     | 0.05                    |
| 18                      | 0.11                     | 0.05                    |
| 19                      | 0.12                     | 0.06                    |

#### 5. Determina la mínima concentración ajustada al diseño(AMD)

$$AMD = MDQ * (1 + DF) = 9.26 \text{ kg} * 1 = 9.26 \text{ kg}$$

#### 6. Determinar el factor de corrección de la presión (PCF). Según la tabla el factor de corrección para una presión de 1189 m sobre el nivel del mar que es igual 0.86



Tabla D-17. Factor de corrección presión atmosférica

| Equivalent Altitude |       | Enclosure Pressure |       | Atmospheric<br>Correction<br>Factor |
|---------------------|-------|--------------------|-------|-------------------------------------|
| ft                  | km    | psia               | mm Hg |                                     |
| -3,000              | -0.92 | 16.25              | 840   | 1.11                                |
| -2,000              | -0.61 | 15.71              | 812   | 1.07                                |
| -1,000              | -0.30 | 15.23              | 787   | 1.04                                |
| 0                   | 0.00  | 14.71              | 760   | 1.00                                |
| 1,000               | 0.30  | 14.18              | 733   | 0.96                                |
| 2,000               | 0.61  | 13.64              | 705   | 0.93                                |
| 3,000               | 0.91  | 13.12              | 678   | 0.89                                |
| 4,000               | 1.22  | 12.58              | 650   | 0.86                                |
| 5,000               | 1.52  | 12.04              | 622   | 0.82                                |
| 6,000               | 1.83  | 11.53              | 596   | 0.78                                |
| 7,000               | 2.13  | 11.03              | 570   | 0.75                                |
| 8,000               | 2.45  | 10.64              | 550   | 0.72                                |
| 9,000               | 2.74  | 10.22              | 528   | 0.69                                |
| 10,000              | 3.05  | 9.77               | 505   | 0.66                                |

7. Cantidad final del gas G-55(FDQ) de diseño es de:

$$FDQ=PCF*AMD=0.86*kg=7.96kg=17.6lb$$

## D.2 SELECCIÓN DE CILINDROS

Teniendo en cuenta el tamaño del cilindro y contenido máximo y mínimo del cilindro de la siguiente tabla se elige el cilindro de 40 lb

TablaD-18. Cilindros disponible del fabricante Chemetron

| Cylinder | Stock Number | Fill Capacity |      |         |      |
|----------|--------------|---------------|------|---------|------|
|          |              | Minimum       |      | Maximum |      |
|          |              | lb            | kg   | lb      | kg   |
| 40 lb.   | 10480992     | 21            | 9.5  | 41      | 18.6 |
| 55 lb.   | 10480980     | 28            | 12.7 | 55      | 24.9 |
| 95 lb.   | 10480991     | 48            | 21.8 | 96      | 43.5 |

Las especificaciones del cilindro son:

Serie: Sistema beta de FM-200

Cilindro: 40lb (21lb-40lb)

## D.3 SELECCIÓN DE LOS DIFUSORES

Estos cálculos están a expensas de cálculos hidráulicos

$$\#de\ difusores = \frac{\text{área del riesgo}}{\text{área cubre cada difusor}} = \frac{5.4m^2}{2.7m^2}$$

$$\#de\ difusores = 2\ difusores$$

Caudal necesario= cantidad final del agente extintor / #difusores=7.6kg/2=3.8kg

En la tabla se enumera los difusores y tamaños como la cantidad es menor a 8 el diámetro aproximado es de 10mm (3/8")

**TablaD-19. Tamaño de los difusores de gas FM-200.**

| Diámetro nominal | Diámetro pulgadas | Caudal  |
|------------------|-------------------|---------|
| 10               | 3/8"              | Hasta 8 |
| 15               | 1/2"              | sep-16  |
| 20               | 3/4"              | 17-32   |
| 25               | 1"                | 33-48   |
| 32               | 1 1/4"            | 49-80   |
| 40               | 1 1/2"            | 81-128  |
| 50               | 2"                | 129-240 |
| 65               | 2 1/2"            | 241-385 |
| 80               | 3"                | 386-610 |
| 100              | 4"                | +       |

17

Las características del difusor seleccionado según la tabla del fabricante chemetron son:

Diámetro tubería nominal: 10mm

Altura del difusor: 51.6mm

Referencia o stock number =10371415

#### D.4 DISEÑO DE TUBERIA

En la tabla siguiente se muestra las presiones de trabajo en la tubería, teniendo una densidad de 72 lb/ft<sup>3</sup> la presión en el contenedor es de 360 esto está presurizado con nitrógeno y la mínima presión de diseño es de 416psi.

<sup>17</sup> Tomado del manual de seguridad contra incendio, colegio de ingenieros industriales de de Barcelona

**Tabla D-20. Presiones de trabajo y diseño.**

**Minimum Design Working Pressure for Halocarbon Clean Agent System Piping**

| Agent        | Agent Container<br>Maximum Fill Density<br>(lb/ft <sup>3</sup> ) | Agent Container<br>Charging Pressure at<br>70°F (21°C)<br>(psig) | Agent Container<br>Pressure at 130°F (55°C)<br>(psig) | Minimum Piping Design<br>Pressure at 70°F (21°C)<br>(psig) |
|--------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| HFC-227ea    | 62                                                               | 150*                                                             | 247                                                   | 198                                                        |
|              | 72                                                               | 360*                                                             | 520                                                   | 416                                                        |
|              | 72                                                               | 600*                                                             | 1025                                                  | 820                                                        |
| FC-3-1-10    | 80                                                               | 360*                                                             | 450                                                   | 360                                                        |
| HCFC Blend A | 56.2                                                             | 600*                                                             | 850                                                   | 680                                                        |
|              | 56.2                                                             | 360*                                                             | 540                                                   | 432                                                        |
| HFC 23       | 54                                                               | 608.9**                                                          | 2182                                                  | 1746                                                       |
|              | 49                                                               | 608.9**                                                          | 1765                                                  | 1412                                                       |
| HCFC-124     | 74                                                               | 240*                                                             | 354                                                   | 283                                                        |
| HCFC-124     | 74                                                               | 360*                                                             | 580                                                   | 464                                                        |
| HFC-125      | 54                                                               | 360*                                                             | 615                                                   | 492                                                        |
| HFC 125      | 56                                                               | 600*                                                             | 1045                                                  | 836                                                        |
| HFC-236fa    | 74                                                               | 240*                                                             | 360                                                   | 280                                                        |
| HFC-236fa    | 75                                                               | 360*                                                             | 600                                                   | 480                                                        |
| HFC-236fa    | 74                                                               | 600*                                                             | 1100                                                  | 880                                                        |

\* Superpressurized with nitrogen.  
 \*\* Not superpressurized with nitrogen.



**ANEXO E**

**FORMATO DE INSPECCION DE  
RIESGOS**

**UNIVESIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

FORMATO DE INSPECCION DE RIESGOS DE INCENDIO

|                     |                    |       |  |
|---------------------|--------------------|-------|--|
| Nombre del edificio | Biblioteca central | fecha |  |
| Numero de pisos     | 5                  |       |  |



PISO \_\_\_\_\_ AREA \_\_\_\_\_

ZONAS

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_
- 4 \_\_\_\_\_
- 5 \_\_\_\_\_
- 6 \_\_\_\_\_
- 7 \_\_\_\_\_
- 8 \_\_\_\_\_

ZONA \_\_\_\_\_  
Uso \_\_\_\_\_

| Contenido | Cantidad |
|-----------|----------|
| _____     | _____    |
| _____     | _____    |
| _____     | _____    |
| _____     | _____    |
| _____     | _____    |
| _____     | _____    |

Material de construccion

Puertas \_\_\_\_\_ Ventanas \_\_\_\_\_

Compartimentacion SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ No extintores \_\_\_\_\_ Altura del techo-mat almacenado \_\_\_\_\_

Al final del dia

puertas cerradas SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ Luces apagadas SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ Basura eliminada SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Equipo e desconectado SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| PISO _____ AREA _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>ZONAS</div> <div style="width: 60%;"> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">1 _____</div> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">2 _____</div> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">3 _____</div> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">4 _____</div> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">5 _____</div> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">6 _____</div> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">7 _____</div> <div style="display: flex; margin-bottom: 2px;">8 _____</div> </div> </div> |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ZONA _____<br>Uso _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Contenido</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>                                                                 | Contenido | Cantidad |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Cantidad  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Material de construcción<br>Pueras _____ Ventanas _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| mpartimentación SI _____ NO _____ No extintores _____ Altura del techo-mat almacenado _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Al final del día<br>puertas cerradas SI _____ NO _____ Luces apagadas SI _____ NO _____ Basura eliminada SI _____ NO _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Equipo e desconectado<br>SI _____ NO _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Observaciones _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## **ANEXO F (FUNDAMENTO TEORICO)**

### **SISTEMAS DE EXTICION A BASE DE AGUA NEBULIZADA Y GASES LIMPIOS, GRACEFT Y GEMMA**



*F.1*

## **F.2                    SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA**

Es una nueva tecnología de sistemas contra incendio que tiene por objetivo remplazar otros sistemas que son de alto riesgo para el medio ambiente como lo es el sistema de Holón. Tras el protocolo de Montreal se han dado desarrollo a estos sistemas en aplicaciones tales como en el metro de Madrid, en la marina y en la aviación. Este sistema en muchos casos es una mejor y más efectiva protección alternativa a otros sistemas de extinción con gases extintores o sprinklers.

Los sistemas de protección por agua nebulizada optimizan los recursos del agua, mediante la división del volumen del agente extintor en gotas de muy pequeño tamaño, con lo que se consigue la máxima capacidad de refrigeración para una determinada cantidad, reduciendo los daños tanto en el punto de vista ecológico como económico.

Los sistemas de agua nebulizada dan solución de forma eficaz la mayor parte de los sistemas de protección contra fuego, presentando como ventajas las siguientes:

- Economía del agente extintor.
- 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, arrastra y decanta los gases tóxicos y las partículas de la combustión.
- Alta capacidad de enfriamiento.
- 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.
- No perjudica al medioambiente, al utilizar únicamente agua y aire o nitrógeno.
- Posibilidad                    de                    descargas                    múltiples.

- Facilidad de recarga.
- Facilidad de mantenimiento.

La institución prestigiosa americana de normas contra fuego, la NFPA (National Fire Protection Association), publico un estándar para agua nebulizada la NFPA 750 (Estándar On Watermist Fire Protection Systems), que especifica una reglas a seguir para el diseño de estos sistemas, aunque es muy genérico ya que por ser un sistema relativamente nuevo no se tiene información acerca de estos sistemas, dando como recomendación a seguir las especificaciones del fabricante. Este estándar establece que: se considera agua nebulizada aquellos que al menos el 99% de su volumen en agua sea el tamaño de la gota menor a 1000 micras. Otras normas a seguir son la IMO (International Maritime Organization), y la norma CEN (Centro Europeo De Normalización).

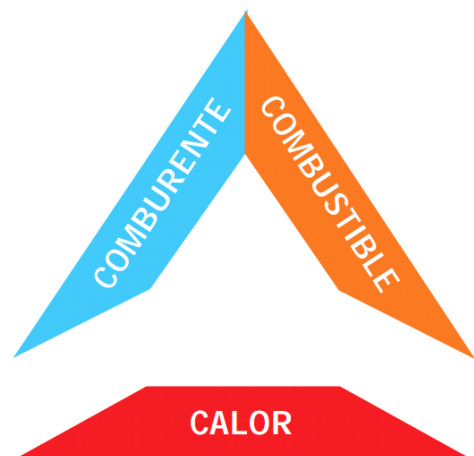
En la actualidad existen varios fabricantes entre los más reconocidos son: marriof, aquamist y tyco.

### **F.2.1 MECANISMOS DE EXTINCIÓN DEL AGUA NEBULIZADA<sup>18</sup>**

Su eficacia se debe a que utiliza los tres métodos de extinción conocidos más otro secundario, la dilución, que se analizara a continuación:

Enfriamiento:

El agua nebulizada posee una gran cantidad de enfriamiento, por la división del agua en gotas de tamaños micrométricos, lo que produce en principio una gran superficie de captación del calor. Además la captación de estas microgotas con los cuerpos o gases caliente se transforman en vapor absorbiendo una cantidad de calor equivalente a 540 calarías/gramo.



**Figura F-1. Enfriamiento**

Los objetivos cercanos quedan protegidos del calor radiante, evitando la propagación del fuego. En comparación a otros sistemas de agua, este

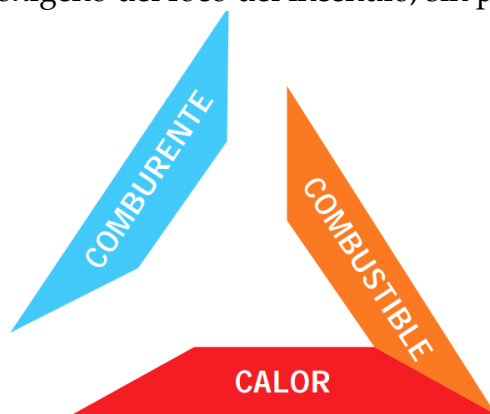
<sup>18</sup> Manual de seguridad contra incendios, Colegio de ingenieros técnicos industriales de Barcelona

sistema aumenta la velocidad a la cual el agua retira calor de la llama y los gases calientes.

Al reducir el tamaño de las gotas incrementa la superficie total de una misma masa de agua, y por ello se aumenta la velocidad de la retirada de calor. Si se retira suficiente calor, la temperatura de la fase gaseosa de la llama puede descender por debajo de la mínima necesaria para mantener la reacción de combustión y el fuego se extinguirá. No es necesario absorber todo el calor, se ha comprobado que retirar entre un 30% al 60% es suficiente puede bastar para detener la combustión.

Sofocación:

El vapor generad desplaza un volumen de oxigeno equivalente, produciendo un efecto de sofocación. Esta rápida transformación de las gotas en vapor, hace aumentar su volumen 1.640 veces, desplazando el oxigeno del foco del incendio, sin perjuicio a personas.



**Figura F-2. Sofocación**

Las gotas al evaporasen aumenta su volumen aproximadamente 1.900 veces (1000C y 1atm) si la evaporación sucede con rapidez, el vapor de agua desplaza el aire alrededor de la gota. La inyección de agua en gotas finas en la cercanía de la llama en la rápida evaporación, expansión y en el desplazamiento del oxigeno disponible por el vapor de agua en el entorno de la llama. Si la cantidad de oxigeno disponible para

la combustión se reduce al nivel más bajo de un nivel crítico, el fuego se eliminara por sofocaron o será más fácil por extinguir por enfriamiento.

Bloqueo del calor radiado:

Aunque este mecanismo no extingue un fuego por su sola actuación, el bloqueo de calor radiado tiene un papel importante en evitar que el fuego se extienda a superficies de combustible que aun no han encontrado en ignición y reduce la evaporación en la superficie del combustible. La atenuación de la radiación protege a los objetos y a las personas del calor radiado, ocurra o no la extinción. Los estudios han demostrados que la atenuación depende del diámetro de la gota del agua. Según se aumenta la concentración de gotas con diámetros inferiores de 50micras, se incrementa el grado de atenuación de calor radiado.

Dilución:

La infusión de gases que se crea por la mezcla de vapor de agua y aire sobre una superficie de combustible tiene un efecto beneficioso para lograr la extinción, principalmente en fuegos de líquidos, posee desplazamiento de la concentración de vapor inflamable-oxígeno e interacción de la microgotas sobre la reacción en cadena de la combustión, pudiendo este fenómeno jugar un papel significativo en la extinción del fuego por spray y en la inhibición de deflagraciones.

### ***F.2.2 CRITERIOS DE PROTECCIÓN DEL AGUA NEBULIZADA***

Se manejan tres criterios que lo describe la norma NFPA 750 los cuales son:

Control de incendio: consiste en la limitación del crecimiento y propagación de un incendio, remojando los combustibles adyacentes y controlando las temperaturas de los gases de combustión de los techos. Esta es la típica aplicación donde se reemplaza los sistemas de rociadores automáticos con grandes ventajas en muchas aplicaciones: buques, hoteles, hospitales,...etc.

Supresión de incendio: la eliminación básica y rápida de los factores que acompañan al incendio, desprendimiento de calor, emisión de gases, etc. Durante el tiempo de descarga del agua nebulizada permitiendo también la asistencia de brigadista y los propios bomberos.

Extinción del fuego: la completa interrupción del incendio hasta la desaparición total de materiales en combustión. Es la aplicación típica para la sustitución de los elementos de extinción por gas.

### ***F.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA***

Según la norma NFPA 750 los sistemas se clasifican según la presión de descarga se tiene tres sistemas (ver figura 3-3):

Alta presión: donde las presiones de trabajo son 500psi o superiores.

Media presión: las presiones están entre 175psi y 500psi.

Baja presión: presiones inferiores o iguales a 175psi.

Según el método de operación podemos encontrar cuatro grupos<sup>19</sup>:

Sistema de diluvio: las tuberías permanecen secas hasta el momento de funcionamiento, todas las boquillas se pene en marcha

Sistema de tubería seca: como su nombre lo indica no tiene agua si no nitrógeno o aire presurizado. Al dispararse el sistema se permite el paso de agua a presión hacia las boquillas que se han abierto.

Sistema de pre-acción: lo mismo que el anterior pero conectado a un sistema de detección y no tiene aire a presión. Al detectarse un incendio se abren las válvulas y se cargan las tuberías de agua presurizadas, pero hasta que no salten un rociador no se produce las descarga.

Sistema de tubería húmeda: similar a un sistema de sprinkler, pero con rociadores e instalaciones preparadas para agua nebulizada.

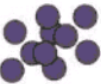
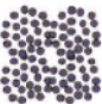
|                                   |                                                                                     | Tamaño<br>de la gota | Superficie | Número<br>de gotas |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|--------------------|
| Rociador<br>convencional          |  | >1000                | 1          | 1                  |
| Agua nebulizada<br>a baja presión |  | 300                  | 10         | 40                 |
| Agua nebulizada<br>a alta presión |  | 50                   | 400        | 8000               |

Figura F-3. Comparación del tamaño y el número de gotas de los sistemas que utilizan agua para extinción

## SISTEMA DE BAJA PRESIÓN

Los sistemas de agua nebulizada a baja presión ofrecen una alternativa mejor en costo y menos compleja la instalación que los otros sistemas de alta presión o de dos fluidos, pero en cuanto a la cantidad empleada de agua utilizada necesitan más que los otros sistemas de agua nebulizada ya que estos tiene que ver con la presión de trabajo, es decir cuando es menor la presión es mayor el número de boquillas y mayor el tamaño de las

<sup>19</sup> Agente de emergencias bombero/a del consorcio de emergencia de gran canaria; editorial mad; España; pg. 277

gotas, lo que obliga a emplear más cantidad de agua y mas boquillas difusoras.

Este sistema utiliza dos tipos de boquillas, los cuales son:



Viking Fire

**Figura F-4.  
Boquillas  
automáticas (baja  
presión)**

Las boquillas automáticas: su activación se hacen por medio de una ampolla.

Las boquillas abiertas: estas boquillas se utilizan normalmente con un sistema de pre-acción



Viking Fire

**Figura F-5.  
Boquillas  
abiertas (baja  
presión)**

### ***Elementos que componen el sistema de agua nebulizada a baja presión***

Normalmente se tiene los siguientes elementos según el metodo de operación, aunque los elementos lo decide al final el diseñador, a continuación se muestra ejemplos de sistemas de agua nebulizada a baja presión:

Sistema de tubería húmeda: Válvula de mariposa, válvula de retención, detector de flujo de pequeño caudal, filtro, tubería resistente al a corrupción, boquillas automáticas, válvula de bola, bomba (ver figura 3-6)

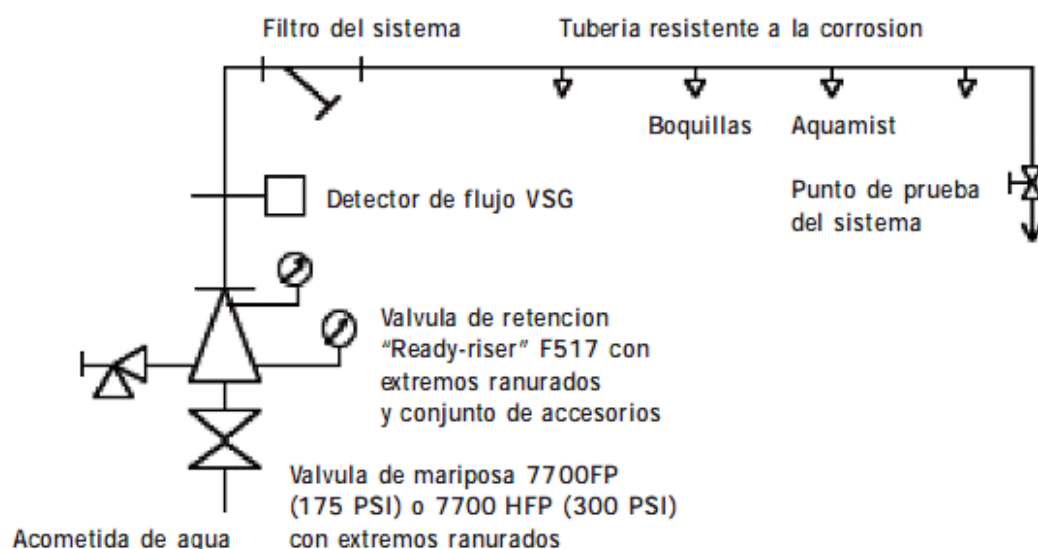


Figura F-6. Ejemplo de sistema que utiliza tubería húmeda (fabricante aquamist)<sup>20</sup>

Sistema de pre-detección:

Válvula de mariposa, válvula automática de control, accesorios, tubería resistente a la corrosión, sistema de detección, bomba (ver figura 3-7)

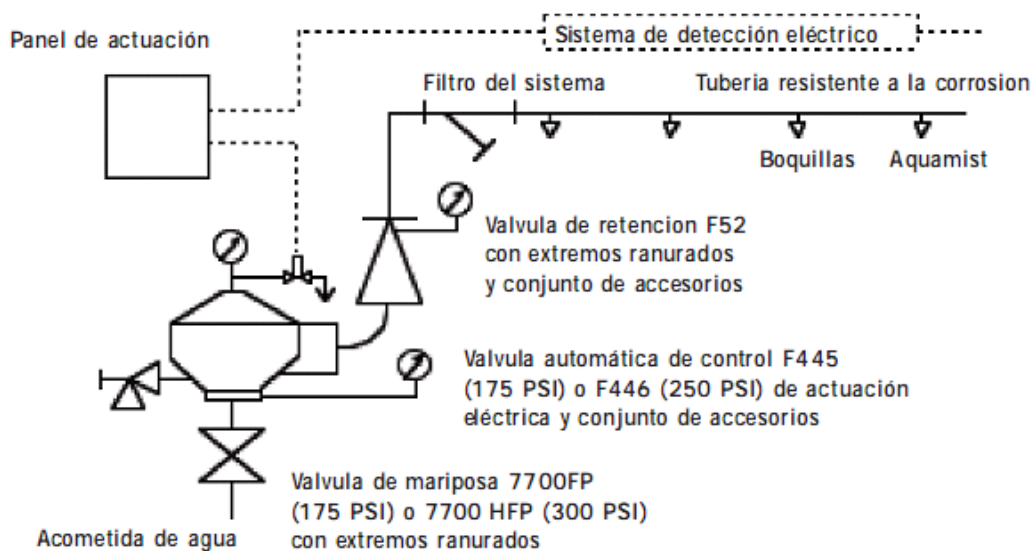


Figura F-7. Ejemplo de sistema que utiliza tubería seca (fabricante aquamist)

<sup>20</sup> Manual de seguridad contra incendios, Colegio de ingenieros técnicos industriales de Barcelona



### ***Aplicaciones del agua nebulizada a baja presión***

El campo de aplicaciones para las que el sistema de agua nebulizada de baja presión se puede utilizar acuerdo a las clases de riesgo establecidas en las reglas de diseño para sistemas de rociadores. Las aplicaciones incluyen riesgos de fuego Ligero (RL), Ordinario 1 (RO1) (sin incluir riesgos de producción) y Ordinario 2 (RO2) (únicamente para aparcamientos robotizados y garajes subterráneos).

Las aplicaciones habituales son:

Bancos, Iglesias, Hospitales, centros de ancianos y otros centros dedicados al cuidado de personas, Hoteles, Bibliotecas, Aparcamientos robotizados, Garajes subterráneos, Edificios administrativos y de oficinas, Edificios oficiales y del gobierno, Instituciones penitenciarias y reformatorios, Estaciones de tren, Restaurantes, Escuelas, universidades y otros establecimientos educativos, etc.....

### ***SISTEMA AGUA NEBULIZADA DE ALTA PRESIÓN:***

Este sistema tiene una facilidad de absorción del humo, pero tiene alto costo en sus elementos ya que tiene una presión de trabajo alta. Se puede distinguir las siguientes boquillas utilizadas para este sistema.

Atomizador bulbo mecánico: se utilizan para sistemas de tubería húmeda o de pre-acción la descarga del agua se produce únicamente a través de los atomizadores que han detectado el fuego, y su orientación puede ser hacia abajo o horizontal

Atomizador del bulbo neumático: en sistemas húmedos es su aplicación. Utilizan un bulbo térmico para la detección del fuego, pero también se abre en caso de que el valor de la presión en tubería supere al límite indicado.

Atomizador abierto: aplicación en sistema de inundación total. En caso que un sistema independiente de detección se activara la descarga se realiza por todos los atomizadores.

Atomizador "T" a tubería: cabezal óptimo para cocinas, escaleras mecánicas y falsos techos, se monta directamente sobre la "T" o codo mediante unión o difusor tuerca bicono.

### *Elementos que componen el sistema de agua nebulizada a alta presión.*

Estos son algunos de los elementos que compone este sistema:  
Sistema batería de cilindros, red de tubería, soportes, válvulas, etc.

### *Aplicaciones de los sistemas de agua nebulizada a alta presión*

Los sistemas de agua nebulizada se aplican en los siguientes casos:

Como control (mediante inundación total/parcial): Aplicaciones diseñadas para un riesgo sin localización ni caracterización específicos del fuego.

1. Sala de ordenadores
2. Locales con presencia humana y fuegos clase A
3. Archivos
4. Galerías de cables
5. Centros de telecomunicaciones
6. Derrame de líquidos inflamables

Como extinción (mediante aplicación local): Diseñadas para un riesgo donde la localización es precisa y las características del fuego son específicas.

1. Cocinas industriales
2. Turbinas y transformadores
3. Bancos de ensayo de motores
4. Motores diesel y alternadores
5. Cabinas de pintura
6. Escaleras mecánicas (excluido el riesgo de tipo eléctrico de los fosos)

### F.3 SISTEMAS DE AGENTES LIMPIOS<sup>21</sup>

En este campo, de permanente investigación, se persigue el objetivo de disponer de un conjunto de sustitutos químicos, mezclas de gases inertes o técnicas alternativas de los halones que eviten dañar o inutilizar los equipos, tengan iguales propiedades de extinción y sean inocuos para las personas si se tiene que usar en áreas ocupadas, pero también que no sean dañinos para el medioambiente. En la actualidad, y en líneas generales, podemos agrupar los diferentes sustitutos de los halones en:

- Agentes extintores gaseosos limpios: Se denominan agentes limpios porque no dejan rastro después de utilizarlos y no son conductores de la electricidad. Podemos distinguir dos clases:
  - ✓ Los agentes inertes limpios: Suelen ser mezcla de gases constitutivos del aire tales como nitrógeno, argón y/o dióxido de carbono. Lo que se pretende conseguir con esta clase de gases, al utilizarlos como agentes extintores, es disminuir la concentración del oxígeno del aire del lugar donde se ha producido el fuego a una proporción inferior al 12%, con objeto de extinguir el mismo por sofocación.
  - ✓ Los agentes halogenados o halocarbonados limpios: Este tipo de gases al entrar en contacto con el fuego se descomponen en radicales e iones, los cuales reaccionan con los procedentes del combustible. Esas reacciones químicas son endotérmicas, de forma que evitan que se produzca la reacción en cadena. Por consiguiente, extinguen el fuego por inhibición.

#### F.3.1 Limitaciones Generales de los Agentes Limpios

##### **Reactividad con Ciertos Materiales**

No deben utilizarse agentes limpios sobre incendios en los que se vean implicados los siguientes productos, al menos que hayan sido ensayados y su resultado sea conforme para la autoridad competente.

- Ciertas sustancias químicas o mezclas de éstas, como nitrato de celulosa y pólvora, que son capaces de sufrir una oxidación rápida en ausencia de aire.
- Metales reactivos como el litio, sodio, potasio, magnesio, titanio, zirconio, uranio y plutonio.

---

<sup>21</sup> MÓDULO 4: Halones y Agentes Limpios Ing. Nestor Adolfo BOTTA. PDF

- Hidruros metálicos.
- Sustancias químicas capaces de experimentar una descomposición térmica, como la hidracina y algunos peróxidos orgánicos.

### **Electricidad Estática**

Algunos agentes limpios son gases licuados, así que al igual que el CO<sub>2</sub>, pueden durante la descarga producirse una carga electrostática de aquellos conductores no conectados a tierra. Estos conductores podrían descargar hacia otros objetos provocando un arco eléctrico de energía suficiente para iniciar una combustión y/o explosión.

### **Exposición a Agentes Halocarbonados Limpios**

Un Agente Halocarbonado contiene como componentes principales uno o más compuestos orgánicos que poseen uno o más de los elementos flúor, cloro, bromo y yodo.

Deberá evitarse cualquier exposición innecesaria a agentes halocarbonados limpios y a sus productos de descomposición, incluso a concentraciones NOAEL. Cuando no es posible evitar la exposición, la recomendación de los tipos de ocupación en función de los límites NOAEL y LOAEL son:

- En recintos normalmente ocupados, se podrán realizar descargas de producto hasta el valor de NOAEL.
- En recintos normalmente ocupados, se podrá realizar descarga de productos diseñados para concentraciones superior al NOAEL e inferiores al LOAEL, siempre que se disponga de medios para que la exposición no supere los tiempos especificados de exposición al producto.
- En espacios no ocupados normalmente y protegidos por un sistema de agente halocarbonado diseñado para concentraciones superiores al valor de LOAEL, y donde existiera la posibilidad de que el personal pudiese ser expuesto, deberá disponerse de medios para limitar los tiempos de exposición.

**Tabla F-1. Información sobre agentes Halocarbonados limpios.**

| Agente        | NOAEL (%) | LOAEL (%) |
|---------------|-----------|-----------|
| FC-3-1-10     | 40        | > 40      |
| HCFC Mezcla A | 10        | > 10      |

|           |     |        |
|-----------|-----|--------|
| HCFC-124  | 1   | 2,5    |
| HFC-125   | 7,5 | 10     |
| HFC-227a  | 9   | > 10,5 |
| HFC-23    | 50  | > 50   |
| HFC-236fa | 10  | 15     |

Para mantener una concentración de oxígeno superior al 16% (equivalente a nivel del mar), punto en el que se inicia el deterioro de las funciones personales, no se utilizara ningún agente halocarbonado superior al 24% y en área normalmente ocupadas.

### **Exposición a Agentes Inertes Limpios**

Un Agente Inerte Limpio contiene como componentes principales uno o más de los gases de helio, neón, argón o nitrógeno. Los agentes inertes limpios que son mezclas de gases pueden contener también CO<sub>2</sub> como componente secundario.

Deberán evitarse exposiciones innecesarias a sistemas de agentes inertes limpios que generen atmósferas deficientes de oxígeno.

Pese a esta recomendación los tipos de ocupación en función de los límites NOAEL y LOAEL son:

- Se permitirán instalar sistemas de gases inertes limpios diseñados para concentraciones inferiores a un 43% (corresponde a una concentración de oxígeno de 12% a nivel del mar), si el espacio está normalmente ocupado y se disponen los medios necesarios para que el tiempo de exposición no supere los 5 min.
- Se permitirán instalar sistemas de gases inertes limpios diseñados para concentraciones comprendidas entre un 43% y un 52% (corresponde a una concentración de oxígeno entre 12% y 10% a nivel del mar), si el espacio está normalmente ocupado y se disponen los medios necesarios para que el tiempo de exposición no supere los 3 min.
- Se permitirán instalar sistemas de gases inertes limpios diseñados para concentraciones comprendidas entre un 52% y un 62% (corresponde a una concentración de oxígeno entre 10% y 8% a nivel del mar), si el espacio está normalmente ocupado y se disponen los medios necesarios para que el tiempo de exposición no supere los 30 segundos, cuando exista la posibilidad de exposición a las personas.
- Se permitirán instalar sistemas de gases inertes limpios diseñados para concentraciones superior al 62% (corresponde a una concentración de

oxígeno de un 8% o inferior, a nivel del mar), sólo en áreas desocupadas cuando el personal no esté expuesto a esta deficiencia de oxígeno.

## Toxicidad

La descarga de los sistemas de agentes limpios para extinguir un incendio puede suponer un peligro para el personal, bien por la forma natural del agente limpio o por los productos de descomposición que resultan de la exposición del agente al fuego o superficies calientes.

La tabla F-2 aporta información sobre los efectos tóxicos de los agentes halocarbonados considerados y la tabla F-3 aporta datos sobre los efectos fisiológicos de los agentes inertes limpios.

**Tabla F-2. Información Toxicológica de Agentes Halocarbonados Limpios**

| Agente        | LC50 o ALC (%) | NOAEL (%) | LOAEL (%) |
|---------------|----------------|-----------|-----------|
| FC-2-1-8      | > 81           | 30        | > 30      |
| FC-3-1-10     | > 80           | 40        | > 40      |
| FIC-1311      | > 12,8         | 0,2       | 0,4       |
| HCFC Mezcla A | 64             | 10        | > 10      |
| HCFC-124      | 23-29          | 1         | 2,5       |
| HFC-125       | > 70           | 7,5       | 10        |
| HFC-227a      | > 80           | 9         | 10,5      |
| HFC-23        | > 65           | 50        | > 50      |
| HFC-236fa     | > 18,9         | 10        | 15        |

LC50: es la concentración letal del 50% de una población de ratas durante 4 hs de exposición. ALC: Es la concentración letal aproximada.

NOAEL - Nivel de Efectos Adversos no Observables: Concentración máxima a la cual no se han observado ningún efecto adverso de carácter fisiológico o toxicológico.

LOAEL Nivel Mínimo de Efectos Adversos Observables: Concentración mínima a la cual se ha observado un efecto adverso de carácter fisiológico o toxicológico.

En los halocarbonados limpios, los valores de NOAEL y LOAEL se basan en efectos tóxicos conocidos, como es la sensibilidad cardíaca. Esta se produce cuando un producto químico provoca un aumento de la

sensibilidad del corazón a la adrenalina, dando lugar a latidos cardíacos irregulares y posible ataque cardíaco.

**Tabla F-3. Efectos Fisiológicos para los Agentes Inertes Limpios**

| Agente | Nivel sin Efectos (%) | Nivel de Bajo Efecto (%) |
|--------|-----------------------|--------------------------|
| IG-01  | 43                    | 52                       |
| IG-100 | 43                    | 52                       |
| IG-55  | 43                    | 52                       |
| IG-541 | 43                    | 52                       |

Estos valores son los equivalentes al NOAEL y LOAEL y corresponden al 12% mínimo de oxígeno para el Nivel sin Efectos y un 10% de oxígeno para el Nivel de Bajo Efecto. El peligro para la salud de los gases inertes es la asfixia debido a los bajos niveles de oxígeno. Con los agentes inertes se requiere una concentración de oxígeno no inferior al 12% (a nivel del mar) para zonas normalmente ocupadas. Esto corresponde a una concentración de agente no superior al 43%.

### **F.3.2 AGENTES GASES INERTES**

Los agentes inertes los cuales son generalmente Argón y Nitrógeno, se encuentran fácilmente en el ambiente, son incoloros, inodoros y no conducen electricidad. Estos gases actúan por reducción del oxígeno pero a diferencia del CO<sub>2</sub> que también reduce el oxígeno no es un acelerador cardíaco.

Los productos basados en mezclas de gases inertes que se comercializan por el momento son el **IG-541** (Inergen), el **IG-55** (Argonite) y el **IG-01** (Argón).

El **IG-541**, Inergen, es una mezcla de nitrógeno (52%), argón (40%) y anhídrido carbónico (8%). La EPA permite su utilización en áreas ocupadas siempre que la concentración de oxígeno sea superior al 12% y la de CO<sub>2</sub> inferior al 5%. El **IG-55**, Argonite, es una mezcla al 50% de nitrógeno y argón. Las condiciones de uso son las mismas descritas para el Inergen. El **IG-01**, Argón, está formado por gas argón al 100%, sus parámetros de uso similares a los antes detallados.

La descarga de estos gases no aporta al riesgo ninguna sustancia corrosiva debido a la descomposición térmica de la misma. Tampoco produce una nube de condensación y no hace falta un diseño cuidadoso para evitar que se produzcan daños a objetos sensibles o irremplazables debido a los productos derivados del propio fuego, como es el caso de los HFC.

En una descarga los gases inertes son rápidos y uniformemente distribuidos para lograr la concentración de diseño en un tiempo de 60 segundos, es seguro en lugares normalmente ocupados y se mantiene una excelente visibilidad.

A continuación se muestra una tabla comparativa entre los diferentes agentes inertes según las normas NFPA 2001, UNE 23570, donde se visualiza las características tanto químicas como extintoras.



**Figura F-8. Baterías de gas inerte**

**Tabla F-4 Designación de los gases inertes por normas NFPA 2001, UNE E ISO**

| Designación según ISO14520,<br>UNE 23570 y NFPA 2001 | IG-01                               | IG-55                               | IG-100                              |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Nombre químico                                       | Argón                               | Nitrógeno/ Argón                    | Nitrogeno                           |
| Formula química                                      | Ar                                  | N2/Ar                               | N2                                  |
| Peso molecular                                       | 39.9                                | 33.95                               | 28.02                               |
| Punto de ebullición a 1.013 bar                      | -185.9°C                            | -196°C                              | -195.8                              |
| Temperatura crítica                                  | -122.3°C                            | -                                   | -                                   |
| Presión crítica                                      | 49 bar                              | -                                   | -                                   |
| Máxima presión de llenado                            | 300 bar                             | 300bar                              | 300Bar                              |
| Concentración típica de diseño para heptano          | 48.8%                               | 42.0%                               | 43.7%                               |
| Factor de inundación para heptano 20°C               | 0.658m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | 0.535m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | 0.564m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> |
| Concentración de diseño para la clase A superficial  | 38%                                 | 37.8%                               | 39%                                 |
| Factor de inundación para la clase A superficial     | 0.470m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | 0.467m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | 0.486m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> |
| NOAEL                                                | 43%                                 | 43%                                 | 43%                                 |
| LOAEL                                                | 52%                                 | 52%                                 | 52%                                 |
| Poder destructor del ozono                           | 0                                   | 0                                   | 0                                   |
| Potenciadle efecto invernadero                       | 0                                   | 0                                   | 0                                   |



### F.3.2.1 *ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS SISTEMAS DE GAS INERTES*

En la figura F-9 se muestran los elementos más comunes de un sistema de gas inerte

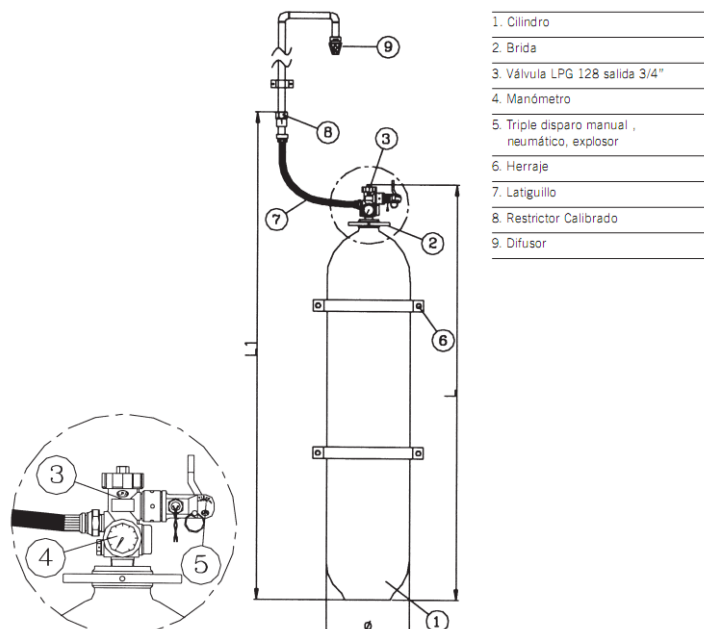


Figura F-9. Elementos del sistema de gas inerte

### F.3.2.2 *APLICACIONES DE LOS AGENTES INERTES*

Salas de control  
 Salas de informática  
 Archivos, bibliotecas  
 Sistemas de telecomunicaciones  
 Laboratorios, instalaciones petroquímicas, museos, galerías de arte.

### F.3.3 *AGENTES HALOCARBONADO*

Estos productos extintores son compuestos químicos orgánicos que en su composición contienen átomos de Cl, F o I, solos o en combinación. Su denominación es la siguiente:

Sistemas NAF: hidroc fluorocarbonos (HCFC)  
 Sistemas FE y FM: hidrof fluorocarbonos (HFC)  
 Sistemas CEA: perf fluorocarbonos (FC)

Si bien son menos efectivos que los halones, por lo que las concentraciones de agente extintor son mayores, su forma de actuar es similar y son en general gases licuados o líquidos compresibles que se sobre presurizan con nitrógeno para aumentar la velocidad de descarga. El tiempo de descarga para las aplicaciones de inundación total es inferior a 10 segundos. Como inconveniente cabe mencionar que algunos de ellos también deberán reemplazarse en el futuro por afectar a la capa de ozono, aunque lo hacen en menor medida que los halones.

#### ***F.3.3.1 HFC-227ea (FM-200)***

Este agente es apto para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el Halón 1301. Una vez descargado, el HFC-227ea extingue rápidamente el fuego minimizando los daños a la propiedad y a los equipos de alto valor, asegurando asimismo la total seguridad a las personas.

Se utiliza una concentración extintora entre el 5 y 7,1%. El HFC-227ea usa un mecanismo diferente para la extinción que el Halón 1301; éste extinguía el fuego por reacción química eliminando radicales libres, mientras que el HFC-227ea actúa físicamente por absorción de calor. Las características físicas del HFC-227ea permiten su uso en ambientes con temperaturas entre 0 °C y 50 °C. Concentración de extinción: 5,8%. Concentración de 3 diseño: 7% (0,565 kg/m<sup>3</sup> a 20°C). Es seguro para las personas porque no sólo extingue el fuego sin reducir la cantidad de oxígeno, sino que no resulta tóxico en las concentraciones específicas de utilización. Por estos motivos, HFC-227ea es idóneo para la protección de ambientes ocupados normalmente por personas. Su tiempo máximo de exposición segura es de 5 minutos a la concentración de 10,5%. El NOAEL es del 9%. LOAEL: 10,5%. En cuanto a su efecto sobre los equipos, el HFC-227ea no daña los equipos más delicados y no deja residuos para su limpieza posterior, por lo que permite continuar de inmediato las actividades. No es conductor de la electricidad, por lo que es efectivo en la protección de riesgos eléctricos como salas de ordenadores.

HFC-227ea posee un potencial de reducción del ozono (ODP) nulo, un potencial de efecto invernadero (GWP) extremadamente bajo y una vida atmosférica (ALT) muy limitada (31 años).

Es apto tanto para fuegos de clase A (fuegos que comprenden materiales sólidos) como para fuegos de clase B (líquidos o sólidos licuados). Algunas aplicaciones concretas son:

Centros de elaboración o archivo de datos, centros de telecomunicación, medios de transporte, estaciones de radio/radar, torres de control, etc.

#### **F.3.3.2            *HFC-23 (FE-13)***

Se utiliza con una concentración extintora entre el 12 y el 16%. Concentración de diseño: 15,1% (0,521 kg/m<sup>3</sup> a 20°C). Debido a su presión de vapor natural de 41 bares a 20 °C, el HFC-23 no requiere presurización con nitrógeno. El HFC-23 extingue los incendios principalmente por absorción de calor y también, en menor proporción, químicamente por eliminación de radicales libres de la zona del fuego.

El HFC-23 es totalmente seguro para las aplicaciones en áreas ocupadas. La mayoría de los sistemas de HFC-23 se diseñan con una concentración de 16%, siendo el NOAEL de este agente extintor del 30%. Un margen de seguridad tan amplio lo tienen muy pocos agentes extintores disponibles en el mercado. LOAEL > 50%. El HFC-23 no deja residuos ni durante la extinción del incendio ni después de una descarga accidental. No es conductor de la electricidad.

HFC-23 posee un potencial de reducción del ozono (ODP) nulo y un potencial de efecto invernadero (GWP) de 13.

Es aplicable para la protección de salas de ordenadores, archivos y equipos eléctricos.

Especialmente útil para áreas que requieren almacenamiento a temperaturas bajas (hasta -40°C) y locales con techos de hasta 7,5 m de altura o incluso más altos.

#### **F.3.3.3            *HCFC Mezcla A (NAF S-III)***

Está compuesto por una mezcla de hidrocarburos halogenados (HCFC) y un aditivo detoxificante, en condiciones de reducir drásticamente la cantidad de productos de descomposición que se forman en presencia de la llama. Es un gas incoloro, no es conductor de la electricidad y tiene una densidad unas 6 veces mayor que la del aire.

Es un agente extintor drop-in respecto al Halón 1301: su empleo en los sistemas anti incendio existentes proyectados para el Halón 1301 no requiere modificaciones sustanciales.

En las aplicaciones más comunes es necesaria una cantidad en peso de HCFC-mezcla A mayor del 10% con respecto al Halón 1301 y, por consiguiente, en la mayoría de los casos es posible instalarlo en los

sistemas ya existentes sin modificar las tuberías diseñadas por el Halón 1301. Con un punto de ebullición de  $-38,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el HCFC-mezcla A se distribuye

fácilmente en el local protegido, también a temperaturas bajas. HCFC-mezcla A extingue incendios principalmente físicamente mediante la absorción de calor en el riesgo pero también actúa químicamente, como el Halón 1301. La concentración de diseño necesaria para extinguir un incendio depende del tipo de riesgo a proteger. Los fuegos de Clase B necesitan una concentración de 12% y los de Clase A pueden ser extinguidos con una concentración de 10%. Concentración de extinción: 10%. Concentración de diseño: 12% ( $0,527\text{ kg/m}^3$  a  $20^{\circ}\text{C}$ ).

Los niveles de toxicidad permiten su uso en áreas normalmente ocupadas para las aplicaciones más comunes. El NOAEL es 12%. LOAEL: 14%.

El impacto medioambiental global es extremadamente bajo, pero el ODP no llega a ser cero.

HCFC-mezcla A es apto para fuegos de Clase A, Clase B y aplicaciones tales como salas de ordenadores, telecomunicaciones, etc.

## ***F.4 GRACEFT Y GEMMA***

### ***F.4.1 INTRODUCCION HISTORICA***

El GRAFCET nació en el año de 1977 en un grupo de trabajo de la AFCET (Asociación Française pour la Cybernétique Economique et Technique, Asociación Francesa para la Cibernética Económica Y técnica) creado en el año de 1975. Para mediados del año de 1982 se crea la norma francesa UTE NF C 03-190 (Diagramme fonctionnel "GRAFCET" pour la description des systèmes logiques de commande).

La creación del GRAFCET se debió a la necesidad de tener un método de descripción de procesos que fuese independiente de la tecnología utilizada, basada en gráficos funcionales y de fácil interpretación aun por personas no expertas en la automatización. Fue necesaria debido a las dificultades que se presentaban al momento de describir automatismos con varias etapas simultáneas utilizando un lenguaje normal. Se presentan dificultades muy parecidas al hacer estas descripciones con diagramas de flujo o usando lenguajes informáticos habituales.

En 1988, el GRAFCET es reconocido por una norma internacional, la IEC-848 (Preparation of Function Charts for control Systems, Preparación de Diagramas Funcionales para Sistemas de Control) con los nombres Function Charts, Diagramme Fonctionnel o Diagrama Funcional. La

norma IEC no reconoce el nombre GRAFCET porque las traducciones pueden dar lugar a ambigüedades.

#### **F.4.2 PRINCIPIOS**

Debe caracterizarse el funcionamiento del automatismo con total independencia de los componentes, es decir centrar el interés en la función que debe realizar.

Un sistema automático se divide en parte de control y operativa. La parte de control abarca todo lo que contribuye a la automatización del proceso y la operativa lo demás. Todo esto se relaciona a través de un dialogo entre el operador y los automatismos.

El primer acercamiento es dividir el proceso en operaciones relativamente complejas o macro etapas, estas pueden subdividirse en operaciones más elementales (etapas), estas acciones deben depender solo de relaciones combinatorias entre entradas y salidas. Las etapas tendrán asociadas una variable de estado. Se debe establecer un grafico de evolución del avance de operaciones y sus condiciones lógicas. Como resultado de estado obtenemos las ecuaciones lógicas de las variables de estado.

##### **Elementos básicos**

Cada etapa debe corresponder a un escenario donde las salidas dependan únicamente de las entradas y esta relación debe ser combinatorial. Las etapas iniciales posicionan el sistema al iniciarse por primera vez y se representa por un cuadrado con doble línea.

Las líneas de evolución unen entre si las etapas o actividades consecutivas. Las transiciones son condiciones lógicas para finalizar el accionamiento de una etapa y se inicie otra. Estas condiciones lógicas se adquieren por combinación de variables llamadas receptividades y se representan las transiciones por una línea cruzada sobre las líneas de evolución.

Los reenvíos indican procedencia o destino de las líneas de evolución, permiten fraccionar un grafico o evitan excesivos cruces y se simbolizan por una flecha. Dos líneas de evolución que se crucen se suponen como principio que no lo están. Cuando se recorre el grafico de evolución debe alternarse siempre una etapa y una transición no importando el camino ni la dirección.

##### **Mensajes de interpretación**

Pueden ser textos, símbolos o ecuaciones lógicas. Los mensajes de acción de una etapa muestran la actividad a desarrollar en dicha al estar activa, en forma de texto o ecuaciones lógicas indicando la relación salida-

entrada. El mensaje de receptividad de una transición muestran las condiciones lógicas necesarias y suficientes de cada etapa a la siguiente.

### *Reglas de evolución*

Cada etapa tiene relacionada una variable de estado. Las etapas tienen dos estados: activa cuando su variable de estado vale uno (1) o inactiva cuando vale cero (0).

Arranque en frío es la inicialización de un proceso automático sin guardar memoria. Arranque en caliente es la reinicialización con memoria de alguna situación teniendo presentes las variables de estado del proceso denominado tarea previa.

Las etapas se desactivan cuando cumplan condiciones de transición, las transiciones tienen cuatro situaciones: no validada cuando las etapas inmediatamente anteriores no están activas, validada cuando las etapas inmediatamente anteriores están activas pero no cumple las condiciones lógicas de transición, franqueable cuando las etapas inmediatamente anteriores están activas y cumplen la condición lógica de transición, franqueada cuando están activadas las etapas siguientes y desactivadas las anteriores.

Solo se franqueara una transición si esta validada, transición franqueable será franqueada, si hay varias franqueables simultáneamente serán franqueadas al tiempo, el franqueo de una transición involucra la desactivación de las etapas anteriores, si en un proceso una etapa debe ser simultáneamente activada y desactivada permanecerá activada aunque esto se debe evitar.

El grafico de evolución formulado en GRAFCET debe ser cerrado, si esto ocurriese el proceso es incapaz de continuar.

### **F.4.3 NIVELES DEL GRAFCET**

El GRAFCET puede utilizarse para describir los niveles de especificación de un automatismo. Estos niveles son los que habitualmente se utilizan para diseñar y para describir un automatismo.

#### **GRAFCET nivel 1: descripción funcional**

En el primer nivel interesa una descripción general (normalmente poco detallada) del automatismo que permita comprender rápidamente su función. Es el tipo de descripción que se hace para explicar lo que queremos que haga la maquina a la persona que la ha de diseñar o el que

se utiliza para soportar, a las personas con poder de decisión en una empresa, la necesidad de dicha maquina.

El GRAFCET no debe contener ninguna referencia a la tecnología utilizada; es decir no se especifica como se hace avanzar la pieza (cilindro neumático, motor y cadena, cinta transportadora, etc.), ni como se detecta su posición (fin de carrera, detector capacitivo, detector fotoeléctrico, etc.), mucho menos el tipo de automatismo utilizado (autómata programable, neumática, ordenador industrial, etc.).

### **GRAFCET nivel 2: descripción tecnológica**

En este nivel se hace una descripción a tipo tecnológico y operativo del automatismo. Quedan perfectamente definidas las diferentes tecnologías utilizadas para cada función. El GRAFCET describe las tareas que debe realizar el elemento escogido. En este nivel se completa la estructura de la maquina y hace falta el automatismo que la controla.

### **GRAFCET nivel 3: descripción operativa**

En este nivel se implementa el automatismo. El GRAFCET define la secuencia de actos que debe realizar el automatismo. En el caso de que se trate, por ejemplo de un autómatas programable, se define la evolución del automatismo y la activación de las salidas en función de la evolución de las entradas.

## **F.4.4 LA GUIA GEMMA**

Es un método para el estudio de las posibles situaciones de marcha y parada en que puede estar la parte operativa de un proceso y las maneras de esta evolucionar de una a otra. Para alcanzar esto debe utilizar un grafico que representa una serie de estados caracterizados de la parte operativa y muestra las posibles formas de evolución de unos a otros.

En los automatismos modernos, estas eventualidades son previsibles y el propio automatismo debe estar preparado para detectarlos y así colaborar con el operador o el técnico de mantenimiento en la puesta a punto, la reparación y otras tareas no propias del proceso productivo normal.

Para fijar una forma estándar de denominar y definir los estados que puede tener un sistema, la ADEPA (Agence Nationale pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie, Agencia Nacional Francesa para el desarrollo de la producción aplicada a la industria) ha preparado la guía GEMMA (Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts, Guía de estudio de los modos de marchas y paradas).

GEMMA es una guía grafica que permite presentar, de forma sencilla y comprensible, los diferentes modos de marcha de una instalación de producción así como las formas y condiciones para pasar de un modo a otro.

La GEMMA y el GRAFCET se complementan, uno al otro, permitiendo una descripción progresiva del automatismo de producción.

## **Descripción**

Un automatismo consta de dos partes fundamentales: el sistema de producción y el control de este sistema (ordenador, autómeta programable, etc.). El control puede tener o no alimentación.

Cuando el control está alimentado, el sistema puede encontrarse en tres situaciones: en funcionamiento, parado (o en proceso de parada) y por fallo. Puede haber producción en cada una de estas tres situaciones; en normal funcionamiento existe pero también se puede producir cuando la maquina se dirige a un proceso de parada y cuando está en ciertas condiciones de fallo.

La guía GEMMA representa cada una las situaciones en las que puede estar la maquina (sin alimentar, funcionamiento, parada y fallo) por medio de rectángulos y la producción mediante un rectángulo que se interseca con unos rectángulos principales.

Cada una de estas situaciones se puede subdividir en varias de manera que, al final resultan unos estados de funcionamiento posibles. Cabe aclarar que todos los estados necesarios en cada proceso podrán fácilmente relacionarse con una parte de los que propone la GEMMA.

La guía propone además las principales rutas para pasar de un estado a otro.

### **Grupo F: procedimientos o estados de funcionamiento**

Este grupo contiene todos los modos o estados de funcionamiento necesarios para llegar a obtener la producción; es decir los de funcionamiento normal (F1 a F3) y los de prueba y verificación (F4 a F6).

**F1 (producción normal).** Es el estado en el que la maquina produce normalmente. Al funcionamiento dentro de este estado se le puede asociar un GRAFCET, que llamaremos GRAFCET de base. Este estado se representa en el grafico GEMMA por un rectángulo en trazo más grueso y además no tiene porque corresponder a un funcionamiento automático.

**F2 (marcha de preparación).** Incluye todas las etapas previas a la producción en modo automático o semiautomático y Corresponde a la



preparación de la máquina para el funcionamiento (precalentamiento, preparación de componentes, etc.).

**F3 (marcha de finalización o cierre).** Corresponde a la fase o estado necesario para que la máquina realice ciertos cambios cuando hay variantes de un mismo proceso, es decir cuando existe un vaciado y/o limpieza que muchas maquinas han de realizar antes de parar o de cambiar algunas características del producto.

**F4 (marchas de verificación sin orden).** Este caso permite verificar individualmente movimientos o partes sin respetar el orden o secuencia de la maquina, normalmente por orden del operador, puede realizar cualquier movimiento (o unos determinados movimientos preestablecidos). Generalmente se usa para tareas de mantenimiento y verificación, se realiza en vacío (sin producir).

**F5 (marchas de verificación en orden).**

En este caso la maquina realiza el ciclo completo de funcionamiento en orden pero al ritmo fijado por el operador. Se usa para tareas de mantenimiento y verificación. En este estado existe la posibilidad de que la maquina produzca.

**F6 (marcha de prueba o test).**

Permiten realizar las operaciones de ajuste y calibración de sensores o la ejecución de operaciones de mantenimiento preventivo, correcciones por desgaste, etc.

**Grupo A: procedimientos o estados de parada**

Este grupo contiene todos aquellos estados que detienen o mantienen en parada el funcionamiento del sistema (A1 y A4), los que llevan a la parada del sistema (A2 y A3) y los que permiten pasar el sistema de un estado de defecto a un estado de parada (A5 a A7).

**A1 (parada en estado inicial).**

Es el estado normal de reposo de la máquina. Se representa con un rectángulo a doble trazo. La máquina normalmente se representa en este estado (planos, esquema eléctrico, esquema neumático, etc.) que se corresponde, habitualmente, con la etapa inicial de un GRAFCET.

**A2 (demanda de paro a final de ciclo).**

Es un estado transitorio en el que la máquina, debe continuar su ciclo produciendo normalmente hasta finalizarlo y luego detenerse, y luego situarse en el estado inicial.

**A3 (demanda de paro en un estado determinado).**

Es un estado transitorio en el que la máquina, debe continuar produciendo normalmente hasta pararse en un estado determinado distinto del fin de ciclo. Es un estado transitorio hacia A4.

**A4 (parada en estado intermedio).**

Es un estado de reposo de la máquina diferente del estado inicial y del final.

**A5 (preparación para arranque después de fallo).**

Corresponde a la fase de vaciado, limpieza o puesta en orden que en muchos casos se ha de hacer después de un defecto y para una nueva puesta en marcha.

**A6 (inicialización de la parte operativa).**

El sistema es preparado para un re arranque desde las condiciones iniciales, una vez hecho esto, la máquina es situada en el estado inicial.

### **A7 (pre posicionamiento de la parte operativa).**

El sistema es preparado para un arranque desde unas condiciones cualesquiera, distintas de las iniciales. Es un estado transitorio hacia A4.

### **Grupo D: procedimientos o estados de fallo**

Este grupo contiene todos aquellos estados de paro por fallo de la parte operativa o en marcha a condiciones anómalas, ya sea produciendo (D3), parado (D1) o está en fase de diagnóstico o tratamiento del fallo (D2).

#### **D1 (parada de emergencia).**

En este estado no solo se debe contener una parada de emergencia lo más rápido posible sino también todas aquellas acciones para limitar las consecuencias del fallo, desde la producción hasta la seguridad humana llevándola a una situación de parada segura.

#### **D2 (diagnostico y/o tratamiento del fallo).**

Debe incluir las acciones a ejecutar con o sin ayuda del operador, para determinar las causas del fallo y eliminarlas. Lógicamente la salida de este estado debe evolucionar hacia A5 o eventualmente hacia D3.

#### **D3 (producción a pesar de los fallos).**

Este estado corresponde a aquellos casos en los que se debe continuar produciendo a pesar ciertos fallos. Incluso aceptando un descenso en la calidad o pérdida total del producto. Se incluye también la posibilidad de intervención de operadores humanos para suplir ciertas deficiencias del sistema automático y también incluye los casos en los que se debe hacer producción hasta agotar un reactivo no almacenable.

### **Utilización de la guía GEMMA**

La guía GEMMA contiene los estados posibles en la mayoría de instalaciones automatizadas. El diseñador estudiará estado por estado para determinar cuáles son los estados necesarios en el automatismo y escribirá dentro de cada rectángulo la descripción correspondiente y las diferentes variantes (si las hay) que podrían pasar inadvertidas todo con el fin de prever la evolución controlada entre algunos de los estados.

Una vez definidos los diferentes estados y recordando que la guía lleva indicados con línea discontinua los caminos entre estados de usos más habituales, estas evoluciones se indicarán resiguiendo los caminos marcados con una línea continua más gruesa o, en el caso de que el camino deseado no esté propuesto, trazándolo con las mismas características que los demás.

En forma parecida a como se indican las transiciones en el GRAFCET, se marcarán las condiciones necesarias para poder seguir una determinada ruta. En algunas ocasiones un determinado camino no lleva una condición

específica o determinada, en este caso puede obviarse la indicación o es posible poner en la condición que la acción anterior esté realizada.

**ANEXO G**

**CATALOGOS.**

**VER ARCHIVO DE ANEXOS**

**ANEXO H**

**PLANOS**

**VER ARCHIVO DE ANEXOS**

**ANEXO I**

**COTIZACIONES**



TUBERIAS, ACCESORIOS DE ACERO AL CARBON, ACERO INOXIDABLE Y COBRE, TUBERIA PARA CALDERAS, MANOMETROS, TERMOMETROS, TOMBAS PARA VAPOR, REGULADORES, REDUCTORES, FILTROS, LINEA SANTIAGO, REFRIGERADOR R134, LINEA HIDRAULICA, PLETORES, ELIMINADORES DE AIRE, SEPARADORES DE FUMOS, GRIFOS, VORNOS, TODO TIPO DE VALVULAS, ETC.

SOMOS IMPORTADORES - TECNICOS INDUSTRIALES

TECNICOS INDUSTRIALES

Fo 7201.r00

NT. 889.001.807-5

Visitenos en Internet: <http://www.ferreteria-reina.com>

COTIZACION No. J026573

Page: 1  
FECHA  
11/09/2011

|                                 |              |             |
|---------------------------------|--------------|-------------|
| SEÑORES                         | DIRECCION    | OKOPE       |
| U. I. S.                        | Tr. 27 Cl. 5 | Butarabamba |
| Tel. 92101                      |              |             |
| TENEMOS EL AGRAPO DE COTIZARLES |              |             |

| ITEM                                                       | CANTIDAD | UNID. | DESCRIPCION                                                        | PRECIO UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------------------------------------------------------------|----------|-------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| 001                                                        | 58.00    | MTR   | TUBERIA GALVANIZADA ROSCA CINTAC 54<br>4" GALVANIZADA C/C          | 61.539          | 3,569,262   |
| 002                                                        | 62.00    | MTR   | TUBERIA GALVANIZADA ROSCA CINTAC 54<br>3" GALVANIZADA C/C          | 43.786          | 3,592,738   |
| 003                                                        | 400.00   | MTR   | TUBERIA GALVANIZADA ROSCA CINTAC 54<br>2" GALVANIZADA C/C          | 26.759          | 11,869,457  |
| 004                                                        | 14.00    | UND   | ACCESORIOS CODO HIERRO 150 LBS ROSCA<br>4" GALVANIZADO             | 38.724          | 402,156     |
| 005                                                        | 1.00     | UND   | ACCESORIOS CODO HIERRO 150 LBS ROSCA<br>2" GALVANIZADO             | 15.817          | 47,511      |
| 006                                                        | 6.00     | UND   | ACCESORIOS CODO HIERRO 150 LBS ROSCA<br>3" GALVANIZADO             | 3,463           | 43,629      |
| 007                                                        | 1.00     | UND   | ACCESORIO TEE HIERRO 150 LBS ROSCA<br>4" TEE GALVAN 150 LBS        | 37,681          | 265,347     |
| 008                                                        | 5.00     | UND   | ACCESORIO TEE HIERRO 150 LBS ROSCA<br>3" TEE GALVAN 150 LBS        | 39,780          | 105,915     |
| 009                                                        | 40.00    | UND   | ACCESORIO TEE HIERRO 150 LBS ROSCA<br>2" GALVANIZADA               | 4,803           | 272,120     |
| 010                                                        | 5.00     | UND   | ACCESORIOS COPA HIERRO 150 LBS ROSCA<br>4" 1 3" GALV CONCENTRI 150 | 23,420          | 117,100     |
| 011                                                        | 12.00    | UND   | ACCESORIOS COPA HIERRO 150 LBS ROSCA<br>3" 1 2" GALV CONCENTRI 150 | 12,568          | 148,416     |
| VALORES DE LA OFERTA A DIA<br>TIEMPO DE ENTREGA 1 A 2 DIAS |          |       |                                                                    |                 |             |

|          |                  |             |               |
|----------|------------------|-------------|---------------|
| PROYECTO | PLAZO DE ENTREGA | VALOR TOTAL | FORMA DE PAGO |
|          |                  |             |               |

EN ESPERA DE SUS COMENTARIOS NOS SUBSCRIBIMOS DE USTEDES CORDIALMENTE

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BOGOTA, D.C.</b><br>Cra. 28 No. 12-22<br>P.O. BOX 177-220<br>TEL. 889.001.807 Fax 889.001.807<br>E-mail: <a href="mailto:ventas@ferreteria-reina.com">ventas@ferreteria-reina.com</a> | <b>CAU</b><br>Cra. 14 No. 49-27<br>P.O. BOX 889-27<br>TEL. 889.001.807 Fax 889.001.807<br>E-mail: <a href="mailto:cau@ferreteria-reina.com">cau@ferreteria-reina.com</a> | <b>MEDELLAN</b><br>Cra. 6 No. 30-30<br>P.O. BOX 108<br>TEL. 889.001.807 Fax 889.001.807<br>E-mail: <a href="mailto:medellan@ferreteria-reina.com">medellan@ferreteria-reina.com</a> | <b>BARRANQUILLA</b><br>Cra. 28 No. 12-22<br>P.O. BOX 177-220<br>TEL. 889.001.807 Fax 889.001.807<br>E-mail: <a href="mailto:barranquilla@ferreteria-reina.com">barranquilla@ferreteria-reina.com</a> | <b>CARTAGENA</b><br>Cra. 28 No. 12-22<br>P.O. BOX 177-220<br>TEL. 889.001.807 Fax 889.001.807<br>E-mail: <a href="mailto:cartagena@ferreteria-reina.com">cartagena@ferreteria-reina.com</a> | <b>PEREIRA</b><br>Cra. 28 No. 12-22<br>P.O. BOX 177-220<br>TEL. 889.001.807 Fax 889.001.807<br>E-mail: <a href="mailto:pereira@ferreteria-reina.com">pereira@ferreteria-reina.com</a> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ORIGINAL CLIENTE





TUBERIAS, ACCESORIOS DE ACERO Y AL CARBON, ACERO INOXIDABLE Y COBRE, TUBERIA PARA CALDERAS, MANOMETROS, TERMOMETROS, TAMPAS PARA VAPOR, REGULADORES, REDUCTORES, FILTROS, LINEA SANITARIA, REFRIGERACION, LINEA NEUMATICA, PLECYDS, ELIMINADORES DE AIRE, SOPRADORES DE PUNZAS, GRIFOS, VORNOS, TODOS TIPOS DE VALVULAS, ETC.

SOMOS IMPORTADORES - TECNICOS INDUSTRIALES

Fo 7201.r00

NIT. 860.001.807-5

Platamos en Internet: <http://www.ferreteria-reina.com>

COTIZACION No. 0026574

Pag: 1  
FECHA  
19 10 09

|                                 |            |             |
|---------------------------------|------------|-------------|
| EMPRESA                         | DIRECCION  | CIUDAD      |
| U. S. S.                        | C. 27 CL 9 | Bucaramanga |
| TENEMOS EL AGRADO DE COTIZARLES |            |             |
| SISTEMA DE GRIFINETES           |            |             |

| ITEM                                                       | CANTIDAD | UNID | DESCRIPCION                                                     | PRECIO UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------------------------------------------------------------|----------|------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| 001                                                        | 85.00    | MTR  | TUBERIA GALVANIZADA ROSCA CONTAC SA<br>3" GALVANIZADA C/C       | 41.277          | 3.591.995   |
| 002                                                        | 17.00    | UND  | ACCESORIOS CODO HIERRO 150 LBS ROSCA<br>3" GALVANIZADO          | 15.857          | 269.229     |
| 003                                                        | 6.00     | UND  | ACCESORIO TEE HIERRO 150 LBS ROSCA<br>3" TEE GALVAN. 150 ROSCA  | 20.783          | 124.698     |
| 004                                                        | 1.00     | UND  | VALVULAS DE PCE/BRANCO. 125 LB ROSCA C/P<br>BRONCE 4" C/NITRULO | 126.624         | 126.624     |
| VALIDEZ DE LA OFERTA 8 DIAS<br>TEMPO DE ENTREGA 1 A 2 DIAS |          |      |                                                                 |                 |             |
| COMENTARIO:                                                |          |      |                                                                 |                 |             |
|                                                            |          |      |                                                                 | Subtotal        | 4.112.542   |
|                                                            |          |      |                                                                 | Dcto            |             |
|                                                            |          |      |                                                                 | I.V.A.          | 658.007     |
|                                                            |          |      |                                                                 | TOTAL           | 4.770.549   |

|           |            |           |               |
|-----------|------------|-----------|---------------|
| CONDICION | CONDICION  | CONDICION | FORMA DE PAGO |
| U. S.     | ACREDITADA | 15 DIAS   | 75 DIAS       |

EN ESPERA DE SUS COMENTARIOS NOS SUGERIMOS DE USTEDES CORDIALMENTE

BOGOTA D.C. CALI MEDIANIA BARRANQUILLA  
C/O 2500-100 C/O 3000-000 C/O 4000-000 C/O 5000-000 C/O 6000-000 C/O 7000-000 C/O 8000-000 C/O 9000-000  
TEL. 011-2500-1000 TEL. 011-2500-1000 TEL. 011-2500-1000 TEL. 011-2500-1000 TEL. 011-2500-1000 TEL. 011-2500-1000 TEL. 011-2500-1000 TEL. 011-2500-1000  
E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com) E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com) E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com) E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com) E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com) E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com) E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com) E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com)

ORIGINAL CLIENTE



TECNICOS INDUSTRIALES



TUBERIAS, ACCESORIOS DE ACERO AL CARBONO, ACERO INOXIDABLE Y COBRE, TUBERIA PARA CALDERAS, MANOMETROS, TERMOMETROS, TRAMPAS PARA VAPOR, REGULADORAS, REDUCTORAS, FILTROS, LINEA SANITARIA, REFRIGERACION HELI, LINEA NEUMATICA, PILOTO, CLIMATIZADORES DE AIRE, SEPARADORES DE HUMEDAD, GRIFOS, VIBROES, TODO TIPO DE VALVULAS, ETC.

SOMOS IMPORTADORES - TECNICOS INDUSTRIALES

Página 2

Fo 7201.r00

NIT. 860.001.607-5

Visítanos en Internet: <http://www.ferreteriar Reina.com>

COTIZACION No.0026573

19 11 09 A

|                                 |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| SEÑORES                         | DIRECCION   | CIUDAD      |
| U. I. S.                        | Cr 27 Cl. 9 | Bucaramanga |
| TENEMOS EL AGRADO DE COTIZARLES |             |             |

| ITEM                                    | CANTIDAD | UNID | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | VALOR TOTAL |
|-----------------------------------------|----------|------|-------------|-----------------|-------------|
|                                         |          |      | VIENEN      |                 | 20.429.626  |
| <div><p>TECNICOS INDUSTRIALES</p></div> |          |      |             |                 |             |
| COMENTARIO:                             |          |      |             | Subtotal        | 20.429.626  |
|                                         |          |      |             | Ito             |             |
|                                         |          |      |             | I.V.A.          | 3.268.740   |
|                                         |          |      |             | TOTAL           | 23.698.366  |

| IMPORTE | PLAZO DE ENTREGA | VALOR DE OFERTA | FORMA DE PAGO |
|---------|------------------|-----------------|---------------|
| 1.1     | ACOSTUMBRADA     | 15.0126         | 75.0126       |

EN ESPERA DE SUS COMENTARIOS NOS SUSCRIBIMOS DE USTEDES CORDIALMENTE

**BOGOTÁ, D.C.**  
Cra. 14 No. 17-37  
P.O. BOX 470 020  
P.O. Admón. 301 7577 Fax: 301 3801  
E-mail: [ventas@ferreteria-reina.com](mailto:ventas@ferreteria-reina.com)

**CAJÍ**  
Cra. 14 No. 18B-07  
P.O. BOX 440 000  
440 000 Fax: 441 0000  
E-mail: [caji@ferreteria-reina.com](mailto:caji@ferreteria-reina.com)

**MEDELLÍN**  
Cra. 8 No. 10-82  
P.O. BOX 7008  
Fax: 302 6267  
E-mail: [medellin@ferreteria-reina.com](mailto:medellin@ferreteria-reina.com)

**BAIRRAGUILLA**  
Cra. 40 No. 100-08  
P.O. BOX 2018  
Teléfono 304 0712 Fax: 304 1982  
E-mail: [bairraguilla@ferreteria-reina.com](mailto:bairraguilla@ferreteria-reina.com)

**CAPITANÍA**  
Cra. 50 No. 24-60 (Barrio Salazar) (vs. Remolón)  
Tel. 307 2465 - 307 1557  
Fax: 307 2077  
E-mail: [capitania@ferreteria-reina.com](mailto:capitania@ferreteria-reina.com)

**BUCARAMANGA**  
Cra. 10 No. 10-10 (vs. 10-11)  
P.O. BOX 10000  
Fax: 308 0000  
E-mail: [bucaramanga@ferreteria-reina.com](mailto:bucaramanga@ferreteria-reina.com)

**PEREIRA**  
Cra. 30 No. 40-01  
Tel. 308 0401 - 308 0007  
Fax: 308 0140  
E-mail: [perera@ferreteria-reina.com](mailto:perera@ferreteria-reina.com)

ORIGINAL CLIENTE



NT 800.255.920-8  
I.V.A. Registro Comercio No. 04-000621  
NO RETENEDOR



SOLDADURAS EQUIPOS SEGURIDAD INDUSTRIAL FERRUTERIA ABRASIVOS Y SEÑALIZACION

Principal: Carrera 14 No. 23-04 - P.O. BOX 630 0360  
Sucursal: Carrera 14 No. 29-02 - P.O. BOX 630 0600  
Agencia Barranca: Transversal 29 No. 64-23 La Floresta - P.O. BOX 602 0055 - Fax: 622 3778  
Página Web: www.soldeseg.com - E-mail: barranca@soldeseg.com 29/11/2012 09:02

Ciudad y Fecha: BUCARAMANGA 2009/11/26 NT 201,213-8  
Señor(es): UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Ciudad: BUCARAMANGA (STDER)  
Atención: DPTO. DE BIBLIOTECA CENTRAL Fax: 00006329197  
Dirección: CARRERA 27 CALLE 9 00006344000 Tel: Boleto del No.

**COTIZACION**

00288904351

OBSERVACIONES:

| ITEM | CANTIDAD | UN | CODIGO        | DESCRIPCION                                       | MARCA      | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------|----------|----|---------------|---------------------------------------------------|------------|----------------|-------------|
| 01   | 5.00     | UN | 0140001000010 | GABINETE 77x77x22 6-20 CLASE I C/CHAPA S/VIDRIO   | NACIONAL   | 165,600        | 328,000     |
| 02   | 5.00     | UN | 0140001000050 | VALVULA ANGULO BRONCE 1.1/2" H/PACHO              | SADMAN     | 66,400         | 332,000     |
| 03   | 5.00     | TR | 0140005000025 | MANGUERA INCENDIO C/SEN 1.1/2" x 30 Mts C/ACOPLES | SYNERGY-ME | 168,000        | 840,000     |
| 04   | 5.00     | UN | 0140001000120 | BOQUILLA POLICARBONATO 1.1/2" CHORRO/NEBLINA UL   | DAYFLEX    | 28,800         | 144,000     |
| 05   | 5.00     | UN | 0140001000190 | LLAVE SPANNER 1.1/2" x 2.1/2" HIERRO CROMADO      | NACIONAL   | 18,800         | 94,000      |
| 06   | 5.00     | UN | 0140001000150 | HACHAPICO 4.1/2 LBS T/BOMBEO PINTABA C/CABO       | NACIONAL   | 17,600         | 88,000      |
| 07   | 3.00     | UN | 0140001000025 | SOPORTE T/CANASTILLA PARA INCEN 1.1/2" LITRUTERO  | NACIONAL   | 19,200         | 96,000      |
| 08   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 09   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 10   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 11   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 12   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 13   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 14   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 15   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 16   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 17   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 18   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 19   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 20   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 21   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 22   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 23   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 24   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 25   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 26   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 27   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 28   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 29   |          |    |               |                                                   |            |                |             |
| 30   |          |    |               |                                                   |            |                |             |

Gracias por su Invitación a Cotizar

CONDICIONES COMERCIALES

DESCUENTO: INCLUIRO  
FORMA DE PAGO: CREDITO 30 DIAS  
ENTREGA: 03 DIAS  
PLETES: XXXXXXXX  
VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 DIAS

VENDEDOR ELIAS RUIZ DIAZ

VALOR MERCHERIA

IVA 16% 337,920  
VALOR TOTAL S 2,449,920





CIV-C11097

Bogotá D.C., 14 de Septiembre de 2009

**Señores:** UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**Atención:** CAROLINA ROZO  
[carolinarozosaavedra@gmail.com](mailto:carolinarozosaavedra@gmail.com)

**Referencia:** Suministro de Boquillas VIKING Ref. VK817.

**Asunto:** Cotización CIV-C11097

Estimados señores,

En el presente documento encontrarán las condiciones comerciales de nuestra oferta, las especificaciones técnicas de los suministros de acuerdo a su requisición de materiales, un cuadro con la descripción detallada del suministro y el valor de nuestra oferta.

#### CONDICIONES COMERCIALES

**Forma de Pago:** 50% anticipo - 50% contra entrega  
**Tiempo de Entrega:** 4 - 6 semanas  
**Validez:** 30 días  
**Sitio De Entrega:** DDP/FOT Bogotá.

En el siguiente cuadro se encuentra detallada la descripción técnica, cantidades y precios de su requisición de materiales:

Bogotá, DC. – Colombia  
☎ PBX: (1) 285 3857  
☎ FAX: (1) 285 3857 EXT: 120

Carrera 17 No. 36-38 / A. A. 15509  
E-mail: [civalco@civalco.com](mailto:civalco@civalco.com)  
Página 1 de 2



BOMBAS Y RIEGOS LTDA  
Sede Principal: Carrera 51 N° 12 Sur – 75, Medellín.  
Tel.: (4) 361 71 11. Fax (4) 3 61 66 66  
Servicios: Cra. 52d No. 73ª – 40, Medellín  
Tel.: (4) 370 39 00, Fax (4) 2 77 34 62  
Sede Cali: Av. 3ª Norte # 8N-24 Of. 313, Cali  
Tel.: (2) 524 71 11. Fax (2) 8 83 61 09

NO001R1-10

Medellín, Enero 29 de 2009

Señores:  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BIBLIOTECA CENTRAL

De acuerdo a su amable solicitud, nos permitimos someter a su consideración nuestra oferta para el suministro del siguiente equipo:

**ITEM 1. EQUIPO RED CONTRA INCENDIO ELÉCTRICO**

Un equipo de bombeo antiincendio, **NO HOMOLOGADO NFPA**, tipo "PAQUETE", preensamblado en fábrica sobre una base común, con todos los accesorios eléctricos e hidráulicos necesarios para una correcta operación en forma automática con la despresurización de la red, debidamente instalados, alambrados y calibrados, de tal forma que en el sitio de trabajo solo es necesario conectar la succión al tanque de alimentación, la descarga a la red general y las acometidas eléctricas de potencia y de control al tablero eléctrico. .

El sistema está conformado por:

**MOTOBOMBA PRINCIPAL ELÉCTRICA**

*Una motobomba centrífuga horizontal TIPO EJE LIBRE, tipo "End Suction", marca HALBERG NOWA para trabajo pesado, construida según norma DIN 24255, EN 733, que aunque no está homologada, cumple las siguientes normas*



Javier Villanai  
Director Nacional de Tecnología  
QSO





**INCOLDEXT**  
SEGURIDAD INDUSTRIAL  
INGENIERIA CONTRA INCENDIO



3817777  
Fax: 381 7878 - 3802000  
Bogotá D.C. 210 - 55  
www.incoldext.com  
info@incoldext.com  
BOGOTÁ, D.C.

Bogotá, D.C., 1 de Febrero de 2010

Señores **CAROLINA ROZO**

Ing. Proyectos

3133845535

Bogotá D.C. Colombia

[carolineroso@incoldext.com](mailto:carolineroso@incoldext.com)

**COTIZACION**

**No 45-10-02-001**

De acuerdo a su solicitud cotizamos:

largo 3,0 x 1,8 x 2,40 + 0,5 Techo F total metros cubicos 15,66

| ITEM             | CANTIDAD | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                  | VRL UNIT     | VRL TOTAL     |
|------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| 1                | 1        | Panel Control Convencional MRP 2002 para 24 VDC con Módulo de descarga Merce Fire-Lite                                                                                                                                       | \$ 3.850.000 | \$ 3.850.000  |
| 2                | 2        | Batería 12 Vol. 7Amp IPS-12/70                                                                                                                                                                                               | \$ 45.000    | \$ 90.000     |
| 3                | 8        | Detector de Humo Fotoeléctrico convencional con base I3                                                                                                                                                                      | \$ 180.000   | \$ 1.440.000  |
| 4                | 2        | Estación manual de alarma color rojo con llave texto en español BG-12LSP                                                                                                                                                     | \$ 345.000   | \$ 690.000    |
| 5                | 1        | Estación Manual de Alarma Tipo Hombre Muerto                                                                                                                                                                                 | \$ 360.000   | \$ 360.000    |
| 6                | 2        | Corseta con luz estroboscópica 24Vdc 15 candelas color rojo                                                                                                                                                                  | \$ 180.000   | \$ 360.000    |
| 7                | 1        | Cempesa 8" 24Vdc color rojo para utilizar recintos externos MB-05-24                                                                                                                                                         | \$ 105.000   | \$ 105.000    |
| 8                | 1        | Marcador telefónico (Opcional)                                                                                                                                                                                               | \$ 450.000   | \$ 450.000    |
| 9                | 1        | Stopper de protección estación de alarma con sonido interno. (Opcional)                                                                                                                                                      | \$ 480.000   | \$ 480.000    |
| 10               | 1        | Cilindro Beta 40 (21 A 41 libras)                                                                                                                                                                                            | \$ 7.904.925 | \$ 7.904.925  |
|                  | 1        | Kit primario de descarga Beta                                                                                                                                                                                                |              |               |
|                  | 1        | Cabeza piloto de descarga                                                                                                                                                                                                    |              |               |
|                  | 1        | Válvula solenoid 120 VAC                                                                                                                                                                                                     |              |               |
|                  | 1        | Manguera flexible para descarga                                                                                                                                                                                              |              |               |
|                  | 17       | Kit de sujeción cilindro                                                                                                                                                                                                     |              |               |
|                  | 1        | Juego señales recinto protegido                                                                                                                                                                                              |              |               |
|                  | 2        | Boquillas de descarga                                                                                                                                                                                                        | \$ 3.782.481 | \$ 7.564.962  |
|                  | 1        | Valor diseño, cálculos, suministro de tuberías, cableado, accesorios hidráulicos y eléctricos, sistemas de anclaje, instalación, programación del tablero de control, manuales de operación, pruebas de campo y capacitación |              |               |
| SUBTOTAL         |          |                                                                                                                                                                                                                              |              | \$ 18.812.406 |
| MAS IVA 16%      |          |                                                                                                                                                                                                                              |              | \$ 3.009.985  |
| Total Cotización |          |                                                                                                                                                                                                                              |              | \$ 21.822.391 |

#### CONDICIONES COMERCIALES

FORMA DE PAGO: 50% Anticipo 50% Contra entrega  
PLAZO DE ENTREGA: CUARENTA Y CINCO DIAS POR TRAMITE IMPORTACION  
PRECIOS: EN PESOS  
VALIDEZ OFERTA: VEINTE (20) DIAS  
SITIO ENTREGA: Sus instalaciones  
Nota: Se calcula con altura de 2,40 y un Techo falso de 0,50 techo falso se protege con gas

Cualquier inquietud, con gusto será atendida

Cordialmente,

Ing. ALEJANDRO CACERES CORDOBA,  
Asesor Comercial  
[alecomercial@incoldext.com](mailto:alecomercial@incoldext.com)  
Cel. 3102301874

[alejandrocaceres1@gmail.com](mailto:alejandrocaceres1@gmail.com)



**BOMBAS Y RIEGOS LTDA**  
Sede Principal: Carrera 51 N° 12 Sur - 75, Medellín.  
Tel.: (4) 361 71 11, Fax: (4) 3 91 66 66  
Servicios: Ciro 52d No. 73ª - 40, Medellín.  
Tel.: (4) 370 39 00, Fax: (4) 2 77 34 62  
Sede Calle Av. 3ª Norte # 8N-24 Of. 313, Cali.  
Tel.: (2) 524 71 11, Fax: (2) 5 93 61 05

**NO001-10**

**Medellín, Enero 12 de 2009**

Señores:  
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

De acuerdo a su amable solicitud, nos permitimos someter a su consideración nuestra oferta para el suministro del siguiente equipo:

**ITEM 1. EQUIPO RED CONTRA INCENDIO ELÉCTRICO**

Un equipo de bombeo antiincendio, **NO HOMOLOGADO NFPA**, tipo "PAQUETE", preensamblado en fábrica sobre una base común, con todos los accesorios eléctricos e hidráulicos necesarios para una correcta operación en forma automática con la despresurización de la red, debidamente instalados, alambrados y calibrados, de tal forma que en el sitio de trabajo solo es necesario conectar la succión al tanque de alimentación, la descarga a la red general y las acometidas eléctricas de potencia y de control al tablero eléctrico. .

El sistema está conformado por:

**MOTOBOMBA PRINCIPAL ELÉCTRICA**

*Una motobomba centrífuga horizontal TIPO EJE LIBRE, tipo "End Suction", marca HALBERG NOWA para trabajo pesado, construida según norma DIN 24255, EN 733, que aunque no está homologada, cumple las siguientes normas hidráulicas NFPA 20, de las siguientes características y especificaciones técnicas garantizadas:*







**BOMBAS Y RIEGOS LTDA**  
Sede Principal: Carrera 51 N° 12 Sur - 75, Medellín.  
Tel.: (4) 361 71 11, Fax (4) 3 91 99 99  
Servicios: C/ra 52d No. 73ª - 40, Medellín  
Tel.: (4) 370 39 00, Fax (4) 2 77 34 62  
Sede Cali: Av. 3ª Norte # 8N-24 Of. 313, Cali  
Tel.: (2) 524 71 11, Fax (2) 5 00 61 00

- Capacidad para manejar el 150% del caudal a no menos del 65 % de la presión nominal
- Presión de shutt off menor al 140% de la cabeza nominal

#### **Características De Operación**

- Caudal: 100 GPM
- Modelo: NOWA 4020
- Presión: 89 psi
- Velocidad: 3600 RPM
- Potencia requerida: 10,6 BHP
- Potencia final de la curva: 14,3 HP

#### **Características De Construcción**

- Diámetro de impulsor: 187 mm.
- Diámetro de succión: 2-1/2" Bidas ANSI B.16.1, Cl. 125
- Diámetro de descarga: 1-1/2" Bidas ANSI B.16.1, Cl. 125 FF
- Cierre del Eje: Prensastopa
- Número de etapas: 1
- Rodamientos: Bolas, lubricados por grasa.

#### **Materiales De Construcción**

- Carcasa, Tapa carcasa: Hierro Gris
- Bastidor: Hierro Gris
- Impulsor: Hierro Gris
- Casquillo eje: Inoxidable 316
- Anillo(s) de desgaste: Hierro Gris
- Eje: Acero AISI 4340.

**STERLING**



**HUBER**

**GRUNDFOS**





**BOMBAS Y RIEGOS LTDA**  
Sede Principal: Carrera 51 N° 12 Sur - 75, Medellín.  
Tel.: (4) 361 71 11, Fax: (4) 3 91 66 66  
Servicios: Crr. 52d No. 73ª - 40, Medellín  
Tel.: (4) 370 39 00, Fax: (4) 2 77 34 62  
Sede Cali: Av. 3ª Norte # 8N-24 Of. 313, Cali  
Tel.: (2) 624 71 11, Fax: (2) 6 92 61 09

#### **MOTOR ELECTRICO**

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| <b>MARCA:</b>              | Emerson – E-Line        |
| <b>EFICIENCIA:</b>         | Energy                  |
| <b>VELOCIDAD:</b>          | 3600 RPM                |
| <b>POTENCIA:</b>           | 15 HP                   |
| <b>FACTOR DE SERVICIO:</b> | 1.15                    |
| <b>VOLTAJE:</b>            | 220-440 v. / 3f / 60 Hz |
| <b>ACOPLE:</b>             | Rex Omega               |

#### **MOTOBOMBA JOCKEY**

Una motobomba centrífuga vertical multietapa, marca GRUNFOS, modelo CR 1 - 4, con capacidad para 4 gpm y 62 mts, con diámetro de 1x1 motor de 0.5 HP @ 3500 RPM, 220V, 3F, 60 Hz.,

#### **TABLERO DE CONTROL**

Un gabinete tipo interior fabricado en forma envolvente en lámina calibre 16 y 18 tratado químicamente para su desengrase, desoxidación y fosfatización, con acabado final en pintura electrostática para los alojar elementos, un arrancador estrella delta para la bomba principal de 1520hp 220vac.

Todos los elementos son marca Siemens, telemecanique, Lovato, Danfoss o similar calidad.

#### **ELEMENTOS**

- Interruptor de protección térmica bomba de 15.0hp 220vac
- Arrancador estrella triángulo para motor de bomba principal /220 v
- Arrancador para motor de bomba Jockey
- Interruptor de nivel bajo (alarma solamente)
- Relé monitor de voltaje (alarma solamente)
- Selector Sistema MANUAL - OFF – AUTOMATICO
- Selector bomba jockey MANUAL - OFF – AUTOMATICO





#### BOMBAS Y RIEGOS LTDA

Sede Principal: Carrera 51 N° 12 Sur - 75, Medellín.

Tel.: (4) 361 71 11, Fax (4) 3 61 66 66

Servicios: Cra. 52a No. 72ª - 40, Medellín

Tel.: (4) 370 30 00, Fax (4) 2 77 34 62

Sede Calle Av. 3ª Norte # 68-24 Of. 313, Cali

Tel.: (2) 524 71 11, Fax (2) 5 22 61 00

- Relé bimetálico electrónico
- Temporizador sd 1 – 20 s.
- Contactor jockey (opcional)
- Guardamotor jockey (opcional)
- Contactor aux gm
- Acople gm contactor
- Interruptor control
- Gabinete para alojar los elementos
- Relevos de control
- Bases relevos
- Selectores tres posiciones
- Pulsadores start stop
- Bloque auxiliares
- Pilotos electrónicos
- Bomeras de control
- Bomeras porta fusible
- Accesorios eléctricos
- Presostatos de caratula diferencial

#### ACCESORIOS DE SUCCIÓN Y DESCARGA

- Dos válvulas de compuerta de vástago ascendente bridada
- Una ampliación concéntrica en la descarga Brida Brida
- Dos válvulas paso libre de 1" para bomba Jockey
- Una válvula cheque tipo cortina roscada de 1" para bomba Jockey (opcional) (opcional)
- Una válvula cheque tipo cortina de 2" bridada
- Un niple Brida – Brida con dos salidas: de 0.5" para presóstatos y manómetro y de 1.5" para bomba Jockey (opcional)
- Accesorios de instalación motobomba Jockey (opcional)

STERLING

PEERLESS  
PUMP

HUBER  
TECHNOLOGY

GRUNDFOS X



**BOMBAS Y RIEGOS LTDA**  
Sede Principal: Carrera 51 N° 12 Sur – 75, Medellín.  
Tel.: (4) 361 71 11, Fax (4) 3 61 66 66  
Servicios: Cra. 52d No. 73ª – 40, Medellín  
Tel.: (4) 370 39 00, Fax (4) 2 77 34 62  
Sede Cali: Av. 3ª Norte # 6N-24 Of. 313, Cali  
Tel.: (2) 624 71 11, Fax (2) 6 22 41 00

- Accesorios eléctricos e hidráulicos conexión presostato bomba Jockey (opcional)
- Accesorios eléctricos e hidráulicos conexión presostato bomba Principal
- Manómetro de descarga de 0 – 200 PSI en glicerina con válvula de corte y accesorios
- Manovacuómetro de succión de –30 a + 30 Hg en Glicerina con válvula de corte y accesorios
- (1) Válvula de alivio de 0.5" y accesorios
- (1) válvula eliminadora de aire de 1" y accesorios

**NOTA :**

*Todos los accesorios irán debidamente instalados con sus empaques y tornillos de tal forma que solo se requiere conectar la succión al tanque, la descarga a la red del sistema, el retorno al tanque de succión y alimentar el tablero y los accesorios de control.*

*Incluye la prueba hidrostática al equipo de bombeo*

**VALOR TOTAL EQUIPO ANTI- INCENDIO:                   \$ 16.500.000\*\***

**STERLING**



**HUBER**

**GRUNDFOS**





**BOMBAS Y RIEGOS LTDA**  
Sede Principal: Carrera 51 N° 12 Sur – 75, Medellín.  
Tel.: (4) 961 71 11, Fax: (4) 9 61 66 66  
Servicios: Cms. 52d No. 75ª – 40, Medellín  
Tel.: (4) 970 39 00, Fax: (4) 2 77 34 62  
Sede Cali: Av. 3ª Norte # 8N-24 Of. 313, Cali  
Tel.: (2) 624 71 11, Fax: (2) 9 93 61 00

#### CONDICIONES COMERCIALES

|                      |                                          |
|----------------------|------------------------------------------|
| IVA                  | : 16 % Adicional                         |
| TIEMPO DE ENTREGA    | : 6 Semanas                              |
| FORMA DE PAGO        | : 50% anticipado y 50% contraentrega     |
| VALIDEZ DE LA OFERTA | : 30 días                                |
| GARANTÍA             | : Un año contra defectos de fabricación. |

Atentamente,

Ing. Natalia Ortega M.  
BOMBAS Y RIEGOS LTDA.  
[nortega@byr.com.co](mailto:nortega@byr.com.co)

STERLING



HUBER  
TECHNOLOGIES

GRUNDFOS

