



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Departamento de Ingeniería Mecánica**



“DISEÑO Y MONTAJE DE PROTECCION AUTOMATICA  
CONTRA INCENDIO PARA JOHNSON&JOHNSON”

INFORME TECNICO

Previa a la obtención del Título de:  
INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Jorge Enrique Romero Espinosa

Guayaquil - Ecuador

1989

## AGRADECIMIENTO

Al Colegio de Ingenieros Mecanicos, al  
Ing. Ernesto Martinez Lozano, Direc-  
tor de Informe, a Johnson & Johnson  
del Ecuador S.A., por su ayuda y cola-  
boracion para la realizacion de este  
trabajo.


DEDICATORIA

A MIS HIJOS

A MI ESPOSA

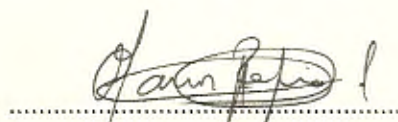
A MIS PADRES

A MIS HERMANAS




---

ING. NELSON CEVALLOS B.  
Decano de la Facultad



---

ING. MARCOS TAPIA  
Sub-Decano de la Facultad



---

ING. ERNESTO MARTINEZ L.  
Director del Informe



---

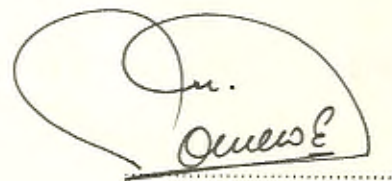
ING. JORGE FELIX N.  
Miembro del Tribunal

## DECLARACION EXPRESA

Declaro que:

"Este Informe Técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería Mecánica"

(Reglamento de Graduación Mediante la Elaboración de Informes Técnicos)

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'J' followed by the name 'Romero E.' written in a cursive script. The signature is positioned above a horizontal dotted line.

JORGE E. ROMERO E.

## ANTECEDENTES

En todo el mundo, las víctimas de incendio, explosiones, y conflagraciones constituyen un número bastante elevado como para tomar serias consideraciones al respecto y tratar de evitar o por lo menos minimizar las pérdidas de vida y de propiedades que se ocasionan.

La importancia estriba en que la **Seguridad** es igual a la calidad, costo, estado de ánimo y producción, con estos antecedentes todas las industrias poco a poco van tomando conciencia de la necesidad de implementar sistemas de protección automática como complemento a anteriores sistemas de seguridad, como son: Redes de Hidrantes, y distribución de extintores en sitios específicos de fabricación y administración.

Este informe está orientado básicamente en el diseño y montaje de tres sistemas de protección automática contra incendio, lógicamente la planificación de los mismos involucra varias ramas de la ingeniería, entre las cuales la que mayor ingerencia tiene en la planificación y en la responsabilidad de los circuitos hidráulicos y de distribución es la **Ingeniería Mecánica**.

Además el INEN ha tomado ya la iniciativa en dichos sistemas habiendo entregado su norma "CO-01-07-608" Código de Práctica sobre protección de edificios contra incendio, a consulta pública; lo cual nos induce a pensar en la importancia que va tomando la implementación de dichos sistemas y por ende la cantidad de mano de obra técnica calificada que generaría al promulgarse una ley oficial que abarque todas las áreas

tanto industriales como comerciales. Mirando con esta objetividad se avisoran un campo vasto para instituciones de Educacion Superior como Universidades, Escuelas Politecnicas y Tecnologicas asi como para los profesionales de diversas especializaciones que ahi se formen.

Este trabajo puede ser utilizado para futuras instalaciones industriales y de las ya existentes como la pauta para poder iniciar un proyecto dependiendo de los requerimientos que ameriten dichas instalaciones industriales y comerciales establecidas en nuestro Pais.

Se demostrara la confiabilidad que poseen tales sistemas lo cual motivara a muchas industrias e industriales a tomar interes por implementar los los mismos que servirán para preservar ingentes sumas de dinero invertidas en tales empresas y asi reducir las primas (porcentajes del monto total asegurado) correspondientes que se pagan a las companias aseguradoras, ocasionando dicha reduccion la viabilizacion para el financiamiento total o parcial de ciertos proyectos dependiendo de la magnitud de los mismos.

## CAPITULO I

### ALCANCE

#### 1.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.-

El rapido crecimiento de la industria y del comercio (con el consiguiente aumento de riesgo de incendio )y el incremento en la concentracion de valores, han planteado la necesidad de disponer de medios cada vez mas adecuados de proteccion contra el fuego.

Dentro de los objetivos fundamentales planteados podemos citar :

- Proteccion de la vida humana.
- Proteccion de la propiedad.
- Evitar interrupciones de negocios.
- Extincion rapida y automatica de un incendio desde su inicio.

Aunque el control del fuego se ha visto facilitado con las mejoras en las tecnicas de construccion, se habia progresado poco en la reduccion de las perdidas causadas por incendios tardiamente descubiertos, hasta la aparicion de medios ingenieriles suficientemente confiables para atacar dichos problemas.

En el caso especifico de la compania Johnson & Johnson del Ecuador que utiliza para su fabricacion productos tales como: pulpa de madera, tela no tejida, polietileno, adhesivos, acidos, cartones, alcohol, y otras materias primas referentes a la industria farmaceutica, es necesario proyectar un sistema general que refuerce al ante-



rior instalado debido al alto grado de peligrosidad que poseen tanto su materia prima como su producto terminado.

Ademas la politica de prevencion de incendios de Johnson & Johnson, asi como de la seguridad industrial ocupan un sitio preponderante en su Credo que dictamina la filosofia general de la Empresa; basandose en la gran experiencia y conocimientos ganados desde hace un siglo entre lo que podemos anotar: que la velocidad de fuego sea hasta 17 pies por segundo (5,183 m/seg), que los incendios pueden moverse de un nivel a otro a traves de superficies externas no inflamables, que existen muertes relacionadas por intoxicaciones por monoxido de carbono, y que los sistemas de rociadores automaticos pueden salvar vidas y propiedades.

Un estudio estadistico expuesto a continuacion permite justificar claramente la implantacion de sistemas confiables de prevencion y deteccion de fuego como el que es motivo este trabajo (Ver. Figura 1.1.)

La justificacion estriba en las cuantiosas perdidas ocasionadas por un flagelo, sumandose a aquello lo que no contemplan los seguros contratados, asi como la cantidad de conatos o incendios que tienen impredecible probabilidad de ocurrencia.

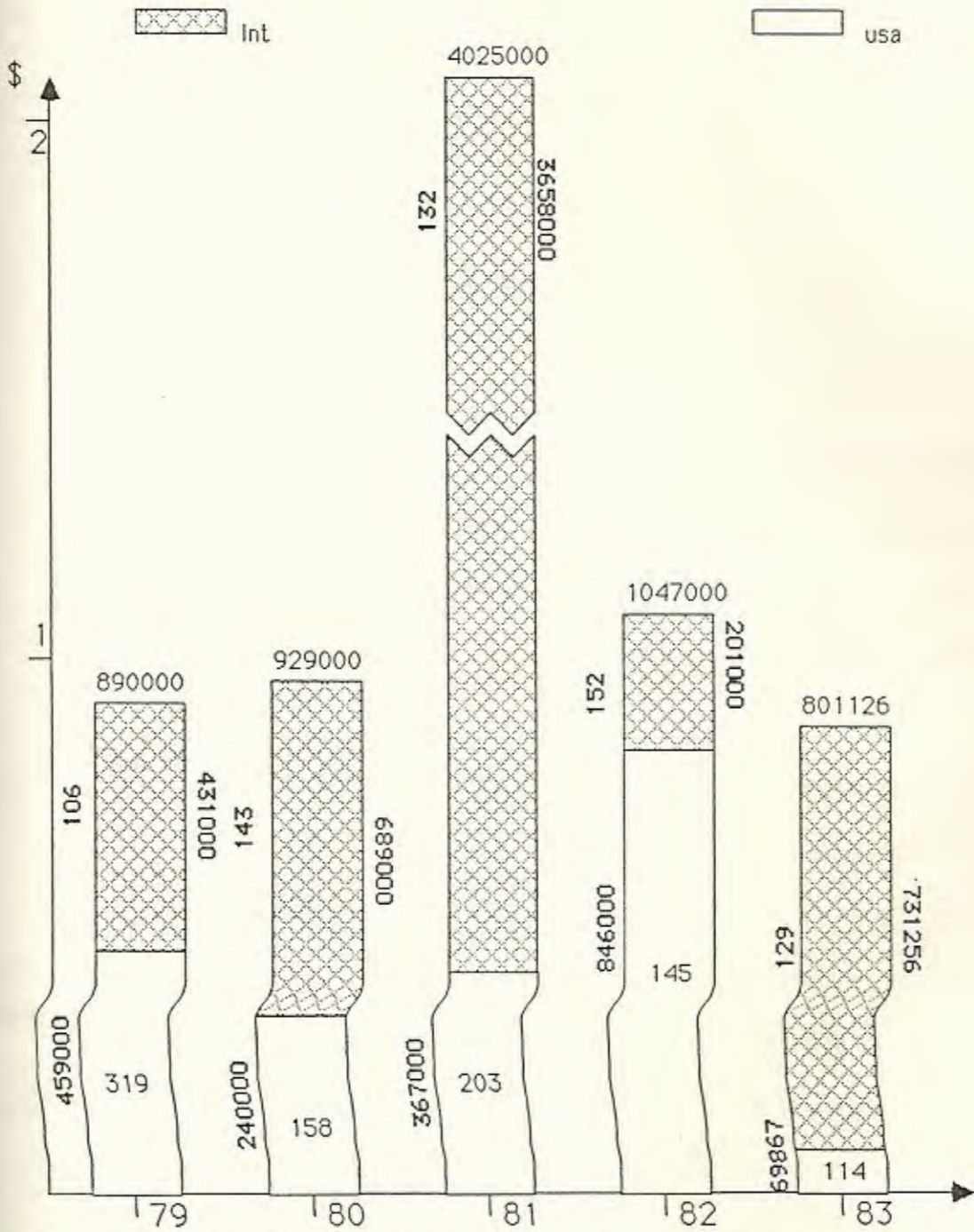


Fig 1.1 Johnson & Johnson Internacional Perdidas por Incendio

## CAPITULO II

### ANALISIS DEL PROBLEMA

#### 2.1. SISTEMA DE PROTECCION ANTERIOR.-

La defensa contra incendios de la planta Johnson & Johnson del Ecuador se hace con el funcionamiento u operacion de cualquiera de sus dos sistemas disponibles a saber.

A) Extintores portatiles: En cada una de las areas de la planta, bodegas y oficinas se han localizado extintores apropiados para el tipo de riesgo que predomina en la zona.

Los extintores que se han instalado son en su mayoría de polvo químico seco para riesgos ABC, pero también los hay de líquido vaporizante (Halon) y de CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico).

B) Red de Hidrantes: Comprende los siguientes elementos básicos:

1. Línea subterránea principal (matriz).- La tubería principal de conducción es de asbesto-cemento de diámetro de 8 pulg. (0.203 mts); los accesorios de empalme tales como: Codos, Tees, Válvulas, etc, son de hierro fundido y los empates entre tubería y accesorios se hicieron mediante uniones tipo "Gi-bault", que consisten en bridas, un arco central y cauchos.

La profundidad del eje de la tubería varía según la topografía del terreno de la

- planta, va de los 0.80 mts. en la zona frente a la carretera Duran Tambo, a 1.60 mts en la parte posterior (campo deportivo) (Ver Plano #PR11691/FP-F6-S0-07).
2. Hidrantes exteriores o de patio.- Se han instalado seis hidrantes exteriores, los cuales tienen las siguientes características: Conexión a la red matriz en 4 pulgadas, salidas de servicios, dos válvulas de 2 1/2 pulg.(0.063mts).  
Rosca de conexión: Estandar de N.Y.F.D. (New York Fire Department), o sea 8 hilos por pulgada de línea de paso. (Ver Plano #PR11691/FP-F6-S0-07).
  3. Hidrantes interiores o cajetines de mangueras.- De la tubería matriz se han derivado tres líneas de tubería, tubería metálica de 3 pulg.(0.076 mts) para alimentar cajetines con manguera en varias áreas de oficinas, en producción, y en bodegas (Ver Plano #PR11691/FP-F6-S0-07).
  4. Siamesas (para alimentación del Cuerpo de Bomberos).- Es un elemento similar a un hidrante de patio con dos entradas de 2 1/2 pulg. (0.063mts) y una válvula de retención que impide el flujo de salida, permitiendo de esa forma que el carro tanque del Cuerpo de Bomberos pueda desde el callejón de acceso, bombear a la red de J&J sin tener que entrar a la propiedad. (Ver Plano #PR11691/FP-F6-S0-07).
  5. Válvulas de control y de cierre.- Para el control de la red de hidrantes se han instalado cuatro válvulas en la red principal como se muestra en el Plano #PR

11691/FP-F6-S0-07.

6. Valvulas para picos de prueba del sistema.- Para las pruebas periodicas de funcionamiento del sistema y del rendimiento de las bombas, se han instalado dos grupos de valvulas o salidas para pruebas. (Ver Plano #PR11691/FP-F6-S0-07.

7. Bombas accionadas por motores electricos y a Diesel.- La red principal de hidrantes esta alimentada y opera con tres bombas a saber: una bomba accionada por motor electrico de 2 HP (1,49 Kw), y caudal de 12,5 gpm (47,32 lt/min) cuya funcion principal es de mantener presurizada la red. Actua tan solo para compensar perdidas por goteo o perdidas por la operacion menor de un hidrante; otra bomba accionada por motor electrico de 50 HP (37,29 Kw) caudal de 500 gpm (1892,7 lt/min), es la bomba principal del sistema y funciona tan pronto se haya abierto u operado un hidrante o gabinete de mangueras, y finalmente una bomba de 750 gpm (2839,11t/min) de caudal accionada por un motor a diesel de 80 HP (59,66Kw) a 1750 rpm.

Los rangos de operacion de dichas bombas estan predeterminados para guardar una secuencia logica de accionamiento (arranque) y paro de los mismos; como se demuestra a continuacion:

<b>Tipo de Bomba</b>	<b>Arranca</b>	<b>Para</b>
Presurizacion 12,5 gpm ( 47,32 lt/min)	100 psi (7,7kg/cm <sup>2</sup> )	115 psi (8,1kg/cm <sup>2</sup> )
Principal 500 gpm (1893 lt/min)	90 psi (6,3kg/cm <sup>2</sup> )	120 psi (8,4kg/cm <sup>2</sup> )
Principal 750 gpm (2839 lt/min)	80 psi (5,6kg/cm <sup>2</sup> )	Manualmente (Jefe de Brigada)

8. Equipo para la Brigada.- Consiste basicamente de herramientas para operacion y ajuste de mangueras, pitones, hachas, guantes, resistentes de fuego, escafandra de asbesto, boquillas de prueba, tapa boquillas, conectores, reductores en Y, tramos de mangueras de 2 1/2 y 1 1/2 pulg.(0.063 y 0.038 mts) que se encuentran almacenados en gabinetes metalicos instalados lateralmente a los hidrantes de patio. (Ver Plano #PR11691/FP-F6-S0-07)
9. Reserva de Agua (Cisterna y laguna).- El suministro de agua para la red de hidrantes se encuentran en dos fuentes: a) Una cisterna de agua potable de 30,000 gl.(113.562 lts) que se alimenta de la red de acueducto municipal del Canton Duran siendo el diametro de la tuberia de entrada de 3 pulg.(0,076 mts) y b) un lago semi-natural de aproximadamente 120,000 gl. (454.248 lts) de capacidad, alimentado ademas por la red de aguas lluvias.

## 2.2. SISTEMAS PROPUESTOS.-

Antes de hablar de los posibles sistemas a usar y conociendo la instalación anterior descrita en el numeral anterior (2.1), debemos hacer una pausa para enfocar dos puntos de vista: a) políticas de la compañía, b) políticas de seguros contra incendio. Ambos literales nos llevan a analizar una ramificación del árbol de decisiones que se indica en la figura 2.2., lo cual nos induce a buscar alternativas de solución al problema de dominar el fuego.

Antes de proponer los sistemas para el caso en estudio, es necesario primero hacer un análisis de toda la planta con el objeto de lograr una protección completa; es evidente, a menos en teoría que es necesario para una total protección de vidas y de bienes disponer de una instalación completa para todas las áreas de la Compañía.

Al respecto, Organizaciones Internacionales de renombrado prestigio como la NFPA. (National Fire Protection Association), F.M.E.C. (Factory Mutual Engineering Corporation) y el F.F.C. (Federal Fire Council), han desarrollado una ciencia capaz de programar y acondicionar la actividad doméstica, comercial e industrial con el objeto de prevenir o en caso de ocurrir, sofocar, combatir, y evitar la propagación de incendios.

La magnitud de sus publicaciones es tan completa que podríamos decir que no existe caso alguno que no este cifrado en todos sus volúmenes publicados hasta la fecha.

Con estos antecedentes, primero es necesario definir los tipos de riesgos existentes en los diversos sitios de la compañía, los mismos que están íntimamente ligados con

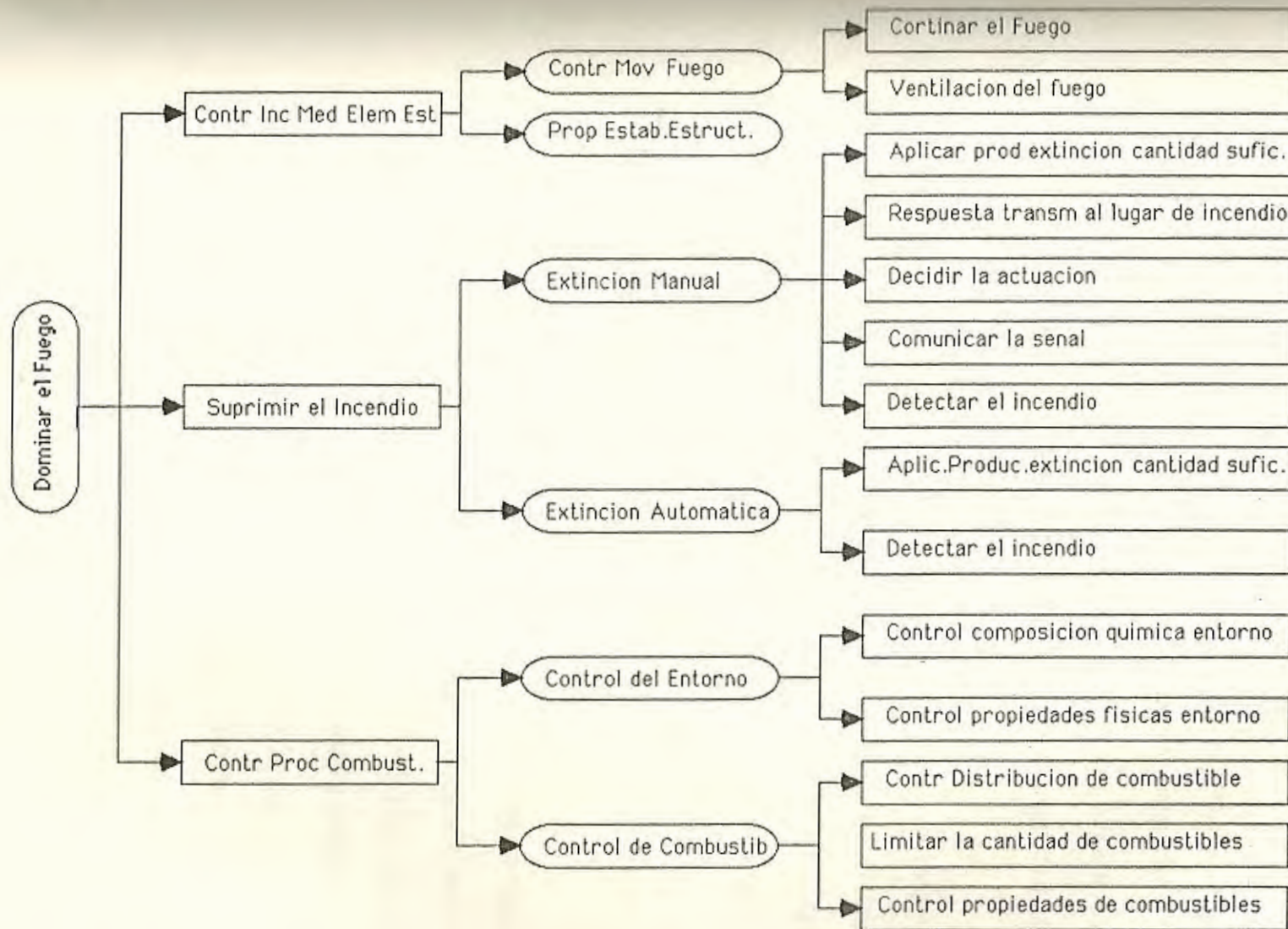


Fig 2.2 Componentes de la rama "Dominar el Incendio" del Arbol de Decisiones



las diversas actividades que se desenvuelven en cada una de las áreas; así podremos citar las siguientes áreas: Bodega de productos terminados y materias primas, cuarto frío de reactivos, pasos cubiertos, área de Servicios Generales, cafetería, cocina, áreas de oficinas: planta alta y baja, área farmacéutica, área de productos de consumo masivo, centro de cómputo. (ver Apéndice A)

Como se puede apreciar la diversidad de actividad fabril en cuanto a clasificación de ocupaciones o áreas va desde ocupaciones de riesgo leve, de riesgo moderado (Grupo 1, 2 y 3), y de riesgo alto como se definen en el volumen 13, capítulo 1.7. de la N.F.P.A.; lo cual nos induce a proponer un sistema general de protección automática con rociadores de diversos tipos y rangos cuyo agente de extinción sea el agua, y dos sistemas de agentes especiales de extinción de incendios como son: el CO<sub>2</sub> y el Halon 1301. (Detallados en los volúmenes 12 y 12.A. de la N.F.P.A.)

Al referirnos a los sistemas de rociadores con agua, seleccionamos el sistema de tubería húmeda de la gama de sistemas existentes en la clasificación general de los mismos, ya que es el más adecuado y el que reúne las características específicas del problema. Así mismo escogimos sistemas de protección local para cuarto de generadores y cocina (CO<sub>2</sub>) y Halon 1301 para E.D.P. (Centro de Cómputo) de la variedad de sistemas disponibles para aplicaciones especiales. Para escoger estos sistemas propuestos fue necesario hacer un análisis de una serie de premisas como las consideraciones básicas, técnicas, económicas así como de los diversos factores que faciliten su implementación.

### 2.3. DESCRIPCION DE SISTEMAS PROPUESTOS. -

Debido a que en nuestro país no existe normalización para la instalación de sistemas de protección automática contra incendio haremos uso de las normas internacionales ya que tanto el INEN como la Municipalidad del Cantón que sería la Autoridad competente no poseen al momento norma alguna en vigencia.

- **Sistemas de rociadores automáticos con agua.** - Un sistema como estos para los propósitos de protección contra incendio es un sistema integrado por tuberías subterráneas y aéreas, diseñado con las normas de ingeniería para la protección contra incendio. La instalación incluye uno o más suministros de agua, la parte del sistema instalado por encima de la superficie, es una red dimensionada especialmente o tubería hidráulicamente diseñada instalada en una edificación, estructura o área en la que los rociadores se distribuyen en una disposición sistemática. La válvula que controla cada columna o tramo de tubería principal vertical está localizada en su tallo (tubería principal-vertical) o en su tubería de abastecimiento. Cada tallo o columna o tramo de tubería vertical en el sistema de rociadores incluye un dispositivo para activar una alarma cuando el sistema está en funcionamiento. El sistema es activado visualmente por el calor del incendio y descarga agua presurizada sobre el área de incendio.

El diseño y la instalación de los suministros de agua, tales como: tanques de gravedad, bombas contra incendio, tanques de reserva o de presión y las tuberías subterráneas de la red urbana están cubiertas por las siguientes normas: N.F.P.A. 22, Tanques de Agua para Protección contra Incendio; N.F.P.A. 20, Instalación de

Bombas Centrifugas de Incendio; y N.F.P.A. 24, Instalacion de Redes Privadas contra Incendio y sus Complementos.

Una descripcion mas pormenorizada de los componentes del sistema asi como de las especificaciones tecnicas del mismo se encuentran en el volumen 13 N.F.P.A.

Instalacion de Sistemas de Rociadores asi como en el Manual de Proteccion contra Incendios de la N.F.P.A. Seccion 17, Capitulo 1, 2 y 3.

Los componentes basicos de dicho sistema se muestran en el Plano #PR11691/A1/F6-10.

- Sistemas de rociadores con CO<sub>2</sub>.- El gas carbonico es el mas versatil, siendo asi mismo el mas usado para la extincion de incendios, es uno de los dos agentes mas eficaces para combate.

Esencialmente el CO<sub>2</sub> diluye la concentracion de oxigeno a un punto donde la combustion no pueda existir. El CO<sub>2</sub> es almacenado en forma liquida en cilindros de alta presion, siendo llevado al riesgo en forma liquida por tuberias.

Cuando es liberado en el area de riesgo el gas expande el liquido (gas en relacion a los rociadores o toberas).

Una expansion rapida de liquido a gas, causa particulas de CO<sub>2</sub> solidas o hielo seco, dando asi a la descarga una apariciencia de nube blanca, este gas tiene varias bondades como: no corrosivo, no tiene olor, no es toxico, es seco, no conduce electricidad y no dana ropa ni equipamiento, no contamina liquidos ni alimentos. El CO<sub>2</sub> no deja residuos despues de la extincion de incendio pues el mismo se disipa en la

atmosfera.

El CO<sub>2</sub> esta siendo usado durante los ultimos anos para cubrir una gran variedad de riesgos los mismos que pueden ser clasificados en tres grupos: liquidos inflamables, riesgos electricos y materiales carbonicos. Mayores detalles descriptivos de dichos sistemas se encuentran en la Seccion 18, Capitulo I del Manual de Proteccion contra Incendios N.F.P.A. asi como en el volumen 12 N.F.P.A. Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems.

Los componentes basicos de dichos sistemas se muestran en el Plano #PR11691/A1-F3-001.

- Sistema de rociadores con Halon 1301.- El Halon 1301 es un gas invisible, seco, no corrosivo, destinado a apagar incendios rapidamente. Es un compuesto de carbono, fluor y bromo. En caso de incendio el bromo se separa e interfiere en la reaccion de combustion.

Actua impidiendo o bloqueando la presencia de oxigeno, juntandose con los elementos que posibilitan la combustion para apagarla. El Halon 1301 no apaga el fuego por dilusion de oxigeno como en el caso de CO<sub>2</sub>.

El Halon 1301 funciona de una forma diferente, o sea, por interferencias en la secuencia natural de combustion. Esta clasificado por la N.F.P.A. como el menos toxico de los agentes gaseosos usados, concentraciones de descomposicion son nocivas y altamente peligrosas, siendo recomendado para el area a ser protegida sea evacuada rapidamente despues de la descarga.

Es efectivo en la extincion de fuegos de superficies, asi como de liquidos inflamables y en la mayor parte de combustibles solidos excepto por unos metales activos, materiales que contienen su propio oxidante asi como el nitrato de celulosa, polvora, etc.

El sistema de distribucion y diseno es parecido y bastante similar al usado para CO<sub>2</sub>, ambos sistemas deben poseer bloqueos manuales asi como alarmas locales, y paneles de senalizacion. Detalles de instalaciones tipicas asi como de los componentes se pueden apreciar en la Seccion 18, Capitulo II del Manual de Proteccion contra Incendios N.F.P.A. y en el Volumen 12A, N.F.P.A., Standard on the Halogenated Fire Extinguishing Agent Systems-Halon 1301. (Ver Plano # PR9836/A1-F5-001.

#### 2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MISMOS. -

En primera instancia hablaremos de los rociadores automaticos con agua, los mismos que son los mas efectivos en la proteccion contra incendios por las razones expuestas a continuacion:

1. Detectan el fuego.- Inmediatamente que la temperatura del ambiente aumenta por causa del fuego, el rociador entra en servicio y la alarma es accionada, dentro de las instalaciones o fuera de ellas.
2. Controlan el fuego.- El agua entra inmediatamente a combatir el fuego, permaneciendo en operacion hasta que deje de constituir una amenaza.
3. Controlan la temperatura.- Una parte considerable esparcida por el rociador se emplea para enfriar el ambiente y la estructura, evitando la propagacion del fuego y la destruccion de la edificacion.
4. Estan presentes en todos los lugares de la edificacion.- Estan localizados en lugares donde no siempre pueden haber personas por razones de dificil acceso o de seguridad.
5. El dano por el agua es minimo.- Por la forma en que operan los rociadores, el agua es distribuida uniformemente solo en el area donde se encuentra el fuego, evitando el dano de materiales por el uso del agua en lugares innecesarios.
6. Las primas de los seguros se reducen.- Las companias de seguros conceden elevadas reducciones en las primas de seguro de incendio y lucro cesante, de aquellos locales protegidos con sistemas automaticos de rociadores, instalados de acuerdo a los Codigos de la N.F.P.A.

7. Disminuyen los danos causados por el humo.- Al controlar inmediatamente la iniciacion del fuego evita la propagacion y por consiguiente el humo, disminuyendo los danos que este causa a los materiales y construcciones.
8. Economia en la construccion.- Reducen considerablemente el numero de muros corta fuego y dan mayor flexibilidad en su localizacion.
9. Las demas protecciones contra incendio se reducen.- Son necesarios menos extintores de incendio, ademas la instalacion de sistemas de hidrantes se hace directamente del mismo sistema de rociadores reduciendo considerablemente su costo.
10. Minimo mantenimiento.- Por la forma en que estan contruidos requieren un mantenimiento minimo y muy simple. Es por ello que instalaciones con mas de 50 anos de existencia han demostrado su eficacia.

Para tener mayor comprension de lo anterior voy a hacer una descripcion mas detallada de sus beneficios en base a preguntas que son muy importantes.

- Apagan realmente los incendios? La N.F.P.A. establecio que los rociadores son 96,2% efectivos, esta cifra no es supuesta ya que el resultado del analisis de 58,000 incendios durante un periodo de 30 anos (debido a que mucho de los pequenos incendios no son reportados; no es atrevido pensar que el grado de efectividad sea mayor). Adicionalmente, las estadisticas mostraron que en seis de cada diez casos los rociadores extinguieron los incendios si ninguna ayuda humana. En los otros casos se mantuvo el fuego bajo control hasta el arribo de personal especializado.
- Han fallado alguna vez los sistemas de rociadores? En el 3,8% de los incendios

registrados, las llamadas "fallas del sistema" ocurrieron cuando se presentó la situación:

- a) Un adecuado suministro de agua, y b) un aumento de riesgo de incendio. Lo primero se refiere, o bien que había un suministro insuficiente, o que el suministro fue cortado antes que los rociadores operaran; lo segundo se refiere a que se permitió un aumento de riesgo más allá de la cobertura del sistema, y sin que hubiere una modificación apropiada en él.
- Alguna vez se puede abrir accidentalmente un rociador? Las probabilidades de una descarga accidental son 3'325.000 contra 1 (5 veces las probabilidades de escalera flor en el póker). Un seguro contra una ocurrencia tan rara se puede obtener a tasas extremadamente bajas.
  - Todos los rociadores se abren cuando ocurre un incendio? No, solamente aquellos rociadores que van directamente sobre el fuego se abren y descargan agua, Los otros, simplemente permanecen listos a abrirse en el momento en que el fuego se extienda o se inicie en otro lugar.
  - Consumen los rociadores una cantidad de agua grande? Una de las mejores características de los sistemas de rociadores es que usan solamente la cantidad de agua que es necesaria para controlar el fuego. Las estadísticas muestran que 37,4% de todos los fuegos en los cuales los rociadores operan son controlados por una de ellos, 73.4% son controlados por 5 o menos, 65.0% son controlados por 10 o menos.
  - Causan los rociadores un daño excesivo por el agua? El daño que ocasiona por el



agua los rociadores es insignificante con el causado al combatir el mismo fuego con una manguera. Como ilustración, un rociador operando a 75 psi (5.25kg/cm<sup>2</sup>) entrega aproximadamente 50 gpm (189,27lt/min) de agua. Una manguera de 2 1/2 pulg. (0.063 mts) operando a la misma presión entrega aproximadamente 400gpm (1514.16 lt/min), la mayoría de fuegos son controlados por un número pequeño de rociadores ya que concentran el agua en el punto de fuego, mientras que varias mangueras usualmente arrojan el agua desde afuera de la edificación y frecuentemente no alcanzan el fuego.

Se han perdido en alguna ocasión vidas por incendios ocurridos en edificaciones protegidas por rociadores? A través de la historia de los rociadores automáticos, cuyo comienzo data de 1870 se han producido quizás doce casos reportados, en los cuales los ocupantes han perecido por causa de fuego en edificaciones completamente protegidas por estos sistemas. En todos los casos el individuo fue el objeto del fuego, debido al encendido de sus ropas, pero en ningún caso ha ocurrido que alguien se vea "abandonada" por el sistema de rociadores. En lo concerniente a los seguros podemos decir que la confianza que se le da al seguro contra incendio como elemento único de protección contra las pérdidas por incendio, ignora el hecho que el 40% de todos los negocios asegurados, nunca vuelven a sus actividades normales después de un incendio. Este es el resultado de factores tales como el movimiento de personal especializado hacia otras compañías, pérdidas de cliente con la competencia, archivos destruidos o vidas que se pierden, pérdidas estas que no pueden ser compensadas por

el seguro.

Las tasas de seguro de incendio son establecidas generalmente por organismos de seguros con organizaciones privadas y reguladas publicamente. En nuestro País las tarifas son establecidas por la Superintendencia de Bancos. Se comienza por una tasa básica que se aplica a cada ciudad determinada, teniendo en cuenta sus defensas contra incendio y los peligros de conflagración, las características de la construcción y sus riesgos y de la experiencia de pérdidas por incendio que se hayan tenido de la misma. Una vez que la tasa básica ha sido establecida, la tasa para las edificaciones particulares es determinada. Quienes tienen un seguro contra incendio están interesados en la reducción de los riesgos de pérdidas, las tasas son variables, dependiendo de muchos factores que son influyentes en el nivel de los riesgos; y uno de los más importantes es el de un sistema automático de rociadores.

Un sistema de rociadores en otros países puede reducir las primas de seguros en una proporción que oscilen entre un 27.5% hasta un 52.5% por ejemplo: una tasa de seguro de US\$ 2.40/1,000 quedaría en US\$ 1,74/1,000 en el primer caso; y en US\$ 1.14/1000 en el segundo caso. Adoptando un sistema completo de facilidades de protección contra incendio en adición a los sistemas de rociadores, puede resultar una reducción hasta de un 60%. ; en el caso específico de nuestro País el porcentaje máximo de reducción de las primas de seguro está por el orden del 35%.

En lo referente a los sistemas de CO<sub>2</sub> y Halon 1301 pongo a consideración una

comparacion sistematica entre los dos sistemas la misma que implicitamente esta demarcando las ventajas y desventajas de los mismos asi como de sus posibles aplicaciones.

### **Gas Carbonico**

- Bajo costo del CO<sub>2</sub>
- Costo de tuberia y conexiones menor, por causa de diametro menores.
- Alto costo de cilindros por usar mayor numero de cilindros requiere mayor area para cilindros.
- No dana equipamientos
- Caracteristica para incendio de tipo "Asentado profundamente" exce-

### **Halon 1301**

- Alto costo del Halon 1301( 16 veces mas que CO<sub>2</sub>) con menos gas para el mismo riesgo
- Costo de tuberia y conexiones mayor, por tener diametro mayor.
- Bajo costo de cilindros, menor numero de cilindros.
- Menor espacio debido a cantidad menor de cilindros.
- No dana equipamientos
- Concentracion normal del 5% al 7% controla riesgos tipo "Asentado profundamente" en

### Gas Carbonico

lentes.

- CO2 esta disponible en todo lugar.
- Cuando hay descarga de CO2 (concentracion), hay necesidad de evacuar el area debido al aumento de presion.
- Costo de pruebas es relativamente bajo.
- Requiere una retirada del personal antes de la descarga de CO2, retardamiento.

### Halon 1301

cuanto las concentraciones no se extingue en tiempos razonables.

- El Halon 1301 es importado, disponible apenas a un distribuidor.
- Debido a la baja concentracion crea menos presion del area de riesgo.
- Costo de pruebas relativamente alto, a veces impide la realizacion de estas pruebas.
- Es el menos toxico de los gases usados para extincion, mas el area debe ser evacuada rapidamente. La N.F.P.A. establece cinco minutos de perma-

- No hay descomposicion de gas carbonico para producir gases toxicos.

#### Usos

- Equipamientos Electricos
- Hidro - generadores
- Turbo generadores
- Sala de controles
- Estaciones de radio
- Estaciones micro-onda
- Sala de computadoras
- Ductos y cables para

nencia para concentraciones del 7% del volumen de aire. Tiempo maximo de permanencia para concentraciones del 7 al 10% es de un minuto.

- Hay alguna preocupacion en cuanto a los efectos de los componentes de la descomposicion y sus efectos colaterales. Estos efectos no son bien conocidos hasta ahora.

#### Usos

- Equipamientos Electricos
- Centrales telefonicas
- Equipamientos electronicos para radio y television.
- Estaciones terrestres para satellite.
- Estaciones micro-onda.
- Sala de computadoras
- Ductos y tuneles para cables.

cables.

Materiales Carboníferos

- Cajas fuertes
- Galerías de arte
- Museos Históricas
- Depósito de papeles

Materiales Carboníferos

- Depósito de microfilms
- Depósito de Pólizas de seguro.
- Museos históricos.
- Cajas fuertes.

CAPITULO III  
INGENIERIA DEL PROBLEMA

**3.1. ESPECIFICACIONES A SATISFACER.**

Los requerimientos para el calculo, diseno, montaje e instalacion de los sistemas de rociadores automaticos, deben ser satisfechos para cubrir las necesidades anotadas anteriormente: a) factor humano: sitios de conglomeracion de personas; b) factor material: sitios de almacenamiento de materia prima, producto terminado, combustibles, fabricacion, etc, y c) otros: determinacion de posibles areas de contaminacion a sitios no afectados.

Dada que la magnitud del proyecto es muy extensa se ha preferido citar las especificaciones mas fundamentales, debido a que el resto estan basadas en las normas de la N.F.P.A., F.M.E.C.:

Rociadores automaticos.- El criterio para la proteccion de incendios esta basada en la siguiente especificacion: "Entre perchas" significa que los rociadores van colocados a 2,800 mm del piso en una posicion intermedia en cuanto a altitud de la percha se refiere. Para ello fue necesario anclar las perchas al piso para así no tener inconvenientes para el montaje y operacion.

En el area de manufactura y control de calidad los rociadores de tumbado deben ser disenados con una densidad de 0.20 gpm/pie<sup>2</sup> (8.146 lt/min/pie<sup>2</sup>) para 3,000 pies<sup>2</sup> (278.81 m<sup>2</sup>) con orificios de 1/2 pulg. (12.7 mm) operables a 212°F (100°C), a una espacio maximo de 120 pies<sup>2</sup> (10.80 m<sup>2</sup>) de cobertura de cada rociador.

En las areas de oficinas los rociadores de tumbado seran disenados para una densidad de 0,10 gpm/pie<sup>2</sup> (4.073 lt/min/m<sup>2</sup>) para 3,000 pies<sup>2</sup> con orificios de 1/2 pulg. (12.7 mm), operables a 155°F (68.33°C) con una cobertura de maxima de 150 pies<sup>2</sup>.

En el area de bodega los rociadores de tumbado deben ser disenados a 0,30 gpm/pie<sup>2</sup> (12.21 lts/min/pie<sup>2</sup>) para 3,000 pies<sup>2</sup> (278.81 m<sup>2</sup>) con orificios de 17/32 pulg. (13.5 mm) operables a 286°F (141°C) con un espacio maximo de 100 pies<sup>2</sup> (9.29 m<sup>2</sup>).

Rociadores entre perchas son necesarios en todas las perchas de doble columna que estan a 10 pies (3 mts) sobre el piso. Proteccion basada en el almacenamiento sobre los 20 pies de altura (6.1 mts) de la Division Profesional y productos en cuarentena clasificados como mercancia clase IV por la N.F.P.A. Rociadores entre perchas disenados para una operacion simultanea de 8 cabezas lejanas por N.F.P.A. 231 F.

Rociadores entre perchas necesarios en todas las perchas de una columna que estan a 10 pies (3 mts) sobre el piso. Rociadores entre perchas disenados para operacion simultanea de 8 cabezas mas remotas, proteccion basada en el almacenamiento para plasticos a una altura de 15 pies (4.57 mts) de acuerdo a Factory Mutual Data Sheet 8-9.

Masslin y/o cualquier otro tipo de papel ligero almacenado en rollos, deben ser protegidos por rociadores de tumbado como estan especificados si estan almacenados sobre la punta, forrados por lo menos con dos capas de papel grueso (minimo de 20 lbs por cada pie<sup>2</sup>) (0.84 kg por cada m<sup>2</sup>) en los lados y terminales o ligados entre si



con zunchos y apilados a no mas de 4 pulg. ( 101.6 mm) de otros rollos en una sola direccion de acuerdo a Factory Mutual Data Sheet 8-21.

- Abastecimiento de agua.- El reservorio actual ( laguna) puede ser usado como fuente de agua asumiendo que el mismo tiene una capacidad minima de por lo menos 200,000 gls,( 757.080 lts) ya que su funcionamiento es seguro todo el ano y esta bien mantenido.

La capacidad del reservorio debe ser basada en una duracion de 120 min. y debe incluir la demanda entre rociadores entre perchas asi:

Hidrantes	500 gpm ( 1892.7 lts/min)
Rociadores de tumbado	900 gpm ( 3406.86 lts/min)
Rociadores entre perchas	176 gpm ( 666.23 lts/min)

-----

Demanda total	1,576 gpm ( 5965.79 lts/min)
---------------	------------------------------

Entonces la capacidad del reservorio seria= 120 min. x 1,576gpm= 189,000gal ( 715.440 lts).

Para proveer adecuadamente a los rociadores y mangueras una fuente de provision simple de por lo menos 1,500 gpm ( 5678.1 lt/min) se hace necesaria con lo anteriormente expuesto, puesto que ni la bomba de 750 gpm ( 2839.1 lts)ni la de 500 gpm ( 1892.7 lts)pueden abastecer esta demanda; una nueva bomba horizontal centrifuga seccionada de 1,500gpm ( 5678.1 lt/min)

a 125 psi debe ser instalado para tomar succion bajo cabeza positiva desde el reservorio.

Con todos estos antecedentes y con el objeto de aminorar los costos totales de este proyecto se tomaron las siguientes decisiones ingenieriles que no alteran el cumplimiento de las normas de proteccion: a) se diseno un tanque metalico de 189,000 gl.(715.440.6 lts) de capacidad con el objeto de reducir los problemas de lodos, incrustaciones, etc. que adolecia el anterior sistema debido a que el agua del lago no es potable; esto ademas habilita una posibilidad de interconexion con el lago para una emergencia externa. Las consideraciones rapidas de calculo como las siguientes ayudan mucho en las proyecciones tecnicas posteriores:

Calculo de la altura del tanque: Material: Lamina o plancha de acero = 2,536 kg/cm<sup>2</sup>, Diametro: aproximadamente 10mts., Volumen: 189,000 gal. (756 mts )

$$\text{Volumen} = A \text{ base} \times H \quad H = \text{Volumen}/A \text{ base} = 4V/D$$

$$H = 4 \times 756 \text{ mts} / 100 \text{ mts} = 9,63 \text{ mts.}$$

Calculo de la presion del soporte en el fondo del tanque: De la Fig. 3.1.a. se observa que la presion del fondo del tanque es  $P_{\text{max}} = P_0 + h$   $P_{\text{max}} = 1 \text{ kg/cm} + 1 \times 10 \text{ Kg/cm} \times 963 \text{ cm} = 1.99 \text{ kg/cm}$   $P = 1.99 \text{ kg/cm}$

Calculo del espesor de la pared en el fondo del tanque: Ver. Fig. 3.1.b. Considerando que el tanque es un cilindro de pared delgada (comparado a su gran diametro) los esfuerzos resultantes seran:

$$2 \times e = P \times D \quad e = P \times D/2.$$

Reemplazando valores numericos se obtiene:

$$e = (1.99 \text{ kg/cm} \times 1,000 \text{ cm}) / (2 \times 2536 \text{ kg/cm}) = 0.392 \text{ cm.}$$

$$e = 3.9 \text{ mm}$$

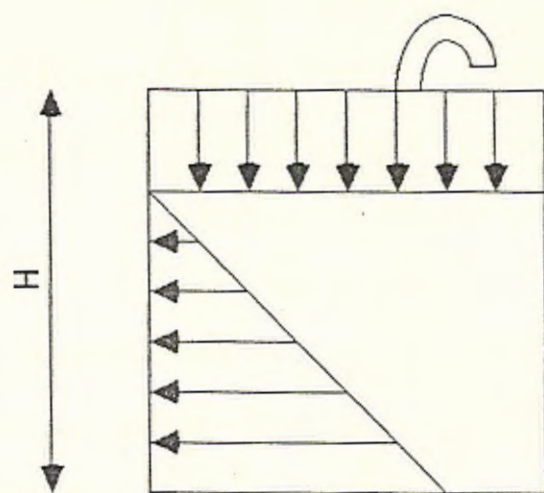


Fig 3.1.a ... Diagrama de Presiones Tanque

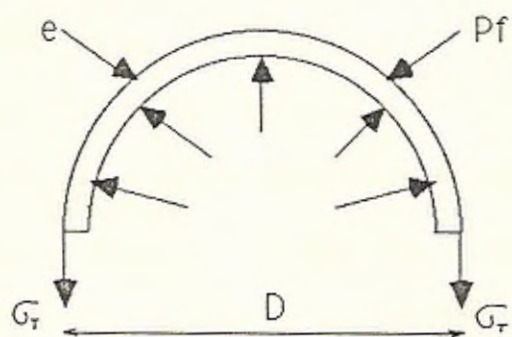


Fig 3.1.b ... Diagrama de Esfuerzos Paredes del Reservorio (tanque)

Para comprobacion recurrimos a la teoria de la construccion y disenos de tanques extensamente cifrada en Supplement No. 3 to Welded Steel Tanks for oil storage , Fifth Edition of API Standard 650 para tomarnos la formula 3.3.3.:

$$t = (2.6)(D)(H-1)(G)/(0.85)(21,000)$$

Donde: t= Minimo espesor en pulgadas; D= Diametro nominal del tanque, en pies;  
H= Altura en pies, desde el fondo del curso bajo consideracion del tope al tope al angulo o al fondo de cualquier rebose que limita la altura de llenado del tanque y;  
G = Gravedad especifica de liquido a ser almacenado, pero en ningun caso menos de 1.0 teniendo:

$$t = (2.6)(32.8)(32.8-1)(1)/(0.85)(21,000) = 0.15 \text{ pulg.}$$

$$t = 0,15 \text{ pulg} \times 2.54 \text{ cm/pulg} = 3.8 \text{ mm.}$$

Con estos calculos, sumado la consideracion de AWWA por tratarse de almacenamiento de agua escojimos plancha de 1/4 pulg (6mm) que esta en el minimo de norma. El resto de los componentes del tanque fueron disenados y escogidos segun las tablas y especificaciones del suplemento anteriormente citado, las cuales se pueden apreciar en los Planos #PR1405/A0/A1/A2 b) la adquisicion de la bomba centrifuga anteriormente descrita era inminente, lo cual involucra requerimiento de mayor potencia su funcionamiento, es obvio que la solucion mas rapida a priori era adquirir un nuevo motor a diesel para accionar dicha bomba. Se analizo las curvas de los fabricantes de bombas con las caracteristicas requeridas por nosotros, y se adopto el criterio de determinar si la potencia del motor diesel existente era la adecuada para mover de 1,500 gpm (5678.1 lt/min) con facil adaptacion para tal

motor llegandose a escoger una bomba Allis Chalmers 8 x 8 x 17F Serie 8000 la cual necesito de realizar los siguientes cambios para su instalacion: nuevo, acoplamiento, cambio de tuberia por 1 1/2 pulg.(38.1 mm)por tener la bomba un orificio mas ancho, levantamiento del motor 1 1/2 pulg.( 38.1 mm)para la nueva altura del eje; y restablecimiento de la base a traves de los miembros debajo de la bomba.

Para tener una mayor claridad en cuanto a la eleccion de la bomba se refiere, me permito cifrar los datos tecnicos y las respectivas curvas de perfomancia de la anterior bomba y de la actual pudiendose apreciar el encaje de nuestro criterio de seleccion. (Ver. Figuras 3.2.a / 3.2.b./ 3.2.c. y 3.2.d.).

750 GPM

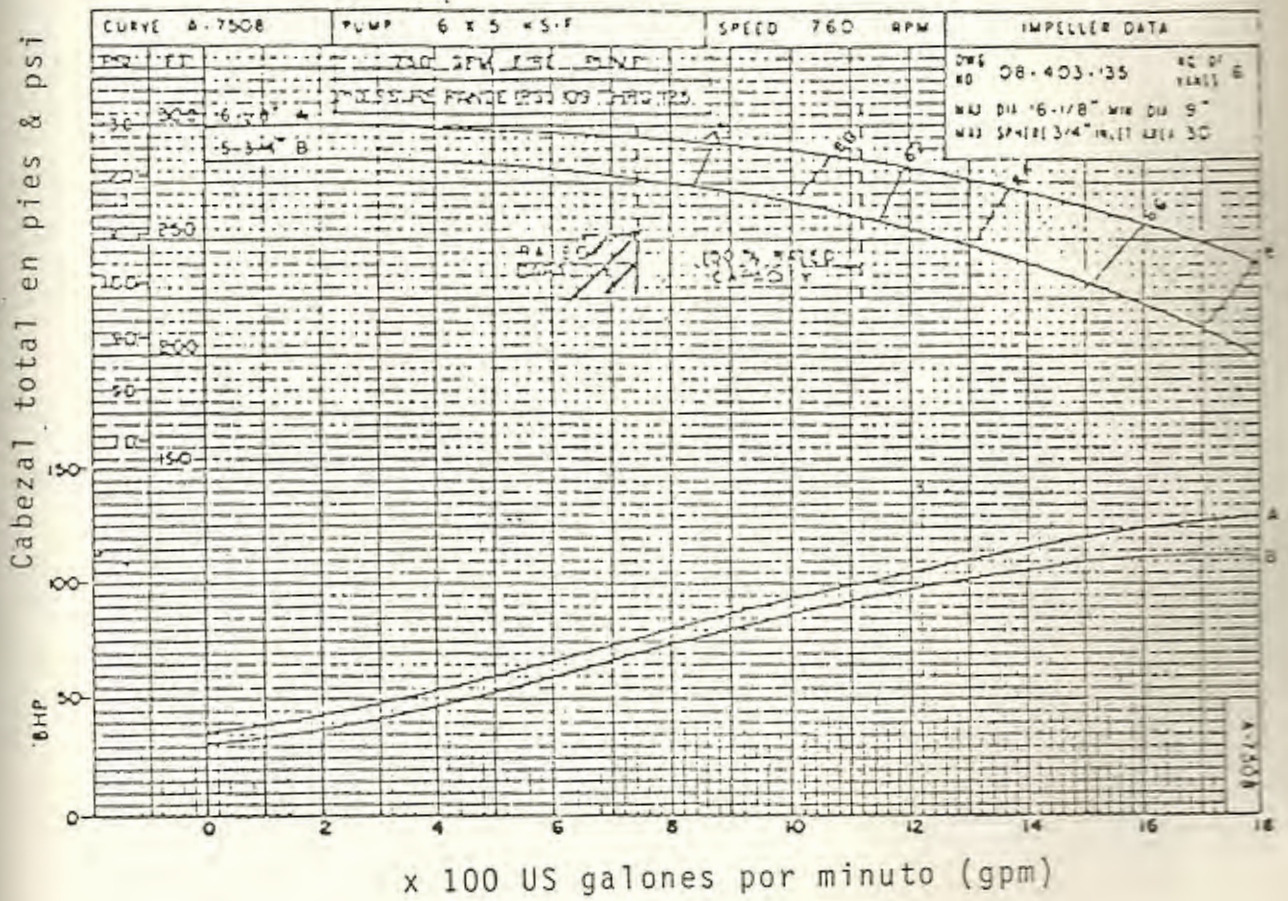


Fig. 3.1.4.a. Características Técnicas conjunto Motor Bomba 750 gpm

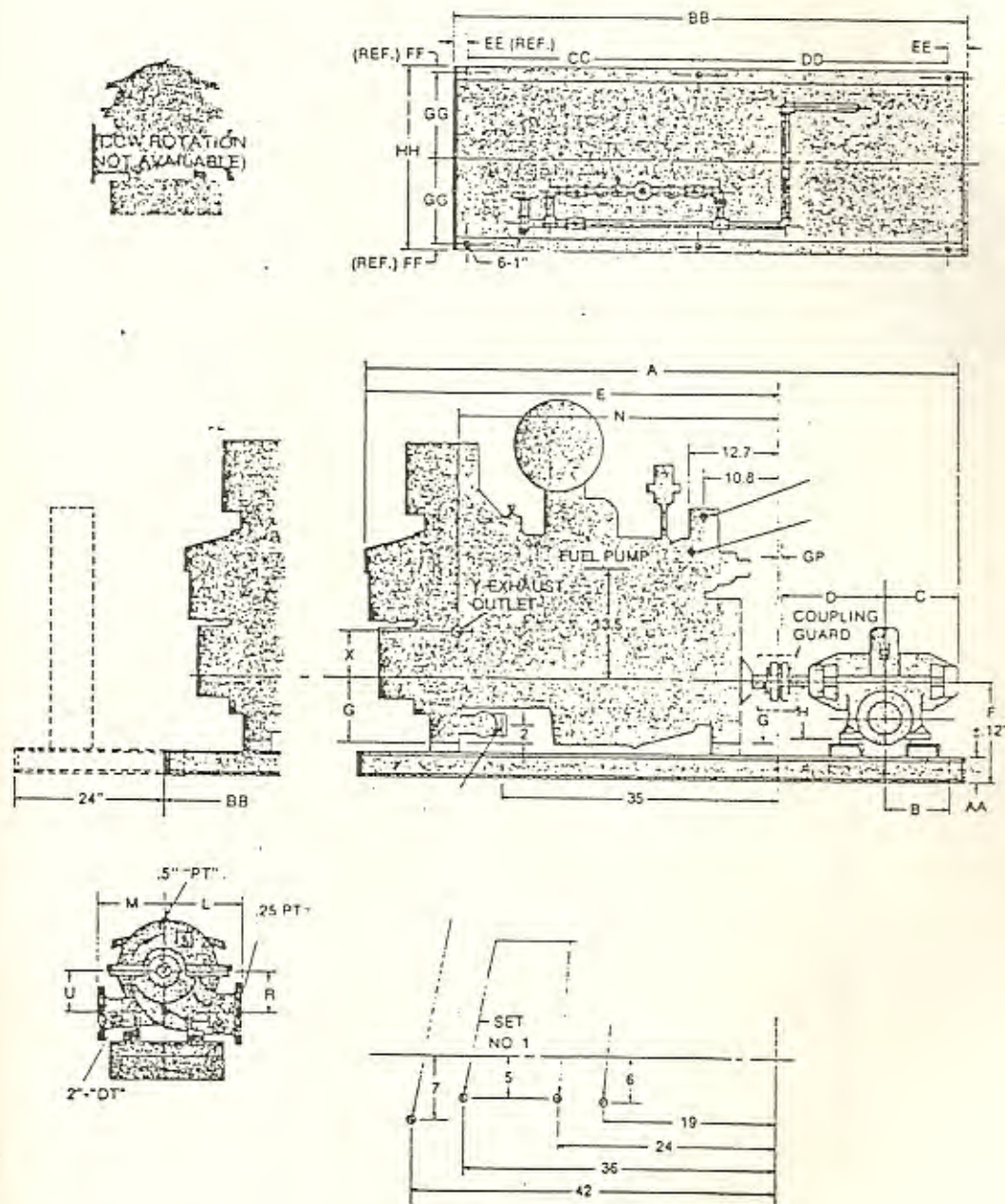


Fig. 3.1.4.b. Dimensiones Conjunto Motor Diesel - Bomba

BOMBA	MOTOR	PT	DT	GP	A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	N	R	U	X	Y
5x4 KSJF	V-378-F1	50	75	25	74.73	15.0	13.25	16.5	44.73	21.0	14.5	11.5	13.0	11.5	12.7	8.0	8.0	5.1	3.0
6x5 KSIF	V-378-F1	50	75	25	88.1	17.0	19.12	24.0	44.73	21.0	14.5	13.0	15.0	15.0	12.7	8.5	10.25	5.1	3.0
6x5 KSIF	V-504-F1	50	75	25	93.6	17.0	19.12	24.0	50.23	21.0	14.5	13.0	15.0	15.0	12.7	8.5	10.25	5.1	3.0
8x6x12F	V-378-F1	50	1.0	25	75.36	15.0	12.88	17.50	44.73	25.0	14.5	14.0	14.0	14.0	12.7	9.00	9.00	5.1	3.0
8x8x17F	V-378-F1	50	1.0	25	83.98	17.0	16.50	22.50	44.73	22.5	14.5	14.5	16.5	15.0	12.7	9.50	9.50	5.1	3.0
8x8x17F	V-504-F1	50	1.0	25	89.48	17.0	16.50	22.50	50.23	22.5	14.5	14.5	16.5	15.0	12.7	9.50	9.50	5.1	3.0
10x8x17F	V-504-F1	50	1.0	25	89.48	17.0	16.50	22.50	50.23	24.0	14.5	16.0	18.0	16.0	12.7	10.00	10.00	5.1	5.1

BOMBA	MOTOR	AA	BB	CC	DD	EE	FF	GG	HH
5x4 KSJF	V-378-F2	6.0	96.0	46.0	46.0	2.0	.81	13.19	28.0
6x5 KSIF	V-378-F1	6.0	96.0	46.0	46.0	2.0	.81	13.19	28.0
6x5 KSIF	V-504-F1	6.0	96.0	46.0	46.0	2.0	.81	13.19	28.0
8x6x12F	V-378-F1	6.0	96.0	46.0	46.0	2.0	.81	13.19	28.0
8x8x17F	V-378-F1	6.0	96.0	46.0	46.0	2.0	.81	13.19	28.0
8x8x17F	V-504-F1	6.0	96.0	46.0	46.0	2.0	.81	13.19	28.0
10x8x17F	V-504-F1	6.0	96.0	46.0	46.0	2.0	.81	13.19	28.0

Fig. 3.1.4.c. Cuadro de dimensiones Conjunto Motor Diesel - Bomba



1500 GPM

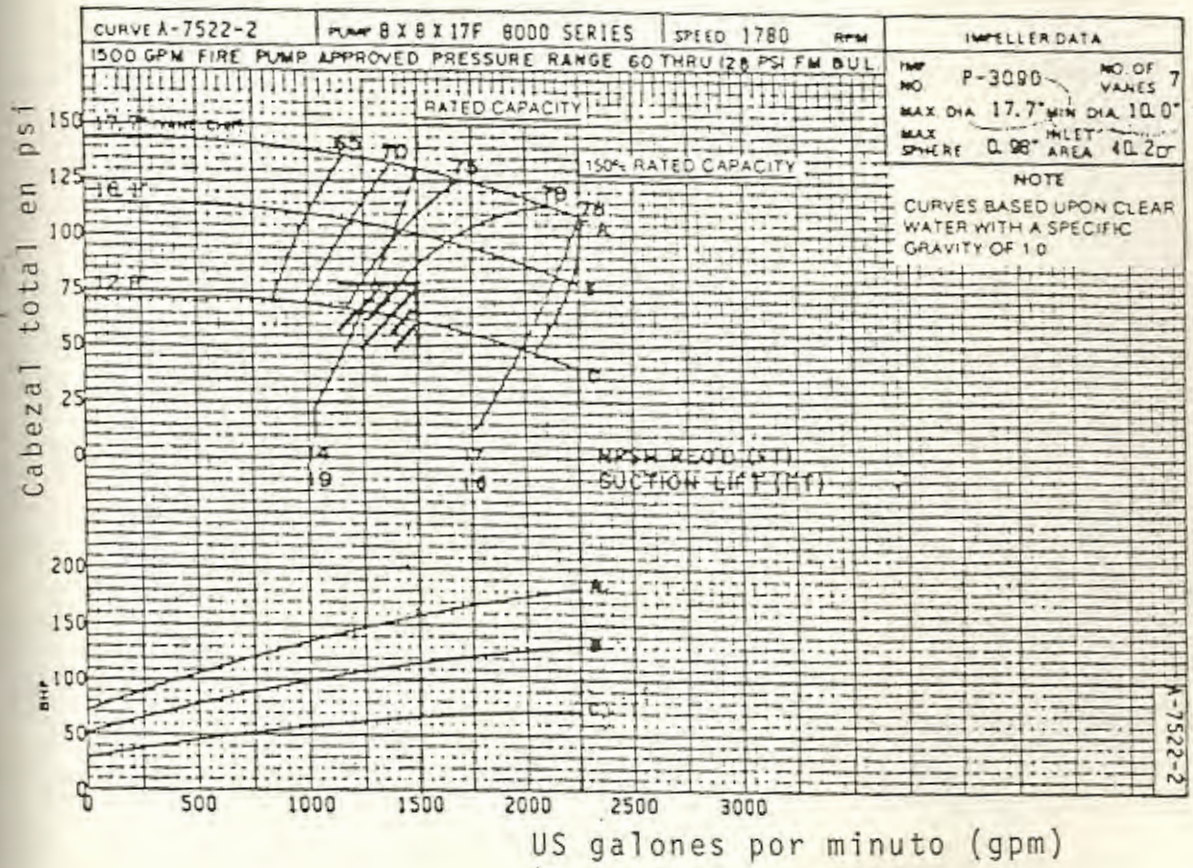


Fig. 3.1.4.d. Características Técnicas conjunto Motor, Bomba 1500 gpm

### 3.2. CALCULOS Y DISEÑOS PARA ROCIADORES CON AGUA. -

El sistema de rociadores automaticos disenados hidraulicamente es uno de los cuales las medidas de las tuberias son seleccionadas en base a la perdida de presion para proveer una densidad prescrita ( $\text{gpm}/\text{pie}^2$  o  $\text{lts}/\text{min}/\text{mt}^2$ ) distribuida con un grado razonable de uniformidad sobre un area especifica. Esto permite la seleccion de las medidas de la tuberia de acuerdo con las caracteristicas del aprovisionamiento de agua disponible. La densidad de diseno estipulada y el area de aplicacion varian de acuerdo al peligro o riesgo de la ocupacion.

La base del diseno para este sistema obedece las reglas que gobiernan los estandares de rociadores para tuberias celuladas exceptuando que todos los sistemas continuan a ser limitados por area, y las medidas de la tuberia deberan ser no menores de una pulgada nominal (25,54 mm) para las tuberias, el numero de rociadores por brazo y el numero de brazos por cruces principales son en cierta forma limitados solamente por la provision de agua disponible.

Sin embargo, el espaciamiento de rociadores y todas las otras reglas cubiertas aqui y otros estandares aplicables deberan ser observados.

El procedimiento de calculo para todos los sistemas empieza con el area de diseno la cual debe ser el area rectangular "mas exigente hidraulicamente" y con una dimension paralela a los ramales, igual a 1.2 veces la raiz cuadrada del area de operacion de los rociadores correspondientes a la densidad usada. Esto incluye rociadores en ambos lados de la tuberia principal de distribucion. Cualquier fraccion de una cabeza debe aproximarse al numero entero siguiente de cabezas; con sus res-

pectivas excepciones.

Los sistemas de tubería se diseñaron hidráulicamente usando densidades de riego y áreas de operación de acuerdo con la tabla 2.2.1. (B) de la N.F.P.A. Vol. 13 tal como lo requiere la ocupación involucrada y que se anota en cada uno de los planos.

Las pérdidas por fricción de la tubería se calcularon usando las fórmulas de Hazen y Williams con valores de C tomados de la tabla 7-4.3.1.4. Vol. 13 de la N.F.P.A.

Cabe indicar que la presión de operación mínima en cualquier rociador debe ser de 0,5 atmósferas (7lbs/pulg.2) o 0,05 MPa.

El dimensionamiento de tuberías (calibre de tubería) se encuentra estipulado en el diseño por tablas del mismo Vol. 13 Sección 3.6. de la N.F.P.A.

Antes de entrar a detallar el resumen de cálculos hidráulicos del área más remota conviene hacer hincapié que los problemas de flujo de agua son resueltos por procedimientos basados en el Teorema de Bernoulli.

Las presiones y descargas de los rociadores en operaciones simultáneas no son calculadas por ninguna fórmula exacta. Los métodos más prácticos para calcular el flujo de agua en la tubería de los rociadores es en base de la hoja de datos de la Factory Mutual System por computadora. Algunas veces será necesario realizar cálculos de flujo de agua de los rociadores sin estas mencionadas ayudas. Los cálculos por los métodos explicados concuerdan con el trabajo que es motivo este informe.

La interpretación teórico-práctica de las normas se reflejan en los siguientes diseños: PR11691/A1-F6-00; PR11691/FP-F6-01,02,03,04,05,06,07,10,

11,12,13,14,15,16 y 18.

A continuación se detalla los cálculos respectivos para cada una de las áreas específicas de la Ingeniería del problema.)

### Hoja de Resumen de Calculos Hidraulicos

Plano No. PR11691/FP-F6-05 ^ 06 (Bodega)

**Descripcion del peligro:** Almacenamiento de productos farmaceuticos en cartoneros corrugados, clase IV acomodados en doble percha con pasadizos, de 8 pies y 20 pies de altura de almacenaje, almacenamiento terminado con acomodamiento similar.

#### DATOS REQUERIDOS PARA EL DISENO

**Area a ser calculada:** 3000 Pie<sup>2</sup> (278,81 mts<sup>2</sup>) en el techo y ocho (8) rociador en percha.

**Densidad requerida :** techo: 0.30 gpm/pie<sup>2</sup> ( 12,21 lts/min/mt<sup>2</sup>) = en percha

**Cobertura media por rociador:** 84.5, 124.9, y 75.3 pie<sup>2</sup> (7.85, 11.6, y 7 mt<sup>2</sup>)

**Descarga del rociador:** techo=25.4 gpm ( 96,14 lt/min)^ en percha 21.9 gpm (89.90 lt/min)

**Factor "K" del rociador:** techo = 7.8 ( 17/32") en percha = 5.65 ( 1/2")

**Presion min.requerida:** techo: 10,60 psi (.75Kg/cm<sup>2</sup>) en percha=15 psi (1kg/cm<sup>2</sup>)

**Demanda para hidrantes exteriores e interiores:** 500 gpm ( 1893 lts/min)

**Agua total requerida :** 1699.,5 gpm ( 6433.29 lts/min)

**Presion minima requerida:** 52.07 psi (3.66kg/cm<sup>2</sup>)

#### INFORMACION DE PROVISION DE AGUA

Reservorio de concreto y metalico con 30,000 y 189,000 gl. ( 113.562 y 454.248 lts) reservados para incendios (dos horas de operacion de la bomba)

**Equipo:** Bomba accionadas por motores electricos( 500gpm y 12,5gpm)(1893 y 47.2 lt/min), Bomba accionada por motor a diesel 1500gpm (5678.1 lt/min).

## RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS BODEGA

1/4

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS
1	q			Lg 9.8		Pt 10.6	Q1=25.4
				Ft		Pf 0.55	K=7.8
	Q 25.4	1 1/4		Tot 9.8	0.056	Pe	P=10.6 psi
2	q 26			Lg 9.8		Pt 11.15	Q2= 7.8 $\sqrt{11.15}$
				Ft		Pf 0.93	Q2=26.0 gpm
	Q 51.4	1 1/2		Tot 9.8	0.095	Pe	
3	q 27.1			Lg 9.8		Pt 12.08	Q3= 7.8 $\sqrt{12.08}$
				Ft		Pf 0.6	Q3= 27.1 gpm
	Q 78.5	2		Tot 9.8	0.061	Pe	
4	q 27.8		1E	Lg 5.4		Pt 12.68	Q4= 7.8 $\sqrt{12.68}$
			1T	Ft 15		Pf 2.2	Q4=27.8 gpm
	Q 106.3	2		Tot 20.4	0.108	Pe 2.46	
5	q			Lg 8.7		Pt 17.34	K4=106.3/ $\sqrt{17.34}$
				Ft		Pf 0.13	K4= 25.5
	Q 106.3	3		Tot 8.7	0.015	Pe	
6	q 106.6			Lg 8.7		Pt 17.47	Q6= 25.5 $\sqrt{17.47}$
				Ft		Pf 0.5	Q6= 106.6
	Q 212.9	3		Tot 8.7	0.057	Pe	
7	q 108.1			Lg 8.7		Pt 17.97	Q7= 25.5 $\sqrt{17.97}$
				Ft		Pf 0.28	Q7=108.1 gpm
	Q 321	4		Tot 8.7	0.032	Pe	
8	q 108.9			Lg 8.7		Pt 18.25	Q8= 25.5 $\sqrt{18.25}$
				Ft		Pf 0.48	Q8= 108.9 gpm
	Q 429.9	4		Tot 8.7	0.055	Pe	
					Pt 18.73		

## RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS BODEGA

2/4

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS	
9	q	110.4		Lg	8.7	Pt	18.73	$Q9=25.5 \sqrt{18.73}$
				Ft		Pf	0.73	$Q9=110.4 \text{ gpm}$
	Q	540.3	4	Tot	8.7	Pe	0.084	$P=10.6 \text{ psi}$
10	q	112.5		Lg	8.7	Pt	19.46	$Q10=25.5 \sqrt{19.46}$
				Ft		Pf	0.15	$Q10=112.5 \text{ gpm}$
	Q	652.8	6	Tot	8.7	Pe	0.017	
11	q	112.9		Lg	8.7	Pt	19.61	$Q11=25.5 \sqrt{19.61}$
				Ft		Pf	0.19	$Q11=112.9 \text{ gpm}$
	Q	765.7	6	Tot	8.7	Pe	0.022	
12	q	113.5		Lg	8.7	Pt	19.8	$Q12=25.5 \sqrt{19.80}$
				Ft		Pf	0.24	$Q12=113.5 \text{ gpm}$
	Q	879.2	6	Tot	8.7	Pe	0.028	
13	q	114.2	4E	Lg	162	Pt	20.04	$Q13=25.5 \sqrt{20.04}$
			1T	Ft	76	Pf	8.5	$Q13=114.2 \text{ gpm}$
	Q	993.4	6	Tot	238	Pe	0.036	
14	q			Lg		Pt	40.2	Perdida de Friccion en la valvula de alarma & valvula de globo
				Ft		Pf	0.6	
	Q	993.4	6	Tot		Pe	0.7	
1	q			Lg		Pt	41.5	Rociadores en perchas. Presion inicial 15 psi K=5.65
				Ft		Pf		
	Q			Tot		Pe		
1	q			Lg	7.8	Pt	15	Rociadores en perchas. Presion inicial 15 psi K=5.65
				Ft		Pf	1.21	
	Q	21.9	1	Tot	7.8	Pe	0.155	
						Pt	16.21	

RESUMEN CALCULOS HIDRAULICOS							BODEGA	NOTAS
Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI		
2	q 22.7	1 1/4		Lg 7.8		Pt	1.21	$Q1 = 5.65 \sqrt{15}$ $Q1 = 21.9 \text{ gpm}$ $Q2 = 5.65 \sqrt{16.21}$ $Q2 = 22.7 \text{ gpm}$
	Ft			Pf				
3	Q 44.6	1 1/2		Tot 7.8	0.155	Pe	17.42	$Q3 = 5.65 \sqrt{17.42}$ $Q3 = 23.6 \text{ gpm}$
	q 23.6			Lg 7.8		Pt		
4	Q 68.2	1 1/2		Tot 7.8	0.16	Pe	18.67	$Q4 = 5.65 \sqrt{18.67}$ $Q4 = 24.4 \text{ gpm}$
	q 24.4			Lg 7.8		Pt		
5	Q 92.6	1 1/2		Tot 7.8	0.273	Pe	20.8	$Q5 = 5.65 \sqrt{20.80}$ $Q5 = 25.8 \text{ gpm}$
	q 25.8			Lg 7.8		Pt		
6	Q 118	2		Tot 7.8	0.129	Pe	21.8	$Q6 = 5.65 \sqrt{21.8}$ $Q6 = 26.4 \text{ gpm}$
	q 26.4			Lg 7.8		Pt		
7	Q 145	2		Tot 7.8	0.192	Pe	23.3	$Q7 = 5.65 \sqrt{23.8}$ $Q7 = 27.2 \text{ gpm}$
	q 27.2			Lg 2.5		Pt		
8	Q 172	2		Tot 2.5	0.26	Pe	23.95	$Q8 = 5.65 \sqrt{15.0}$ $Q8 = 21.9 \text{ gpm}$
	q			Lg		Pt		
8	Q	1		Tot		Pe	15	$Q8 = 5.65 \sqrt{15.0}$ $Q8 = 21.9 \text{ gpm}$
	q			Lg 5.3		Pt		
	Q 21.9	1		Tot 5.3	0.006	Pe	15.03	
						Pt		



		RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS					BODEGA		4/4
Lgc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS		
	q			Lg		Pt	(9)=(7)+(8)		
				Ft		Pf	Q8 = 21.9 $\sqrt{23.95/15.03}$		
	Q			Tot		Pe	Q8=27.6 gpm		
	q		1T	Lg 207		Pt 23.95	Q9 = 172.0+27.6=199.6		
9			2E	Ft 30		Pf 11.82	Q9 = 199.6 gpm a 23.95 psi		
	Q	200	1GV	Tot 237	0.05	Pe -5.97+8.1			
	q			Lg		Pt 37.9	Perdidas de Friccion en valvulas de alarma		
10				Ft		Pf 0.60	& globo		
	Q	200	3	Tot		Pe 0.42			
	q			Lg		Pt 38.92	(15)=(14)+(10)		
				Ft		Pf	Q10 = 199.6 $\sqrt{41.50/38.92}$		
	Q			Tot		Pe	Q10 = 206.1 gpm		
	q		1E	Lg 30,0		Pt 41.5	(15)=993.4 gpm + 206.1 = 1199.5 gpm		
15			1T	Ft 44		Pf 3.7	(15)= 1199.5 gpm a 41.50 psi		
	Q	1200	6	Tot 74	0.05	Pe 3.77			
	q	500	2E/3EE	Lg 1217		Pt 48.97	(16) Tolerancia para hidrantes ext. e int.		
16			4T/2GV	Ft 238		Pf 29.1	& perdida de friccion a la descarga de la		
	Q	1700	1CV	Tot 1455	0.02	Pe 2.14	bomba de incendio		
	q		2LTE	Lg 20		Pt 80.21	C=140 para tuberia de asbesto cemento		
17			1T	Ft 142		Pf 1.3	(17) = perdida de friccion en la succion		
	Q	1700	1ST/2GV	Tot 162	0.008	Pe	de la bomba		
	q			Lg		Pt 81.5	TOTAL DEMANDA DEL SISTEMA 1699.5 GPM		
				Ft		Pf	A 81.51 PSI		
	Q			Tot		Pe			
	q			Lg		Pt			

### HOJA DE RESUMEN DE LOS CALCULOS HIDRAULICOS

Plano NO. PR11691/FP-F6-02 Planta/Farmacia

Descripcion del peligro: Fabricacion y proceso de panales, toallas sanitarias, almacenaje de pulpa y keypack (tela no tejida) y area farmaceutica.

#### DATOS REQUERIDOS PARA EL DISENO

**Area a ser calculada:** 3000 Pie<sup>2</sup>(279 m<sup>2</sup>)

**Densidad requerida :** 0.20 gpm/Pie(8.15 lt/min/mt<sup>2</sup>)

**Cobertura media por rociador:** 117.6 Pie<sup>2</sup>(10,9mt<sup>2</sup>)

**Descarga del rociador:** 23.5 gpm(88,95lt/min)

**Factor "K" del rociador:** 5.65 ( 1/2")

**Presion requerida por rociador:** 17.3 psi(1.21Kg/cm<sup>2</sup>)

**Galonaje permitido para hidrantes interiores y exteriores:** 500 gpm(1893  
lt/min)

**Agua total requerida:** 1188.7 gpm(4499.7 lt/min)

**Presion minima requerida:** en la valvula de alarma 65.48 psi( 4.6 Kg/cm<sup>2</sup>)

#### INFORMACION DE LA PROVISION DE AGUA

Idem hoja de calculo bodega( pag # 38)

RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS FABRICACION PLANTA & FARMACIA

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS
1	q			Lg 10.2		Pt 17.3	Q1 = 23.5 gpm K = 5.65 P = 17.3 psi
				Ft		Pf 1.86	
	Q 23.5	1		Tot 10.2	0.182	Pe	
2	q			Lg 11.5		Pt 19.16	Q2 = $5.65 \sqrt{19.16}$ Q2 = 24.7 gpm
				Ft		Pf 2.02	
	Q 48.2	1 1/4		Tot 11.5	0.176	Pe	
3	q			Lg 11.5		Pt 21.18	Q3 = $5.65 \sqrt{21.18}$ Q3 = 26.0 gpm
				Ft		Pf 2.15	
	Q	1 1/2		Tot 11.5	0.187	Pe	
4	q		1E	Lg 6.7		Pt 23.33	Q4 = $5.65 \sqrt{23.33}$ Q4 = 27.3 gpm
				Ft 4		Pf 3.52	
	Q 102	1 1/2		Tot 10.7	0.329	Pe 1.06	
5	q		1T	Lg 9.2		Pt 27.91	K4 = $101.5 \sqrt{27.91}$ K4 = 19.2
				Ft 15		Pf 0.34	
	Q 102	3		Tot 24.2	0.014	Pe	
6	q			Lg 10		Pt 28.25	Q6 = $19.2 \sqrt{28.25}$ Q6 = 10.20 gpm
				Ft		Pf 0.51	
	Q 204	3		Tot 10	0.05	Pe	
7	q			Lg 10.3		Pt 28.76	Q7 = $19.2 \sqrt{28.76}$ Q7 = 103.0 gpm
				Ft		Pf 1.12	
	Q 307	3		Tot 10.3	0.109	Pe	
8	q			Lg 10.5		Pt 29.88	Q8 = $19.2 \sqrt{29.88}$ Q8 = 104.9 gpm
				Ft		Pf 2	
	Q 411	3		Tot 10.5	0.191	Pe	
						Pt 31.88	

RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS FABRICACION PLANTA & FARMACIA

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS
9	q	108		Lg 3		Pt 31.88	Q9 = 19.2 $\sqrt{31.88}$ Q9 = 108.4 gpm
				Ft		Pf 0.87	
9A	Q	520	3	Tot 3	0.29	Pe	
	q			Lg 8.2		Pt 32.75	
10	Q	520	4	Tot 8.2	0.077	Pe	Q10 = 19.2 $\sqrt{33.38}$ Q10 = 110.9 gpm
	q	111		Lg 10.9		Pt 33.38	
10	Q	631	4	Tot 10.9	0.11	Pe	Q11 = Q2
	q			Lg 14.6		Pt 21.18	
Q12			1E	Ft 4		Pf 1.6	Q12 = 48.2 gpm a 21.18 psi (13)
	Q	48.2	1 1/2	Tot 18.6	0.086	Pe 1.06	
13				Lg 124		Pt 23.84	(13) = (12) + (10) Q12 = 48.2 $\sqrt{34.58/23.84} = 58.0$ gpm (13) = 58.0 + 630.7 = 688.7 gpm
	q			Ft 10		Pf 17.42	
14	Q	689	4	Tot 134	0.13	Pe	(14) = perdida de friccion incluyendo valvula de alarma
	q			Lg 98.4		Pt 52	
14			1GV	Ft 17		Pf 2.08	demanda del sistema a la valvula de alarma : 688.7 gpm a 65.48 psi
	Q	689	6	Tot 115	0.018	Pe 11.4	
15	q	500		Lg 10.3		Pt 65.48	15 = consideracion de Hidrantes int & ext
				Ft		Pf	
15	Q	1189		Tot		Pe	
	q			Lg		Pt	
15				Ft		Pf	
	Q			Tot		Pe	

## HOJA DE RESUMEN DE LOS CALCULOS HIDRAULICOS

Plano No. PR 11691/FP-F6-01 (oficinas y cafeteria)

Empresa: Johnson & Johnson del Ecuador S.A.

**Descripcion del peligro:** Edificio de Administracion

### DATOS REQUERIDOS PARA EL DISENO

**Area a ser calculada:** 3000 Pie<sup>2</sup> (279 mt<sup>2</sup>)

**Densidad requerida por pie :** 0.10 gpm/pie<sup>2</sup> (4.073 lt/min/mt<sup>2</sup>)

**Cobertura media por rociador:** 139.3 pie<sup>2</sup> (12.9 mt<sup>2</sup>)

**Descarga del rociador:** 13,93 gpm (52.73 lt/min) - Min- 14.9 gpm (56.4 lt/min)

**Factor "K" del rociador:** 5.65 (1/2")

**Presion requerida por rociador:** 7.0 psi (0,5 Kg/cm<sup>2</sup>)

**Galonaje permitido para hidrantes exteriores e interiores:** 500 gpm (1893  
lt/min)

**Agua total requerida:** 948.3 gpm (3590 lt/min)

**Presion minima requerida:** 97.57 psi (6.86 Kg/cm<sup>2</sup>)

### INFORMACION PARA PROVISION DE AGUA

Idem hoja calculo hidraulico bodega (pag # 38)

## RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS EDIFICIOS DE ADMINISTRACION

1/4

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS
1	q			Lg: 14.4		Pt: 7	$Q1 = 5.65\sqrt{7.00}$
			1E	Ft: 2		Pf: 1.25	$Q1 = 14.9 \text{ gpm}$
	Q: 14.9	1		Tot: 16.4	0.076	Pe: -0.56	
2	q			Lg: 10.2		Pt: 7.69	$Q2 = 5.65\sqrt{7.69}$
				Ft: 5		Pf: 4.5	$Q2 = 15.7 \text{ gpm}$
	Q: 30.6	1		Tot: 15.2	0.296	Pe:	
3	q			Lg: 7.2		Pt: 12.19	$Q3 = 5.65\sqrt{12.9}$
			1T	Ft: 3		Pf: 1.93	$Q3 = 197 \text{ gpm}$
	Q: 50.3	1 1/4		Tot: 10.2	0.189	Pe: 0.28	
4	q			Lg: 12.1		Pt: 14.4	
			2T	Ft: 16		Pf: 2.47	
	Q: 50.3	1 1/2		Tot: 28.1	0.088	Pe:	
5	q			Lg:		Pt: 16.87	
				Ft:		Pf:	
	Q:			Tot:		Pe:	
5	q			Lg: 6.6		Pt: 7	$Q5 = 5.65\sqrt{7.0}$
				Ft: 2		Pf: 0.65	$Q5 = 14.9 \text{ gpm}$
	Q: 14.9	1		Tot: 8.6	0.076	Pe: -0.56	
6	q			Lg:		Pt: 8.21	
				Ft:		Pf:	
	Q:			Tot:		Pe:	
6	q			Lg: 2.3		Pt: 7	$Q6 = 5.65\sqrt{7.0}$
			1E	Ft: 2		Pf: 0.33	$Q6 = 14.9 \text{ gpm}$
	Q: 14.9	1		Tot: 8.6	0.076	Pe: -0.56	
	q			Lg:		Pt: 6.77	

## RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS EDIFICIOS DE ADMINISTRACION

2/4

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS
	q			Lg 11.3		Pt 8.21	(7) = (5) + (6)
7			1T	Ft 5		Pf 4.82	Q6=14.9 8.21/6.77 Q6=16.4 gpm
	Q 31.3	1		Tot 16.3	0.296	Pe	Q7= 14.9+16.4=31.3 Q7= 31.3 gpm
	q 20.4			Lg 9.5		Pt 13.03	Q8= 5.65 $\sqrt{13.03}$
8			1T	Ft 3		Pf 2.54	Q8= 20.4 gpm
	Q 51.7	1 1/4		Tot 12.5	0.203	Pe	
	q 22.3			Lg 9.9		Pt 15.57	Q9= 5.65 $\sqrt{15.57}$
9				Ft 7		Pf 3.09	Q9= 22.3 gpm
	Q 74	1 1/2		Tot 16.9	0.183	Pe	
	q 24.4		1T	Lg 1.1		Pt 18.66	Q10=5.65 $\sqrt{18.66}$
10			1E	Ft 12		Pf 4.06	Q10= 24.4 gpm
	Q 98.4	1 1/2		Tot 13.1	0.31	Pe	
	q			Lg 11.5		Pt 23	(11) = (4) + (10)
11				Ft		Pf 2.52	Q4= 50.3 23.0/16.87 Q4=58.7 gpm
	Q 157	2		Tot 11.5	0.219	Pe	Q11=58.7 + 98.4= 158.1 Q11 = 158.1 gpm
	q			Lg 9.9		Pt 7	
12			1E	Ft 2		Pf 0.9	Q12= 5.65 $\sqrt{7.0}$
	Q 14.9	1		Tot 11.9	0.076	Pe -0.56	Q12= 14.9 gpm
	q 15.3			Lg 9.9		Pt 7.34	
13			1T	Ft 5		Pf 4.4	Q13= 5.65 $\sqrt{7.34}$
	Q 30.2	1		Tot 14.9	0.296	Pe	Q13= 15.3 gpm
	q 19.4			Lg 11.9		Pt 11.74	
14			1T	Ft 6		Pf 3.38	Q14 = 5.65 $\sqrt{11.74}$
	Q 49.6	1 1/4		Tot 17.9	0.189	Pe	Q14 = 19.4 gpm
						Pt 15.12	

RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS EDIFICIOS DE ADMINISTRACION

3/4

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS
15	q	22		Lg 3.8		Pt 15.12	$Q_{15} = 5.65 \sqrt{15.12}$
			1E 1T	Ft 12		Pf 2.75	$Q_{15} = 22.0 \text{ gpm}$
	Q	71.6	1 1/2	Tot 15.8	0.174	Pe 0.28	
16	q			Lg		Pt 18.15	$K_{15} = 71.6 / \sqrt{18.15}$
				Ft		Pf	$K_{15} = 16.8$
	Q			Tot		Pe	
17	q			Lg 12.2		Pt 25.52	$(16) = (11) + (15)$
				Ft		Pf 0.87	$Q_{15} = 16.8 \quad 25.52 \quad Q_{15} = 84.9 \text{ gpm}$
	Q	242	3	Tot 12.2	0.071	Pe	$(16) = 157.1 + 84.9 = 242 \text{ gpm}$
18	q	86.3		Lg 11.9		Pt 26.39	$Q_{17} = 16.8 \sqrt{26.39}$
				Ft		Pf 1.5	$Q_{17} = 86.3 \text{ gpm}$
	Q	328	3	Tot 11.9	0.126	Pe	
19	q	88.7		Lg 11.9		Pt 27.89	$Q_{18} = 16.8 \sqrt{27.89}$
				Ft		Pf 2.27	$Q_{18} = 88.7 \text{ gpm}$
	Q	417	3	Tot 11.9	0.191	Pe	
19	q			Lg		Pt 30.16	
				Ft		Pf	
	Q			Tot		Pe	
19	q		1T	Lg 3.9		Pt 7	$Q_{19} = 5.65 \sqrt{7.0}$
			1E	Ft 7		Pf 0.09	$Q_{19} = 14.9 \text{ gpm}$
	Q	14.9	1 1/2	Tot 10.9	0.009	Pe -0.56/0.28	
19	q			Lg		Pt 6.81	$(20) = (18) + (19)$
				Ft		Pf	$Q_{19} = 14.9 \quad 30.16/6.81$
	Q			Tot		Pe	$Q_{19} = 31.3 \text{ gpm}$
						Pt	



RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS EDIFICIOS DE ADMINISTRACION

Loc	FLUJO en GPM	Tamano Tuberia Pulg	Acc & Disp	Long Equiv Pies	Perdida Friccion psi/pie	Presion Requerida PSI	NOTAS
20	q		IT	Lg 233		Pt 30.16	(20) = 417.0 + 31.3 = 448.3 Q20 = 448.3 gpm
			4EE/3E	Ft 48		Pf 61.82	
	Q 448	3		Tot 281	0.22	Pe 4.27	
21	q		VA	Lg		Pt 96.25	(21) = perdida de friccion en valvula de alarma
			GV	Ft		Pf 0.9	
	Q 448	3		Tot		Pe 0.42	
q				Lg		Pt 97.57	Demanda del sistema en la valvula de alarma: 448.3 GPM a 97.57 PSI
				Ft		Pf	
Q				Tot		Pe	
q				Lg		Pt	
				Ft		Pf	
Q				Tot		Pe	
q				Lg		Pt	
				Ft		Pf	
Q				Tot		Pe	
q				Lg		Pt	
				Ft		Pf	
Q				Tot		Pe	
q				Lg		Pt	
				Ft		Pf	
Q				Tot		Pe	
q				Lg		Pt	
				Ft		Pf	
Q				Tot		Pe	

### 3.3. CALCULOS Y DISEÑOS PARA ROCIADORES CON CO<sub>2</sub>.

El sistema de dióxido de carbono puede ser usado para proteger uno o más peligros o grupos de peligros por medio de válvulas direccionales (con el permiso de una autoridad teniendo su jurisdicción). Donde dos o más riesgos pueden simultáneamente estar involucrados en el fuego por razones de su proximidad, cada riesgo deberá ser protegido con un sistema individual o con una combinación preparada para operar simultáneamente o estar protegida con un sistema sencillo que deberá ser medido y arreglado para descargar en todos los riesgos potencialmente involucrados.

El dióxido de carbono es incoloro, inodoro, y es un gas inerte no conductor de electricidad, el cual es un medio apropiado para la extinción de fuegos. El dióxido de carbono extingue el fuego reduciendo las concentraciones de oxígeno y/o las fases gaseosas del combustible en el aire, al punto donde la combustión para.

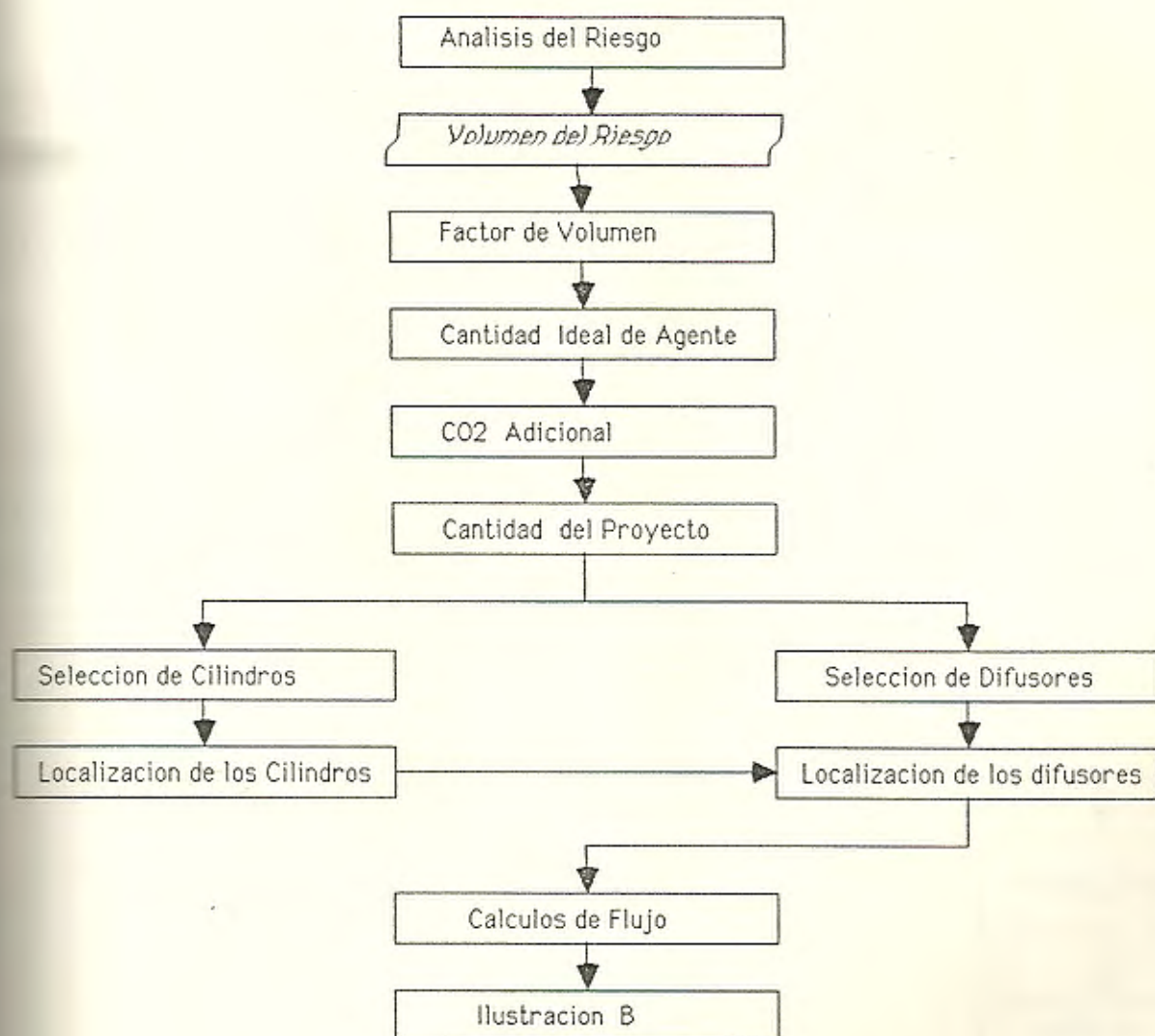
El problema de cálculo de las dimensiones de tubería para los sistemas de dióxido de carbono es complicado por cuanto la caída de presión no es lineal con respecto a la línea de tubería. El dióxido de carbono deja el banco de almacenamiento como un líquido a presión de saturación. A medida que la presión cae por la fricción de la línea de tubería, el líquido se evapora hasta producir una mezcla de líquido y vapor. Debido a esto, el volumen del fluido mezclado aumenta y la velocidad de él debe de aumentar también. De ahí que, la caída de presión por unidad de longitud de la tubería, es mayor cerca del final de lo que era al inicio.

La información de la caída de presión para los sistemas diseñados de tuberías,

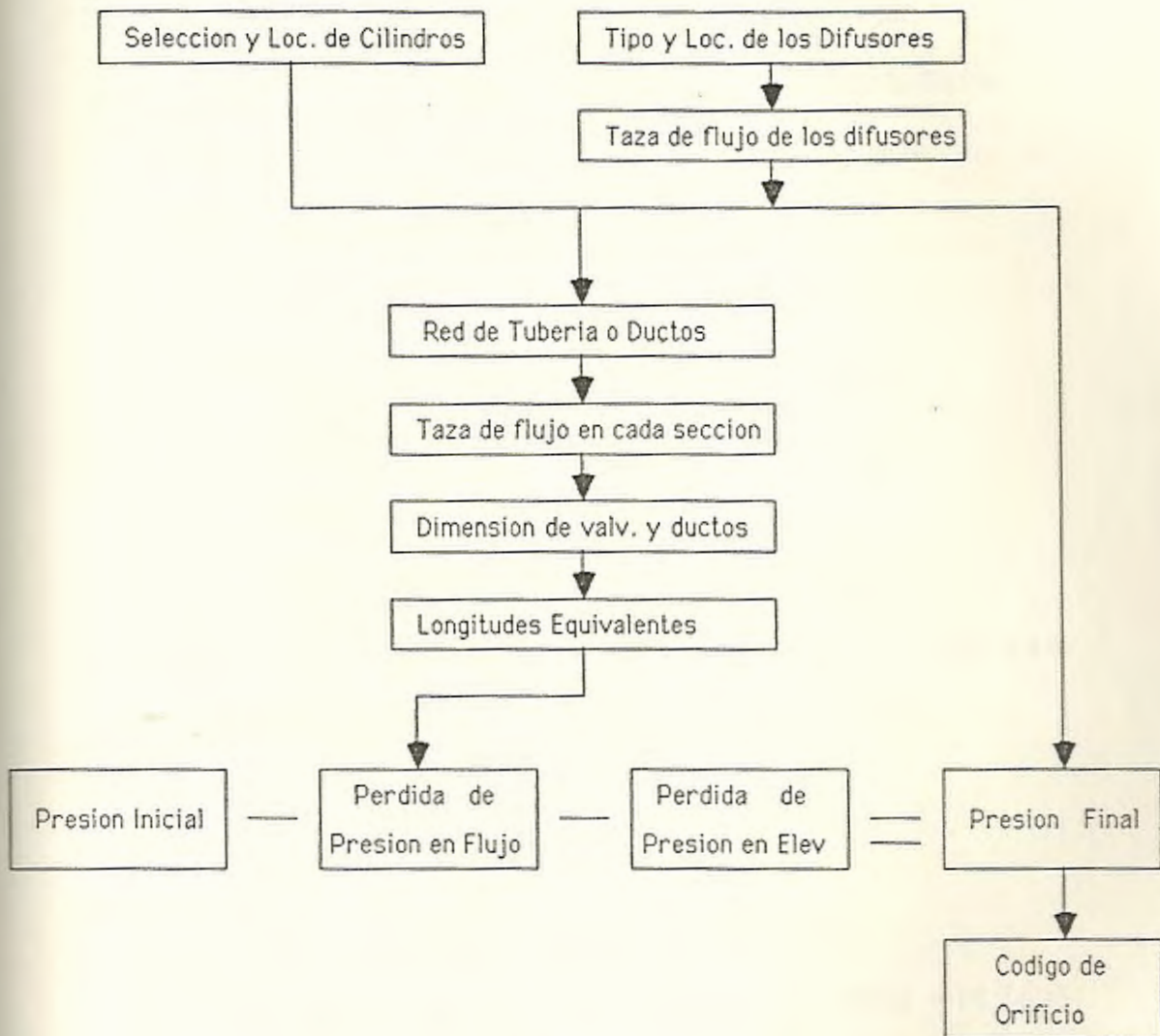
pueden ser obtenidos por medio de curvas de presión vs. su longitud equivalente para varios tipos de fluido y medidas de tubería. Estas curvas pueden ser desarrolladas usando ecuaciones que se detallan con mayor amplitud en el Vol. 12 Carbon Dioxide Extinguishing Systems de la N.F.P.A.

Para tener una idea más objetiva de los factores que intervienen en los cálculos, me permito primeramente detallar un flujograma del mismo, y luego las hojas respectivas de cálculo tanto para el área de cocina así como para el área de generadores de emergencia.

Detalles pormenorizados de los mismos se encuentran en los planos #PR11691/A1-AL-12, PR11691/A1-F3-003,002, y 001.



FLUJOGRAMA PARA CO2 (Ilustracion A)



FLUJOGRAMA PARA CO2 (Ilustración B)

### HOJA DE RESUMEN DE CALCULOS SISTEMA DE CO2

Item	Ramal	Area	Lugar
02	02	Campana de la cocina	Cafeteria-Cocina

Para tobera multijet tipo "S" - la potencia de descarga sera la siguiente:

a) Distancia desde la cocina = 0.99 m (3.25 pie)

Flujo = 34.5 lb/min (15,54 kgs/min)

Area = 0.85 m<sup>2</sup> (9,2 pie<sup>2</sup>) Lado del cuadrado = 0,92 m (3,03 pie)

b) Distancia desde el filtro = 0,953 m (3.13 pie)

Flujo = 34.5 lb/min (15,54 kgs/min)

Area = 0,85 m<sup>2</sup> (9,2 pie<sup>2</sup>) Lado del cuadrado = 0,92 m (3,03 pie)

**Cantidad requerida por tobera 03 para la cubierta del horno y 03 para la cubierta del filtro**

t = tiempo de descarga ( min )

Q = potencia del flujo ( lb/min )

$$c = 1,4 \times t \times Q \quad c = 1,4 \times 3,0 \times 207 = 869,4 \text{ lb CO}_2$$

$$V \text{ ducto} = 0,45 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 0,405 \text{ m}^3 = 14,3 \text{ pie}^3$$

$$\text{Total de CO}_2 \text{ calculado} \quad C \text{ ducto} = V/8 = 1.8 \text{ lb CO}_2$$

$$\text{Cantidad total de CO}_2 \text{ requerida} = 871.2 \text{ lb CO}_2$$

**Cantidad de cilindros** 0,9 x 100 lbs (Un grupo) Total por disparo 10 x 100 lb.

**Flujo total** 213 lbs/min {cubierta del horno 3 x 34.5 lbs/min + cubierta del filtro 3 x 34,5 lbs/min + cubierta del ducto 1 x 8 lbs/min (minima cantidad para un orificio)}

SISTEMA DE EXTINCION DE FUEGO POR CO 2

CAMPANA DE LA COCINA

PR # 11.691

LONGITUDES EQUIVALENTES (PIES) CONEXIONES & ACCESORIOS

Simbolo	Descripcion								
-	Cilindro de 50 Lb								
-	Cilindros de 75 & 100 Libras	73							
TP	Trip Presion	44							
RD	Retardo de Descarga	11	15						
CEDULA # 80									
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
E	Codo de 90	1.7	2.2	2.8	3.7	4.3	5.5	6.6	8.2
T	Te directa	1	1.4	1.8	2.3	2.7	3.5	4.1	5.1
TL	Te lateral	3.4	4.5	5.7	7.5	8.7	11.2	13.4	16.6
U	Union o junta	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.4	1.8
VR	Valvula Retencion	7	17	8	34	40	120	-	600
VD	Valvula Direccional	11	17	13	35	24	55	-	159

## RESUMEN

## SECCIONES DE TUBERIA Y LONGITUDES EQUIVALENTES (COCINA)

SECCION	Cilind-A	SECCION	A-1	SECCION	1-8			
TU	1/2	31	TU	3/4	3.31	TU	3/4	58.07
			TL	1x3/4	4.5	TL	1x3/4	4.5
			VR	1x3/4	17	VD	1x3/4	17
			TL	1x1	5.7	T	1x3/4	1.4
			E	1x3/4	2.2	U	1x3/4	0.5
						E	5x3/4	11
	TOTAL	31		TOTAL	32.71		TOTAL	92.47
SECCION	8-9	SECCION	8-10	SECCION	10-11			
TU	1/2	5.85	TU	3/4	10.4	TU	3/4	0.24
T	1x3/4	1.4	TL	2x3/4	9	T	1x3/4	1.4
E	2x1/2	3.4	E	2x3/4	4.4	TL	1x3/4	4.5
	1x1/2	0.4						
	TOTAL	11.05		TOTAL	23.8		TOTAL	6.14
SECCION	11-12	SECCION	12-13	SECCION	13-14			
TU	3/4	3.05	TU	3/4	0.24	TU	1/2	3.05
T	1x3/4	1.4	T	1x3/4	1.4	T	1x3/4	1.4
	1x3/4	4.5	TL	1x3/4	4.5	TL	1x1/2	1
	TOTAL	8.95		TOTAL	6.14		TOTAL	5.45
SECCION	14-15	SECCION	SECCION					
TU	1/2	0.21						
	1x1/2	1						
	1x1/2	3.4						
	TOTAL	4.61						
	TOTAL		TOTAL					



## RESUMEN DE CALCULO DE PERDIDA DE CARGA CO2 COCINA

SECCION	DIAMETRO TUBERIA (pulg)	FLUJO (Lb/min)	LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL			DIFUSORES		OBSERVACIONES
			PRESION ANTERIOR (pies)	COMPLEM ADICIONAL (pies)	TOTAL (pies)	PRESION FINAL (PSIA)	FLUJO Lb/min	
Cilind A	1/2	21.3	-	31	31	749		
A-1	3/4	213	1	32.71	33.71	727		
1-8	3/4	213	33	92.47	125.47	470		
8-9	1/2	6	-	11.05	11.05	470	6	2
8-10	3/4	207	280	23.8	303.8	440	34.5	5+
10-11	3/4	172.5	430	6.14	436.14	430	34.5	5+
11-12	3/4	138	690	8.95	698.95	420	34.5	5+
12-13	3/4	103.5	1300	6.14	1306.14	400	34.5	5+
13-14	1/2	69	2900	5.45	2905.45	390	34.5	5+
14-15	1/2	34.5	10320	4.61	10324.6	380	34.5	6+

## HOJA DE RESUMEN DE CALCULOS DEL SISTEMA DE CO2

Plano NO. PR11691/A1-F3-001-002-003

Item	Ramal	Area	Lugar
01	01	Generadores	Servicios generales

### Area/ Volumen del local

$$A = 8,85 \text{ m} \times 8,00 \text{ m} = 70,8 \text{ m}^2$$

$$V = A \times 4.36 \text{ m} = 308,688 \text{ m}^3 = 10901,154 \text{ pie}^3$$

$$\text{Total de CO2 calculado} \quad C = 10901.154 / 12 \text{ pie}^3 / \text{lb} = 908,4295 \text{ lb}$$

Cantidad 908,4295 lb

Cantidad de cilindros 10 x 100 lb (Un grupo)

Total por disparo 10 x 100 lb

Cantidad de difusores 4

Flujo 57 lb/min - 30% en dos minutos

RESUMEN

SECCIONES DE TUBERIA Y LONGITUDES EQUIVALENTES GENERADORES

SECCION	Cilind-A	SECCION	Cilind -1	SECCION	1-2
1/2	31	TU 3/4	3.31	TU 3/4	1.64
		TL 1x3/4	4.5	T 1x3/4	1.4
		VR 1x3/4	17		
		TL 1x1	5.7		
		E 1x3/4	2.2		
TOTAL	31	TOTAL	32.71	TOTAL	3.04
SECCION	2-3	SECCION	3-4	SECCION	4-5
3/4	11.64	TU 3/4	8.43	TU 1/2	7.55
1x3/4	4.5	T 1x3/4	1.4	T 1x3/4	1.4
1x3/4	1.4	TL 1x3/4	4.5	TL 1x1/2	3.4
1x3/4	17				
1x3/4	2.2				
TOTAL	36.74	TOTAL	14.33	TOTAL	12.35
SECCION	3-6	SECCION	6-7	SECCION	
3/4	21.06	TU 1/2	7.55		
2x3/4	9	T 1x3/4	1.4		
1x3/4	2.2	TL 1x1/2	3.4		
TOTAL	32.26	TOTAL	12.35	TOTAL	
SECCION		SECCION		SECCION	
TOTAL		TOTAL		TOTAL	

RESUMEN DE CALCULO DE PERDIDA DE CARGA						GENERADORES		
SECCION	DIAMETRO DE LA TUBERIA	FLUJO (Lb/min)	LONGITUD	EQUIVALENTE	TOTAL	D I F U S O R E S		
			PRESION ANTERIOR (pies)	COMPLEMENTO ADICIONAL (pies)	TOTAL (pies)	PRESION FINAL (PSIA)	FLUJO (Lb/min)	Codificacion Difusores (#)
Cilindro A	1/2	22.8	-	31	31	749		
A-1	3/4	228	1	32.71	33.71	723		
1-2	3/4	228	33.71	3.04	36.75	720		
2-3	3/4	228	36.75	36.74	73.49	687		
3-4	3/4	114	295	14.33	309.3	683	57	5+
4-5	1/2	57	290	12.35	302.3	680	57	5+
3-6	3/4	114	295	32.26	327.3	679	57	5+
6-7	1/2	57	305	12.35	317.3	675	57	5+

### 3.4. CALCULOS Y DISEÑOS PARA ROCIADORES CON HALON. -

Un compuesto halogenado es el que contiene uno o mas atomos de un elemento de las series de halogenos: fluor, cloro, bromo, y yodo.

El Halon 1301 quimicamente es bromotrifluor metano  $\text{CBrF}_3$ . El compuesto es usado como un refrigerante de temperatura baja y como un fluido criogenico, asi como agente extinguidor de fuego.

Bajo condiciones normales el Halon 1301 es incoloro, gas sin olor con una densidad cinco veces la del aire. Puede ser licuado bajo compresion para un mejor empaque y almacenamiento. A diferencia del dioxido de carbono, el Halon 1301 no puede ser solidificado a temperaturas sobre  $(-270^{\circ}\text{F})(-167.8^{\circ}\text{C})$ .

Las variaciones de la presion de vapor con la temperatura de Halon 1301 se muestran en el Vol. 12.A. Halogenated Extinguishing Agent Systems de la N.F.P.A. El flujo de nitrogeno presurizado de Halon 1301 ha sido demostrado como un fenomeno de dos fases, es decir el fluido en la tuberia consiste de una mezcla de liquido y vapor. Esto causa que la caida de presion no sea lineal con un porcentaje de aumento de la presion, siendo la linea de presion reducida por la friccion de la linea de tuberia.

Las perdida de friccion ocurren al momento en que el liquido Halon 1301 fluye a traves de la tuberia al orificio de descarga.

Las longitudes equivalentes a estos componentes deben ser obtenidas de las listas de aprobacion del laboratorio para los componentes individuales. Las longitudes

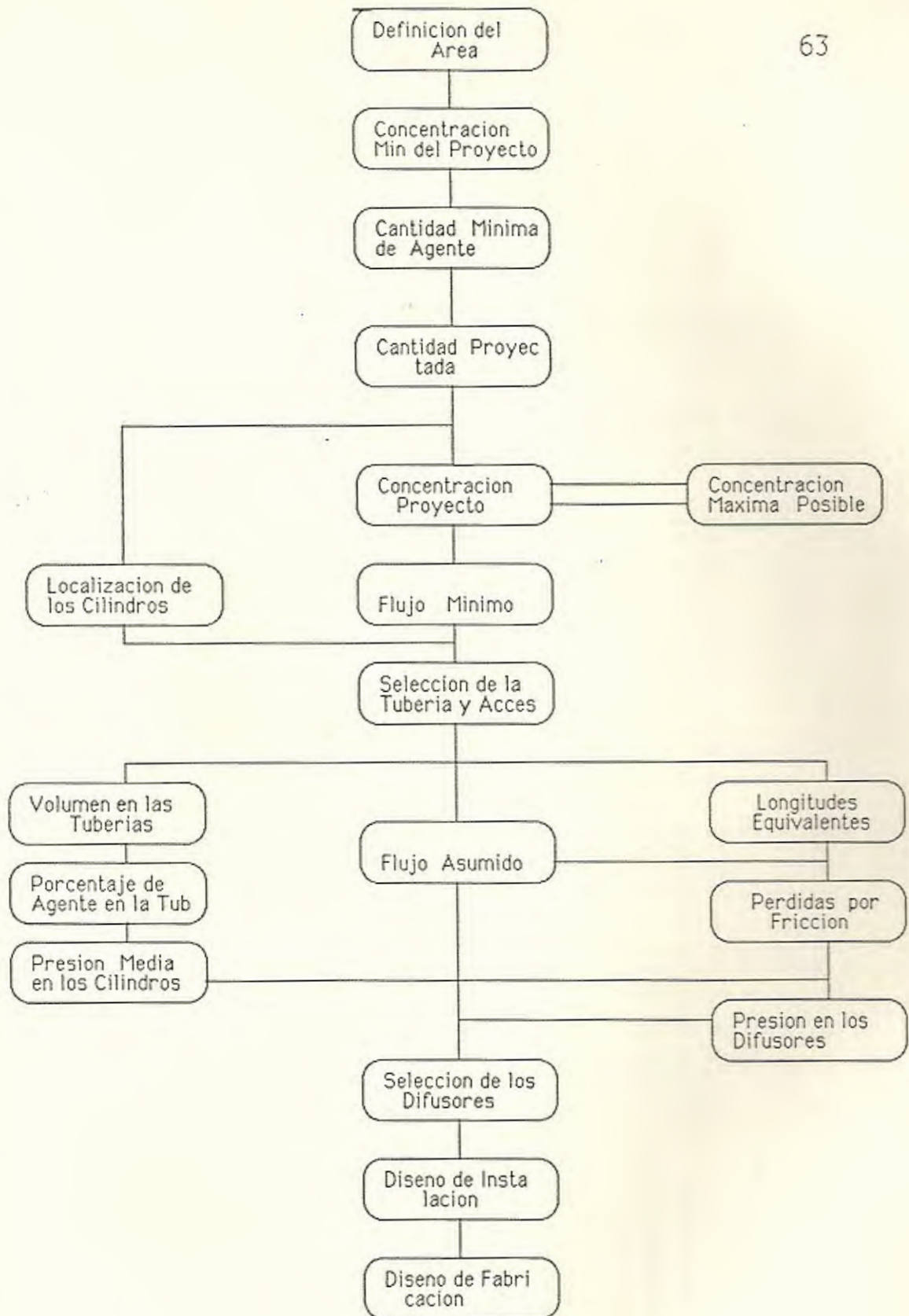
equivalentes de accesorios comunes tambien se encuentran en dicho volumen.

Los calculos de flujo estan basados en el promedio de las condiciones de presion que existen en el sistema, cuando la mitad del agente ha sido descargado de las boquillas.

La presion promedio en el recipiente o baterias de almacenamiento es determinado en base a la presion residual del mismo y el efecto de porcentaje del agente en la tuberia durante la descarga.

Para mayor objetividad he desarrollado un flujograma de calculo como guia para proyectos y ademas se pormenorizan los calculos en sus hojas respectivas; para nuestro caso: centro de computo y archivo general.

Ademas los detalles concernientes al diseno se muestran en los planos #PR9836/A1-F5-001-002-003-004.



FLUJOGRAMA PARA DESENVOLVIMIENTO DE UN PROYECTO

SISTEMA DE EXTINCION DE FUEGO POR HALON 1301

CENTRO DE COMPUTACION

LONGITUDES EQUIVALENTES (PIES) CONEXIONES & ACCESORIOS

Simbolo	Descripcion	Diametro Tuberia										
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2					
EE	Codo de 45	0.24	0.3	0.4	0.52	0.61	0.79					
E	Codo de 90	0.52	0.67	0.85	1.13	1.31	1.68					
T	Te directa	0.3	0.43	0.55	0.7	0.82	1.07					
TL	Te lateral	1.04	1.37	1.74	2.29	2.65	3.31					
U	Union o junta	0.12	0.15	0.18	0.24	0.27	0.37					
VR	Valvula Retencion	2.13	3.18	4.27	18.29	21.34	36.59					
VD	Valvula Direccional	3.35	5.18	7.01	10.05	10.34	23.17					
VC	Valvula Ret Colect						4.9					
-	Val Cil Sifon Flex	7.39					8.1					
VP	Vol en Tub dm3/m	0.196	0.345	0.559	0.967	1.31	2.17					
Vf	Vol Flex(mang)dm3						2					
			m2		m	m3	HALON	FLUJO	# Cil	DIFUSORES		
RAMAL	LOCAL		AREA		PE D.	VOLUM	Kg	Lb	Lb/s	Kg		
1	Procesam Datos	2.39 x	3.52 =	8.413	2.52	21.1	7	15.42	1.55			1 x 3/4
2	Secretaria	2.39 x	2.12 =	5.067	2.52	12.77	4.21	9.29	0.93			1 x 3/4
3	Jefe	2.39 x	3.44 =	8.222	2.52	20.72	6.84	15.07	1.51	1x42		1 x 3/4
4	Entrada/Salida	1.88 x	3.52 =	6.618	2.52	16.68	5.5	12.13	1.22			1 x 3/4
5	Computadora	1.88 x	5.97 =	11.22	2.52	53.21	17.56	38.71	3.88			2 x 3/4
		2.22 x	5.67 =	12.59	1.98							



## RESUMEN HALON 1301

## SECCIONES DE TUBERIA Y LONGITUDES EQUIVALENTES (CENTRO DE COMPUTO)

SECCION	Cilind - 1	SECCION	1-2	SECCION	2-3			
TU	2	20	TU	1 1/2	36.52	TU	3/4	5.25
			TL	2x11.2	120	TL	1x8.7	8.7
			VR	1x120	22.4	TL	1x4.5	4.5
			T	1x3.5	3.5			
			E	4x5.5	22			
	TOTAL	20		TOTAL	204.42		TOTAL	18.45
SECCION	2-4	SECCION	4-5	SECCION	4-6			
TU	1 1/4	0.92	TU	3/4	3.44	TU	1 1/4	8.79
T	1x2.7	2.7	TL	1x7.5	7.5	T	1x2.3	2.3
			TL	1x4.5	4.5			
	TOTAL	3.62		TOTAL	15.44		TOTAL	11.09
SECCION	6-7	SECCION	6-8	SECCION	8-9			
TU	3/4	5.25	TU	1 1/4	4.9	TU	3/4	3.94
TL	1.75	7.5	T	1x2.3	2.3	TL	1x7.5	7.5
TL	1.45	4.5				TL	1x4.5	4.5
	TOTAL	17.25		TOTAL	7.2		TOTAL	15.94
SECCION	8-10	SECCION	10-11	SECCION	10-12			
TU	1	0.82	TU	3/4	12.66	TU	3/4	9.12
T	1x2.3	2.3	TL	1x5.7	5.7	T	1x1.8	1.8
			TL	1x4.5	4.5	E	1x2.2	2.2
						TL	1x4.5	4.5
	TOTAL	3.12		TOTAL	22.86		TOTAL	17.62

HOJA DE CALCULO #1 SISTEMA HALON 1301

Centro Computo

SECCION DE TUBERIA	Dia Tub Pulg	FLUJO Lb/s	COMPLEMENTO DE TUBERIA X CU in/ft	Long Equivalente x Factor Perdida Carga = PERDIDA DE CARGA	PERDIDA TOTAL	DIFUSOR	
1	Cil-1	2	9.09	$120.0 \times 1 = 120$	$20.00 \times 0.05 = 1.00$	1	
2	1-2	1 1/2	9.09	$36.52 \times 24.4 = 892$	$204.42 \times 0.2 = 40.884 (41)$	42	
3	2-3	3/4	1.55	$5.25 \times 6.41 = 3.4$	$18.45 \times 0.2 = 3.690 (4)$	46	3
4	2-4	1 1/4	7.54	$0.92 \times 18 = 17$	$3.62 \times 0.32 = 1.1584 (2)$	44	
5	4-5	3/4	1.22	$3.44 \times 6.41 = 23$	$15.44 \times 0.108 = 1.6675 (2)$	46	5
6	4-6	1 1/4	6.32	$8.79 \times 18 = 159$	$11.09 \times 0.218 = 2.4176 (3)$	47	
7	6-7	3/4	0.93	$5.25 \times 6.41 = 34$	$17.25 \times 0.073 = 1.2592 (2)$	49	7
8	6-8	1 1/4	5.39	$4.9 \times 18 = 89$	$7.2 \times 0.15 = 1.0800 (2)$	49	
9	8-9	3/4	1.94	$3.94 \times 6.41 = 26$	$15.94 \times 0.333 = 5.3080 (6)$	55	9
10	8-10	1	3.45	$0.82 \times 10.4 = 9$	$3.12 \times 0.308 = 0.9609 (1)$	50	
11	10-11	3/4	1.94	$12.66 \times 6.41 = 82$	$22.86 \times 0.333 = 7.6123 (8)$	58	11
12	10-12	3/4	1.51	$9.12 \times 6.41 = 59$	$17.62 \times 0.200 = 3.5240 (4)$	54	12
13				1544			
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

HOJA DE CALCULO # 2 SISTEMA HALON 1301

CENTRO DE COMPUTO

$$Vu = \{3469 / (1544 + 3469) \times 161 + 199\} = 311$$

DIFUSOR	3	4	7	9	11	12
PRESION RESTANTE DE TRABAJO	311	311	311	311	311	311
MENOS PERDIDA DE CARGA EN TUBERIA	46	46	49	55	58	54
SUBTOTAL	265	265	262	256	253	257
CORRECCION PARA ELEVACIONES + 0.68 ft	7	7	7	7	7	7
PRESION TOTAL EN DIF.	252	252	255	249	248	250
DESCARGA ESPECIFICA	16.1	16.1	16.5	15.7	15.5	15.8
FACTOR DE CORRECCION	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
FLUJO ESPECIFICO	16.5	16.5	17	16.1	15.9	16.2
FLUJO EN DIFUSOR	1.55	1.22	0.93	1.94	1.94	1.51
DIAMETRO DE TUBERIA	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
CODIGO DE AGUJEROS	406	375	375	468	468	406
TIPO DE DIFUSOR (BL / UL)	BL	BL	BL	BL	BL	BL

SISTEMA DE EXTINCION DE FUEGO POR HALON 1301

ARCHIVO GENERAL

LONGITUDES EQUIVALENTES (PIES) CONEXIONES & ACCESORIOS

Simbolo	Descripcion	Diametro Tuberia					
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
EE	Codo de 45	0.24	0.3	0.4	0.52	0.61	0.79
E	Codo de 90	0.52	0.67	0.85	1.13	1.31	1.68
T	Te directa	0.3	0.43	0.55	0.7	0.82	1.07
TL	Te lateral	1.04	1.37	1.74	2.29	2.65	3.31
U	Union o junta	0.12	0.15	0.18	0.24	0.27	0.37
VR	Valvula Retencion	2.13	3.18	4.27	18.29	21.34	36.59
VD	Valvula Direccional	3.35	5.18	7.01	10.05	10.34	23.17
VC	Valvula Ret Colect						4.9
-	Val Cil Sifon Flex	7.39					8.1
VP	Vol en Tub dm3/m	0.196	0.345	0.559	0.967	1.31	2.17
Vf	Vol Flex(mang)dm3						2

RAMAL	LOCAL	m2		m	m3	HALON		FLUJO		# Cil	DIFUSORES
		AREA	PE			D.	VOLUM	Kg	Lb		
1	Caja Fuerte	2.21 x 3.71 =	8.199	1.93	15.82	5.22	11.51	1.15	1x38	1 x 3/4	
2	General Ofic	1.53 x 2.51 =	3.84	1.93	94.81	31.29	68.97	6.9		3 x 3/4	
		1.64 x 2.51 =	4.116	2.55							
		4.20 x 7.18 =	30.16	2.55							

## RESUMEN HALON 1301

SECCIONES DE TUBERIA Y LONGITUDES EQUIVALENTES

(ARCHIVO GENERAL)

SECCION	Cilind - 1	SECCION	1-2	SECCION	2-3
TU 2	20	TU 1 1/2	29.38	TU 1	6.72
		TL 2x11.2	22.4	TL 1x8.7	8.7
		VR 1x120	120		
		T 1x3.5	3.5		
		E 3x5.5	16.5		
TOTAL	20	TOTAL	191.78	TOTAL	15.42
SECCION	3-4	SECCION	3-5	SECCION	2-6
TU 3/4	6.56	TU 3/4	6.88	TU 1	8.2
TL 1x5.7	5.7	TL 1x5.7	5.7	TL 1x8.7	8.7
TL 1x4.5	4.5	TL 1x4.5	4.5		
TOTAL	16.76	TOTAL	17.08	TOTAL	16.9
SECCION	6-7	SECCION	6-8	SECCION	
TU 3/4	6.56	TU 3/4	8.85		
TL 1x5.7	5.7	TL 1x5.7	5.7		
TL 1x4.5	4.5	TL 1x4.5	4.5		
TOTAL	16.76	TOTAL	19.05	TOTAL	
SECCION		SECCION		SECCION	
TOTAL		TOTAL		TOTAL	

HOJA DE CALCULO #1 SISTEMA HALON 1301

ARCHIVO GRAL

SECCION DE TUBERIA	Dia Tub Pulg	FLUJO Lb/s	COMPLEMENTO DE TUBERIA X CU in/ft	Long Equivalente x Factor Perdida Carga = PERDIDA DE CARGA	PERDIDA TOTAL	DIFUSOR	
1	Cil-1	2	8.05	120.0 x 1 = 120	20.00 x 0.038 = 0.76 (1.0)	1	
2	1-2	1 1/2	8.05	29.38 x 24.4 = 717	191.78 x 0.148 = 28.38 (29.0)	30	
3	2-3	1	4.6	6.72 x 10.4 = 70	15.42 x 0.54 = 8.33 (9.0)	39	
4	3-4	3/4	2.3	6.56 x 6.41 = 43	16.76 x 0.50 = 8.38 (9.0)	48	4
5	3-5	3/4	2.3	6.88 x 6.41 = 45	17.08 x 0.50 = 8.54 (9.0)	48	5
6	2-6	1	3.45	8.20 x 10.4 = 86	16.90 x 0.275 = 4.65 (5.0)	35	
7	6-7	3/4	2.3	6.56 x 6.41 = 43	16.76 x 0.50 = 8.38 (9.0)	44	7
8	6-8	3/4	1.15	8.85 x 6.41 = 57	19.05 x 0.108 = 2.06 (3.0)	38	8
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

## HOJA DE CALCULO # 2 SISTEMA HALON 1301

$$Vu = \{ 3662 / (1181 + 3662) \times 161 + 199 \} = 321$$

DIFUSOR	4	5	7	8
PRESION RESTANTE DE TRABAJO	321	321	321	321
MENOS PERDIDA DE CARGA EN TUBERIA	48	48	44	38
SUBTOTAL	273	273	277	283
CORRECCION PARA ELEVACIONES + 0.68 ft	7	7	7	5
PRESION TOTAL EN DIF.	266	266	270	278
DESCARGA ESPECIFICA	17.9	17.9	18.4	19.4
FACTOR DE CORRECCION	1.08	1.08	1.08	1.08
FLUJO ESPECIFICO	19.33	19.33	19.87	20.95
FLUJO EN DIFUSOR	2.3	2.3	2.3	1.15
DIAMETRO DE TUBERIA	3/4	3/4	3/4	3/4
CODIGO DE AGUJEROS	437	437	437	375
TIPO DE DIFUSOR (BL / UL)	BL	BL	BL	BL

**CAPITULO IV**  
**MONTAJE DEL SISTEMA**

**4.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.-**

Teniendo en consideracion que la magnitud del proyecto es bastante extensa, hemos preferido dividir el mismo en dos fases: a) Construccion del reservorio de agua, e intercomunicacion con la casa de bombas, montaje de la nueva bomba y prueba final de la primera fase, esto obedece a que no podemos dejar por un periodo muy alto sin el minimo sistema de proteccion a la compania; b) Montaje general de los circuitos de distribucion del sistema de rociadores con agua ( 4), sistema de CO2, sistema Halon, alargamiento del anillo (Loop), instalacion de hidrante No. 2( siamesa) y alineamiento y anclaje de perchas para finalmente dejar las pruebas correspondiente a la fase dos.

Para la elaboracion del cronograma de actividades he preferido sintetizar tan solo las mas sobresalientes para no alargar este trabajo asi:

**Fase A**

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1. Instalacion de obra        | 5. Construccion tanque metalico                |
| 2. Pilotaje                   | 6. Montaje del sistema de agua de alimentacion |
| 3. Excavacion y desalojo      | 7. Intercomunicacion con la casa de bombas     |
| 4. Losa y muro de cimentacion | 8. Montaje de la nueva bomba                   |
|                               | 9. Prueba final                                |



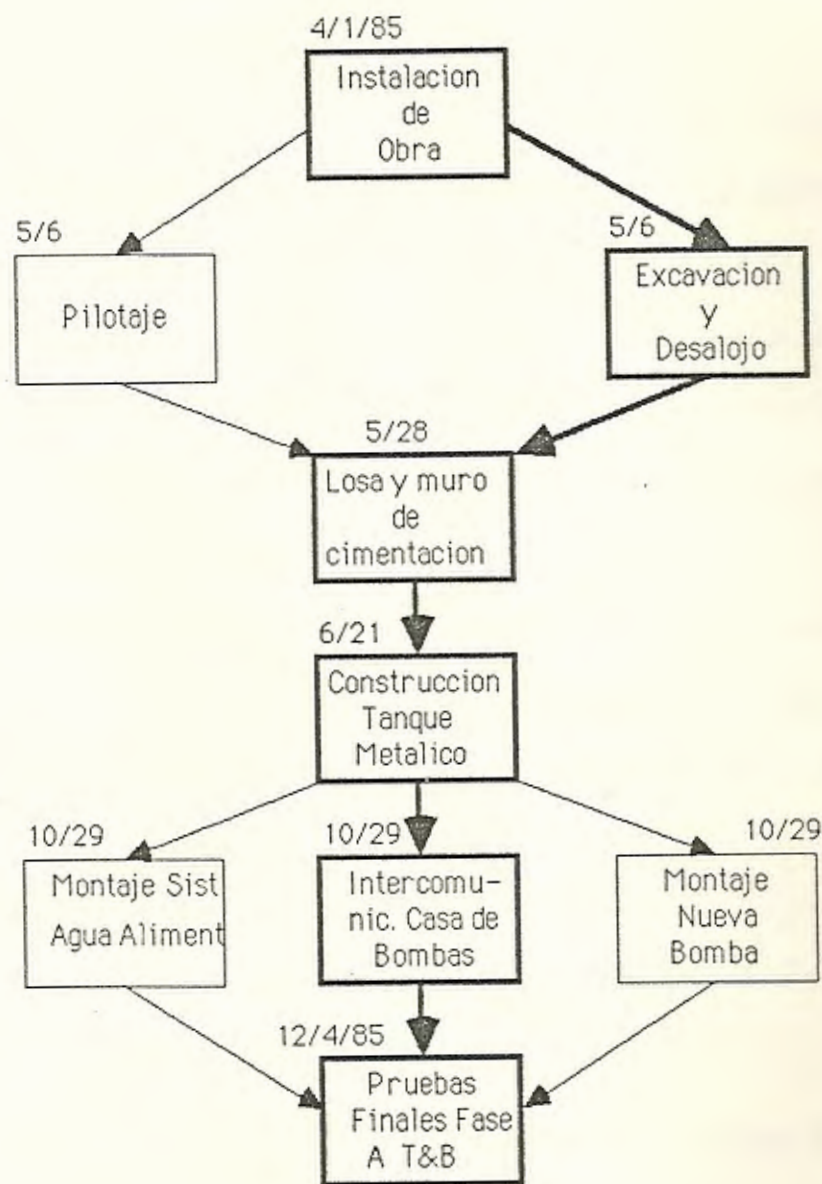


Fig 4.1.a.- Pert de Instalacion Fase A

### Fase B

1. Construccion de casetas y andamios
2. Construccion de soportes y determinacion de su instalacion ( 1era parte)
3. Instalacion de hidrante No. 2 "Toma adicional para Cuerpo de Bomberos (siamesa).
4. Anclaje de perchas metalicoas y alineamiento
5. Montaje del circuito de valvula de alarma No. 4 (Bodega nivel de cubierta)
- 6.. Construccion de soportes y determinacion de su instalacion ( 2nda parte)
7. Montaje del circuito de valvula de alarma No. 3 (bodega nivel de "entre perchas")  
(in racks).
8. Montaje del circuito de valvula de alarma No. 1 (Area de fabricacion, bodega de mantenimiento, cafeteria, area farmaceutica, transformador, generador y talco)
9. Montaje del circuito de valvula de alarma No. 2 (oficinas, planta alta y planta baja)
10. Instalacion electrica.
11. Montaje del sistema de CO2
12. Montaje de deteccion automatica
13. Pruebas parciales de todos los sistemas y su intercomunicacion en la central de senalizacion (Paneles)
14. Prueba final

Considero conveniente citar los costos de este proyecto ya que son vitales para la toma de decisiones en cuanto al financiamiento, importacion y montaje del mismo. Antes de proseguir con este analisis quiero dejar sentado que de los 252 items necesarios en el

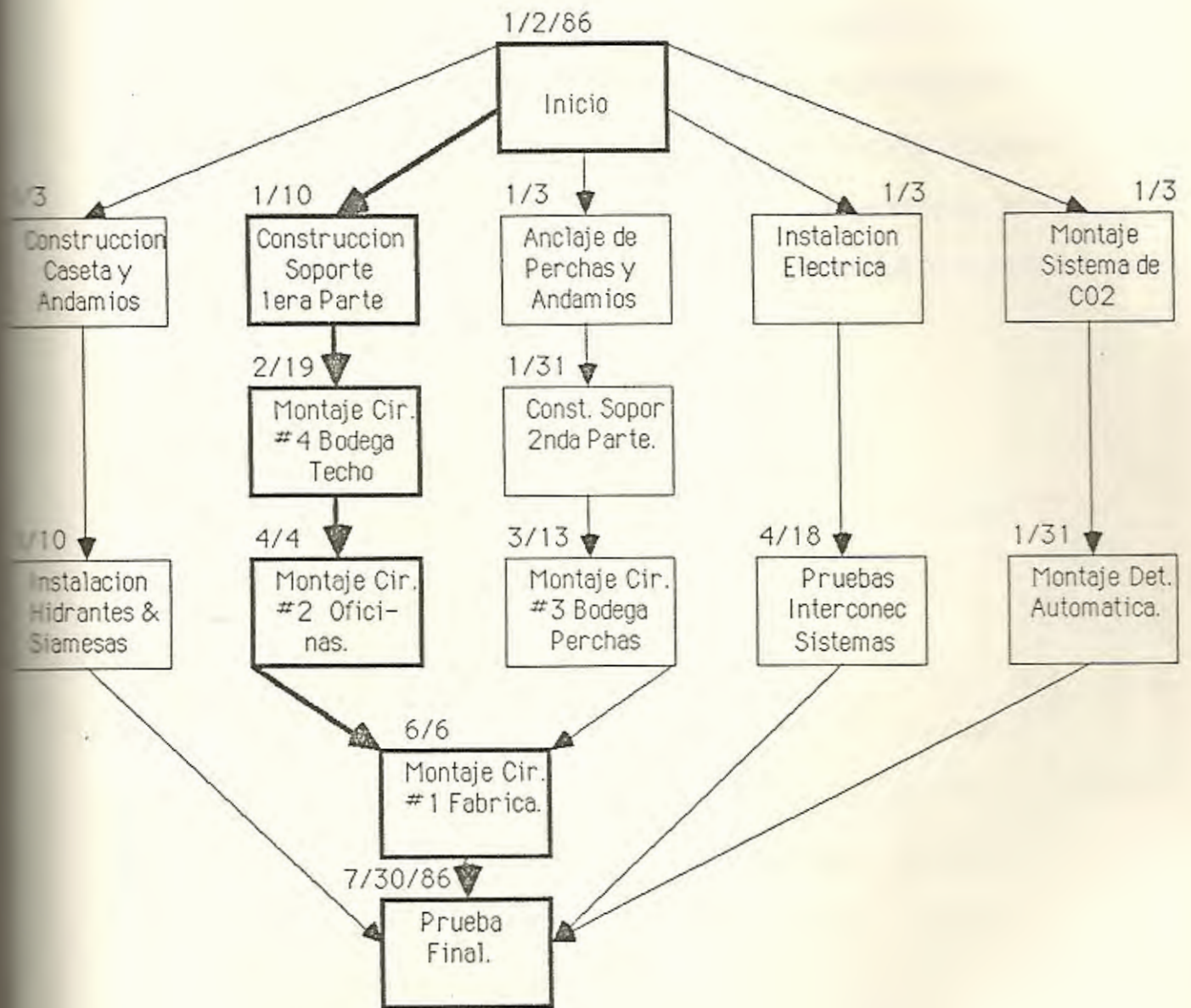


Fig 4.1.b.- Pert de Instalacion Fase B

proyecto, en el mercado local tan solo poseemos un 36% como máximo; adicionando a esto que los costos son altamente exagerados comparados con los de importación. Para tener una idea de lo afirmado anteriormente ver cuadro comparativo 4.1, el mismo que es elocuente de la cantidad de dinero que se ahorraría al importar el material para la ejecución de este proyecto. Quiero enfatizar también que de la totalidad de ítems, las mismas firmas que cotización tubería y las firmas que venden equipo de seguridad están en un proceso incipiente de formación e información sobre dicho proyecto.

#### Cuadro 4.1

#### Comparación de costos (Suces)

El tipo de cambio en la fecha cotizada es de US\$ = 96.1 suces

DESCRIPCION	CIA #1	CIA #2	CIA#3	EXTERIOR
Tubo Acero carbono, c/costura ASTM-A120				
SCH 40, Negro				
0 1"	680.729	451.360	527.310	207.799
0 1 1/4"	641.376	334.520	508.419	197.856
0 1 1/2"	880.178	594.210	674.250	270.605
0 2"	616.584	416.760	487.140	190.740

El Costo Total del Sistema está dado por la sumatoria de los siguientes costos:

- Costo importación de materiales y equipos	12'631.560.00
- Costo de la Fase A (montaje y construcción)	9'107.709.40
- Costo de la Fase B (montaje mecánico y eléctrico)	<u>3'789.000.00</u>
- Total	25'528.269.40

- Verificar los caudales de cada pico con las tablas 16.2.B de la Sec.16 Cap. 2 del Manual de Protección contra Incendios de la N.F.P.A. y comparar los totales de caudal de presión con las curvas de descarga; simultáneamente se verificará la interligación de toda la señalización del panel eléctrico con lo anteriormente acontecido.

- Operación del sistema fijo de CO<sub>2</sub>.- La operación del sistema de CO<sub>2</sub> puede ser hecha automáticamente, manual-eléctricamente y manualmente.

La operación automática ocurrirá cuando el panel central de señalización y comando reciba una señal eléctrica proveniente del sistema de detección, el lo retransmite a la cabeza de comando eléctrica instalada en las válvulas de los cilindros de accionamiento abriéndolas, el CO<sub>2</sub> pasará entonces para los sitios prefijados.

La operación manual-eléctrica es hecha a través de un accionador manual tipo "Rompa el vidrio" instalado adyacente a los sitios a proteger. El accionamiento del botón provocará el disparo de las cabezas de comando eléctrica de los cilindros de accionamiento de CO<sub>2</sub> disparando el sistema.

En el caso de que falte la energía eléctrica, el sistema solamente podrá ser accionado manualmente en la batería de cilindros. Para esto basta retirar la chaveta de seguridad de las cabezas de comando eléctrico de los cilindros de accionamiento y girar las palancas, esto descargará el CO<sub>2</sub>.

Es preciso notar que por medio de una llave eléctrica instalada en la central de CO<sub>2</sub> se puede hacer la conmutación entre la batería principal y la de reserva; de

ser activada.

Para las pruebas del sistema fijo de CO<sub>2</sub> es preciso hacer una verificación general como la que se detalla:

- Observación total del sistema
- Verificar si el conmutador a presión desconecta los equipos eléctricos convenientes.
- Verificar si la canería está bien fijada y si hay señales de corrosión.
- Verificar si los rociadores de CO<sub>2</sub> están en la posición correcta, si la
- Verificar si las cabezas de comando eléctrico están indicando la posición "Armada".
- Verificar si los cilindros de CO<sub>2</sub> están bien fijos y si hay señales de corrosión. Los cilindros deben ser pesados. Los que tengan de 10% abajo de lo normal deben ser recargados.

Retirando todas las cabezas de comando eléctrico instaladas en los cilindros de CO<sub>2</sub>, procederemos a una prueba simulada de accionamiento, ya que debido al costo del agente extintor es preferible realizarlo cada diez años así:

- Caliente los detectores térmicos instalados, deberá sonar las alarmas y disparar las cabezas de comando eléctrico.
- Retirar el vidrio del accionador manual-eléctrico y presione el botón. Deberá sonar la alarma y disparar las cabezas de comando eléctrico. Es lógico suponer que el CO<sub>2</sub> no será accionado porque las cabezas de comando eléctrico de

los cilindros estan desconectadas.

Es conveniente citar la prueba hidrostática que se le hará a toda la instalación siguiendo los siguientes pasos:

- Retire las conexiones flexibles
- Retire los rociadores de CO<sub>2</sub>. Colocando un tapon en cada salida de los mismos, y a su vez otros en los tubos colectores.
- Usando aire comprimido aplique una presión de 7 kgf sobre cm en la tubería. Verifique que no haya escapes excesivos.
- Usando CO<sub>2</sub>, nitrógeno, o aire comprimido aplique una presión de 42 kgf de cm. en la canería, entre los cilindros y los rociadores de CO<sub>2</sub>. La presión no debe caer mas de 10.5 kgf de cm. en dos minutos.

Luego de esta prueba se puede hacer una prueba de disparo rearmando el sistema en sus condiciones normales de operación y usando cualquier agente barato como aire comprimido que tan solo servirá para validar la eficiencia del sistema.

Como es preciso renovar la carga de CO<sub>2</sub> cada diez años, durante este tiempo se aprovechará para hacer las pruebas respectivas del sistema.

- Operación del sistema fijo de Halon.- Tanto la operación como las pruebas del sistema de Halon 1301 son similares a las de CO<sub>2</sub> lo unico que es preciso notar que como la N.F.P.A. no define las presiones de prueba para tubería (prueba hidrostática) de Halon se recomienda una presión de 25 kgf sobre cm por un

minuto, en la tubería colocada entre los cilindros y difusores, y a su vez nos permitimos recomendar a la gente freon 12 por ser el más barato en el medio para la prueba hidrostática o de disparo, no sin antes permitir el uso de aire comprimido por ser relativamente el más económico e ideal.

A continuación se detalla los resultados de dichas pruebas así como también los resultados de la prueba de inspección por la compañía aseguradora lo cual es un formato internacional para propósitos de seguros contractuales.



PRUEBAS OPERACIONALES  
SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS

1. Tiempo de actuacion del motor de alarma hidraulico despues de la abertura de la valvula de prueba O 1".

Valvula de Comando No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo en segundos	3	2	1	1				

2. Actuacion en el panel de senalizacion y alarma del presostato de la linea del motor de alarma.

Valvula de Comando No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Senalizacion en el panel	(Si)	(Si)	(Si)	(Si)				

3. Abrir la valvula angular de drenaje de cada valvula de comando y alarma y anotar.

3.1. Tiempo de actuacion del motor de alarma hidraulico.

Valvula de Comando No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo en segundos	1	1	1	1				

3.2. Presion del agua registrada en los manometros de la valvula de comando.

Valvula de Comando No.	1	2	3	4	5	6
Manometro inferior en PSI	115	112	110	110		
Manometro superior	122	118	120	120		

Fecha : 24/10/86

Inspector: J. Romero

PRUEBAS OPERACIONALES

HIDRANTE NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Presion en el pico de chorro solido en PSI					58					
					446					
Caudal en GPM					520					
Alcance horizontal del chorro en pies					100					
Presion en pico de chorro regulable					60					
Caudal en GPM					466,6					
Alcance horizontal del chorro en pies					90					
Caudal total del hidrante en GPM					912,6					

UNIDADES:

PSI - Libras por pulgada cuadrada

Inspector: J. Romero

GPM - Galones americanos por minuto

Fecha: 4/11/86

PRUEBAS OPERACIONALES

CASA DE BOMBAS

1. Presiones de operacion de la bomba de presurizacion - Jockey Pump

Presion de operacion de la bomba Jockey                      100 PSI  
Presion con que se apaga la bomba Jockey                      120 PSI

2. Presion de operacion del conjunto moto-bomba Diesel

Presion de operacion del conjunto moto-bomba                      80 PSI

3. Prueba de caudal y presion de la moto-bomba Diesel en el cabezal de prueba.

Presion en el pico de cada valvula medida en el aparato Pitot en PSI.

Caudal en GPM	Valvula No. 1	Valvula No. 2	Valvula No. 3	Valvula No. 4	Valvula No. 5	Valvula No. 6
Caudal total de la bomba	720	720	720	= 2160	GPM	TOTAL
Presion de descarga	62	62	62			

4. Prueba de senalizacion del sistema de sprinkler en la Casa de Bombas

La llave indicadora de flujo funciona ?    SI    NO

El panel de senalizacion hizo funcionar  
La alarma audio-visual ?                      SI    NO

Inspector: J.Romero  
Fecha:        6/11/86

HOJA DE PRUEBA ANUAL DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO

FABRICANTE: Allis Chalmers Modelo: K51F-8000 Serie No. 841-5158701-1  
 Capacidad: 1,500 gpm Cabezal: 78 psi Velocidad: 1780 rpm  
 Presion Neta cierre: 94 psi Presion Neta @150% de cap: 51 psi  
 Potencia al freno: 90  
Horizontal, Vertical, turbina \_\_\_\_\_ etapas, Diametro de Impeler 14.4 pulg  
 OPERACION DE BOMBA: Manual Automatica Arranca: 60 psi Para: Manual psi  
 ACCIONADA POR: Motor Electrico, turbina a vapor, gasolina, Motor Diesel  
 SUCCION DESDE: Tanque Metalico Elevado Capacidad: 200,000 galones  
 Elevacion \_\_\_\_\_ pies  
 Cabezal 33 pies  
 BOMBA DE PRESURIZACION: Fab. Allis Chalmers Tipo: Jockey Cap.: 12.5gpm  
 Cabezal: 120 psi Arranca: 110 psi Para: 120 psi  
Centrifuga o de desplazamiento positivo  
 Valvula de seguridad calibrada a: 130 psi  
 COMENTARIOS ESPECIALES: \_\_\_\_\_

NUMERO Y TAMANO DE CHORROS	PRESIONES							
	BOMBA			DESC	SUCC	NETA	R.P.M.	VOLT/AMP
ANO	Pies de Man	LOCAL	PITOT	G.P.M.	PSI	PSI	PSI	1900
86		Cabell	0	0	140	15	125	1900
	1-1 3/4-50'	Prueb	80	795	120	15	105	1900
	2-1 3/4-50'		66 x 2	1440	200	12	88	1900
	3-1 3/4-50'		62/63/64	2120	200	12	88	1900
				0			110	1780
				745			92	1780
				1349			77	1780
				1986			77	1780
88	1-1 3/4-50'			0	122	15	107	1901
	2-1 3/4-50'		57	686	116	15	101	1793
	3-1 3/4-50'		49/49	1242	102	10	92	1829
			42/39/39	1682	84	7	77	1837

FIG. 4.2.1. Formato Internacional exigido por Compañias Aseguradoras

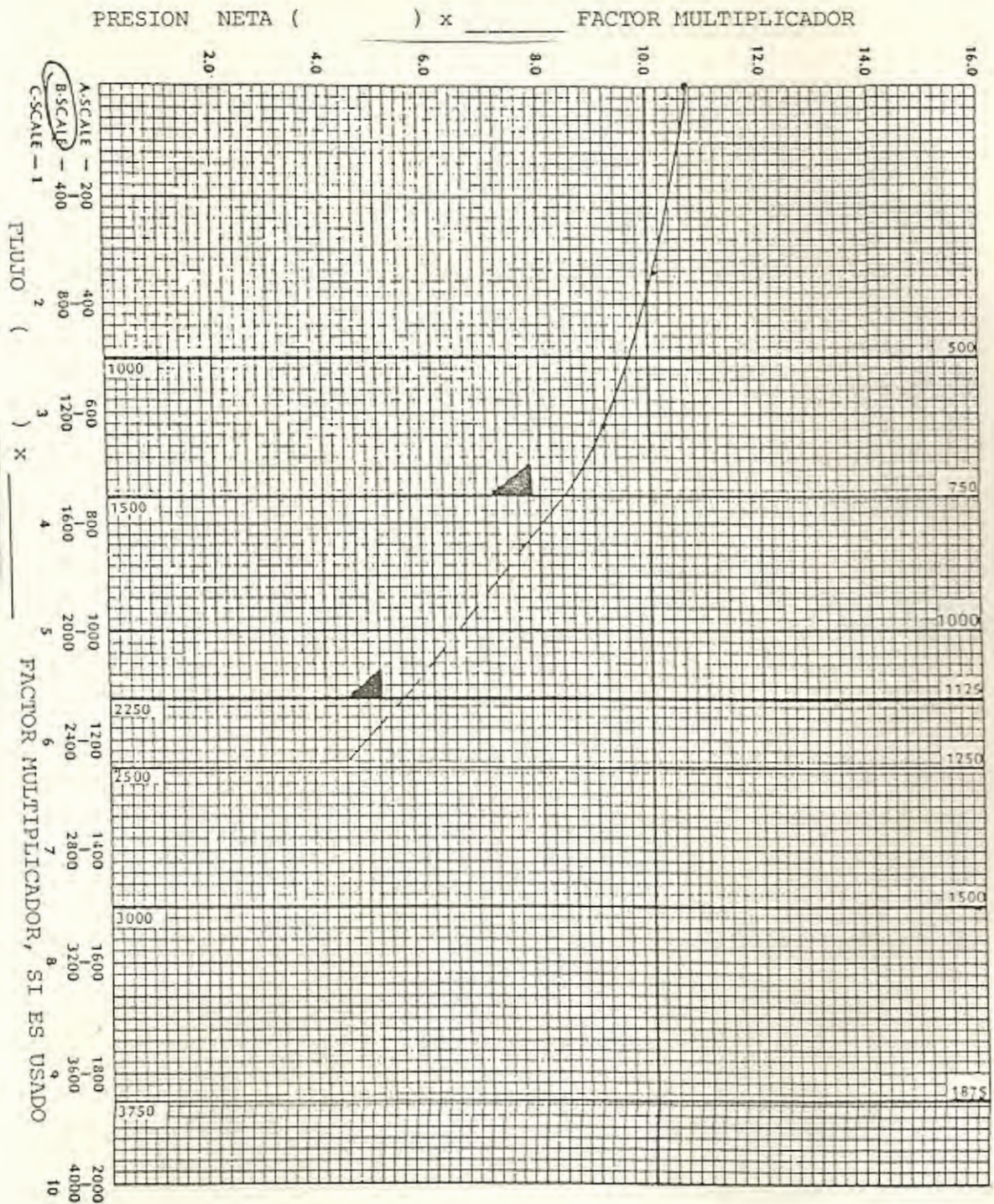


Fig 4.2.2 Curva de Bomba segun pruebas en sitio.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ingeniería aplicada a la protección contra incendios es un asunto complejo. Empezando por la ubicación de las edificaciones, pasando por las necesidades de suministros de agua apropiados y equipos adecuados para la extinción, hasta el diseño, construcción y características internas del edificio en sí. Cada día esta complejidad va en aumento a medida que las edificaciones y plantas son más grandes y sus contenidos valiosos.

Aunque las consideraciones básicas perseguidas son las mismas, esto es, que la vida, la propiedad, y la operación sean conservadas, dada su complejidad no hay una solución simple para ello. Es así como las alarmas ponen en alerta, pero no combaten el fuego; el Cuerpo de Bomberos hace el trabajo lo mejor posible, pero el 83% de los incendios ocurren en horas no hábiles y el comportamiento humano es impredecible. Se han inventado materiales resistentes al fuego, pero no obstante, lo que guardan las especificaciones así construidas, si se consume. Los seguros pueden compensar las pérdidas directas, pero no pueden garantizar la operación continua y las pérdidas de vida.

Solamente un tipo de protección cumple en la mejor forma con las necesidades básicas y este es el sistema automático de rociadores.

De acuerdo a la National Fire Protection Association "Los rociadores automáticos son el medio más efectivo para controlar incendios en las edificaciones". Este concepto emitido por una de las organizaciones de más prestigio en el campo de la protección contra incen-

dios, tiene su explicacion si se contempla la cobertura tan amplia dada por los rociadores automaticos.

Esta combinacion del mejor agente extintor (el agua) con el mejor sistema de distribucion y accion disponible, es el motivo por el cual los sistemas automaticos por rociadores de proteccion deben ser tenidos en cuenta, planeados y disenados desde el principio, con referencia especifica, a las necesidades totales de proteccion, diseno de los edificios y su construccion, y las caracteristicas del contenido. Planteados de esta manera, constituyen el elemento mas importante en la proteccion moderna contra incendios.

En lo que concierne a los sistemas de Halon 1301 y CO<sub>2</sub>, creemos que los analisis comparativos que se han hecho de ambos son lo suficientemente contundentes y explicitos como para garantizar su particular aplicacion en los vastos campos de la ingenieria.

De su alta efectividad, no nos cabe ni la mas minima duda; por el contrario nos permitimos recomendar la aplicacion de los tres sistemas de proteccion automatica contra incendio a cualquier particularidad de riesgo que presente cualquier compania, asi como a centros de concentraciones masivas de personas.

Consideramos que la mayoria de conceptos aqui vertidos son comunes en un porcentaje alto a nivel industrial y domestico; y prestaria gran ayuda para proyectar futuras

instalaciones protegidas.

Tambien es preciso dejar sentado como precedente que es hora ya de encaminarnos a erigir una politica seria en lo que respecta a protecciones contra incendios y a persuadir con base tecnica a las autoridades competentes para establecer una normalizacion adecuada en este campo ya que la ingenieria estamos en capacidad de desarrollarla y aplicarla como lo demuestra este trabajo.

Como recomendaciones especificas cabe citar que seria conveniente cerrar el circuito hidraulico total hasta constituir un loop para compensar perdidas de presion por longitud de tuberia y a su vez facilitar el mantenimiento del sistema por cualquier rotura o dano que existiese en cualquier punto de la tuberia subterranea. A su vez se hace necesario dejar el agua natural como fuente alterna para cualquier emergencia.



## APENDICE A

### a. CLASIFICACION DE LAS OCUPACIONES

Para los propósitos de esta norma, esta clasificación se aplica solamente para la instalación de rociadores y su suministro de agua. No están destinadas a ser una clasificación general de los riesgos de ocupación.

#### a.1. OCUPACIONES DE RIESGO LEVE

RIESGO LEVE. Son las ocupaciones o partes de otras en las que la cantidad y/o la combustibilidad de los materiales contenidos son bajas y se esperan fuegos con tasas de liberación de calor relativamente bajas.

#### a.2. OCUPACIONES DE RIESGO MODERADO

RIESGO MODERADO. (Grupo 1). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, el almacenamiento de arrumes de los materiales combustibles no excede de 8 pies (2.4m) de altura y donde se esperan fuegos con tasas moderadas de liberación de calor.

RIESGO MODERADO. (Grupo 2). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y la combustibilidad de los materiales contenidos son moderadas, el almacenamiento en arrumes no excede 12 pies (3.7m) y donde se esperan fuegos con tasas moderadas de liberación de calor.

RIESGO MODERADO. (Grupo 3). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o la combustibilidad de los materiales contenidos es alta, y donde se esperan fuegos con tasas altas de liberación de calor.

### a.3. OCUPACIONES DE RIESGO ALTO

Ocupaciones de riesgo alto o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y la combustibilidad de los materiales contenidos son muy altos, y donde líquidos inflamables, polvos, hilaza u otros materiales están presentes, introduciendo la posibilidad de incendios de rápido desarrollo con altas tasas de liberación de calor.

OCUPACIONES DE RIESGO ALTO. Envuelven un rango amplio de variables que pueden producir fuegos severos. Las siguientes consideraciones deben ser usadas para evaluar la severidad de las ocupaciones de riesgo alto:

Riesgo alto (Grupo 1) incluye las ocupaciones descritas en a.3. donde poco o ningún líquido inflamable o combustible está presente.

Riesgo alto (Grupo 2) incluye las ocupaciones descritas en a.3. donde están presentes cantidades moderadas o sustanciales de líquidos inflamables o combustibles o cuando existe un extenso resguardo del combustible.

## INDICE DE PLANOS

Plan Principal	PR-11691/A1-F6-00
Primer Piso - Oficinas y Cafeteria	PR-11691/FP-F6-01
Fabricacion, Paso cubierto y oficinas del segundo piso	PR-11691/FP-F6-02
Primer Piso - Area farmaceutica y oficinas del segundo piso.	PR-11691/FP-F6-03
Fabricacion, paso cubierto y oficinas - secciones	PR-11691/FP-F6-04
Instalacion en el techo de la bodega	PR-11691/FP-F6-05
Instalacion entre perchas ( in racks) en la bodega	PR-11691/FP-F6-06
Ubicacion y detalles de la tuberia subterranea	PR-11691/FP-F6-S0-07
Detalles tipicos del sistema de proteccion contra incendios.	PR-11691/A1-F6-10
Detalles de los soportes del sistema de proteccion contra incendios.	PR-11691/A1-F6-11
Isometrico de tuberia - primer piso, oficinas y cafeteria.	PR-11691/A1-F6-12
Isometrico de tuberia - manufacturacion, pasaje cubierto y oficinas del area del segundo piso.	PR-11691/A0-F6-13
Isometrico de tuberia - primer piso - area farmaceutica y oficinas del segundo piso.	PR-11691/A1-F6-14
Isometrico de tuberia - instalacion en el techo de la bodega.	PR-11691/A1-F6-15
Isometrico de tuberia - instalacion entre perchas ( in rack) en la bodega	PR-11691/A1-F6-16
Detalles de construccion de tuberias subterranas para el sistema de proteccion contra incendios	PR-11691/A2-F6-18
Pilotaje	PR-1405/A0

## BIBLIOGRAFIA

1. BARKER R.K. y SPRADO C.G.: "Carbon Dioxide System Design Analysis by Computer" Fire Technology, NFPA.
2. BRENNEMAN, JAMES J. y CHARNEY MARGIN: "Testing a Total Flooding Halon 1301 System in a Computer Installation" Fire Journal, Vol 68.
3. COUSINS, E.W.: "Carbon Dioxide Extinguishment Tests"
4. CRANE. "Flow of fluids through valves, fittings and pipe"
5. CURRY, THOMAS H.: "Halon 1301 Protects Racing Cars" Fire Journal Vol. 67.
6. DOWLING, JOHN. H. y FORD C.B.: "Halon 1301 Total Flooding System for Winterthur Museum" Fire Journal, Vol. 63.
7. ECHTERNACHT, JOHN E.: "Halon Extinguishing Systems Design Criteria", Fire Journal, Vol. 65.
8. Factory Manual Approval Guide, Factory Mutual Engineering Corporation, Norwood, Mass.
9. Factory Mutual Approval Guide, Factory Mutual Engineering Corporation, Norwood, Mass.
10. Factory Mutual Engineering Corporation, "Handbook of Industrial loss prevention".
11. Fire protection equipment list, Underwriters Laboratories, Inc. Chicago.
12. FOX & MCDONALD. "Introduction to Mechanical of fluids".
13. HAMMACK, JAMES M.: "More about Halon 1301," Fire Journal, vol 66. num 4. julio 1972.
14. JENSEN, R.H. y BELIMAN, R.E.: "Testing Carbon Dioxide Equipment NFPA Quarterly Vol. 55.
15. JENSEN, ROLTX: "Halogenated Extinguishing Agent Systems" Fire Journal, Vol. 66.
16. MATAIX, CLAUDIO: "Mecanica de los fluidos y maquinas hidraulicas"

17. "National Fire Protection Association" Handbook of Fire Protection"
18. NEYES, ENRICO TRINDADE.; "Curso de Hidraulica"
19. "New protection for Electronic Equipment" Fire Technology, NFPA. Vol. 2. Num 4.
20. NFPA, num. 12. "Standard for Carbon Dioxide Extinguishing Systems".
21. NFPA, num 12A. "Standard for Halogenated Extinguishing Agent Systems" Halon 1301, 1980 NFPA., Boston.
22. NFPA, num 13. "Standard for the Installation of Sprinkler System".
23. NFPA, num 14. "Standard for Standpipe and Hose Systems"
24. NOLAN. J.W.: "How to approach standpipe design" Vol. 24.
25. "Standard for the installation of sprinkler systems NFPA 13-1980.
26. STEINBERG, MARSHALL.: "Toxic Hazards from Extinguishing Agents" National Academy of Science, Washington, D.C.
27. STRASIAK, RAYMOND R.: "The Development History of Bromochloromethane (CB)" WADC Technical Report 53-279, Wright Air Development Center, Ohio.
28. STREETER, VICTOR L., : "Mecanica de los fluidos".
29. "Spraying Systems Catalogue #24" Spraying Systems Co.
30. "The Carbon Dioxide Flows in Pipes and Nozzles" NFPA Quarterly. Vol. 53.
31. "The Halogenated Extinguishing Agents" NFPA Quarterly Vol. 48.
32. WHARRY, DAVID y HIRST, RONALD: "Fire Technology: Chemistry and Combustion" Institution of Fire Engineers, Leicester, Inglaterra.
33. WICKHA, ROBERT T.: "Engineering and Economic Aspects of Halon Extinguishing Equipments" An appraisal of Halogenated Fire Extinguishing Agents, National Academy of Sciences, Washington D.C.
34. WILLIAMSON, H.V.: "Halon 1301-Minimum Concentration for Extinguishing Deep-Seated Fires" Fire Technology Vol.8.
35. WILLIAMSON, H.V.: "A new standard for CO2 Systems" NFPA Quarterly, Vol. 58.

## INDICE GENERAL

PAG.

### ANTECEDENTES

#### I. ALCANCE

1.1. Objetivos específicos .....	1
----------------------------------	---

#### II. ANALISIS DEL PROBLEMA

2.1. Sistema de proteccion anterior .....	4
2.2. Sistemas propuestos .....	8
2.3. Descripcion de sistemas propuestos .....	11
2.4. Ventajas y Desventajas de los mismos .....	15

#### III. INGENIERIA DEL SISTEMA

3.1. Especificaciones a satisfacer .....	24
3.2. Calculos y Disenos para rociadores con agua .....	35
3.3. Calculos y Disenos para rociadores con CO2 .....	51
3.4. Calculos y Disenos para rociadores con Halon .....	61

#### IV. MONTAJE DEL SISTEMA

4.1. Cronograma de actividades .....	72
4.2. Pruebas de Operacion y analisis de resultados .....	77

Conclusiones y Recomendaciones

Indice de Planos

Bibliografia