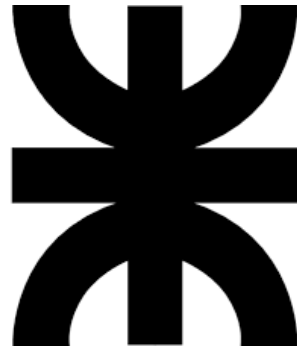


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL SANTA CRUZ**



**Departamento de Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final**

**Sistema de Red Contra Incendio por Rociadores  
Automaticos**

**Hospital Regional Rio Gallegos**

**Dirigido por:**

Ingeniero Idoyaga Oscar  
Licenciado Navarro Diego

**Auxiliares:**

Ingeniero Yonathan Franco

**Proyecto realizado por:**

Alvarez Alan Agustin  
Balceda Carlos Alberto  
Llanos Emanuel Gerardo

Marzo 28, 2025

# Índice

<b>1 Marco teorico</b>	<b>10</b>
1.1 Teoria del fuego . . . . .	10
1.2 Clases de fuego . . . . .	10
1.3 Metodos de extinción . . . . .	11
<b>2 Sala de bombas</b>	<b>12</b>
2.1 ¿Que es una sala de bombas? . . . . .	12
2.2 Normativa de referencia . . . . .	12
2.3 Certificacion y pruebas . . . . .	12
2.4 Componentes de la sala de bombas . . . . .	12
2.4.1 Bomba contra incendio . . . . .	12
2.4.2 Motores de impulsión para las bombas contra incendio . . . . .	15
2.4.3 Tanque de combustible . . . . .	16
2.4.4 Bomba Jockey . . . . .	17
2.4.5 Valvula Check o antirretorno . . . . .	18
2.4.6 Valvula de alivio . . . . .	19
2.4.7 Manómetros . . . . .	19
2.4.8 Caudalímetros . . . . .	20
2.4.9 Acople flexible . . . . .	21
2.4.10 Válvula de compuerta OS&Y . . . . .	23
2.4.11 Reductor excentrico . . . . .	23
2.4.12 Conexión para bomberos . . . . .	24
2.4.13 Tanque de almacenamiento . . . . .	25
2.4.14 Placa antivortice . . . . .	26
2.5 Disposición de tuberías . . . . .	27
2.5.1 Sistemas de rociadores tipo árbol . . . . .	27
2.5.2 Sistemas de rociadores en bucle . . . . .	28
2.5.3 Sistema de rociadores en malla . . . . .	29
2.6 Rociadores . . . . .	29
2.6.1 Patrón de descarga . . . . .	29
2.6.2 Orientación de rociadores . . . . .	30
2.6.3 Tipos de respuesta de rociadores . . . . .	31
2.6.4 Rociadores especiales . . . . .	31
2.6.5 Rociadores de almacenamiento . . . . .	32
<b>3 Descripción del proyecto</b>	<b>34</b>
3.1 Ubicación . . . . .	34
3.2 Características de la edificación . . . . .	35
3.2.1 Planta Baja . . . . .	35
3.2.2 Primer piso (1º piso) . . . . .	36
3.2.3 Segundo piso (2º piso) . . . . .	37
3.2.4 Descripción de recintos . . . . .	38
3.3 Equipos del Hospital . . . . .	43
<b>4 Diseño de la red contra incendios</b>	<b>44</b>
4.1 Clasificación de riesgo . . . . .	44
4.1.1 Riesgo Leve . . . . .	44
4.1.2 Riesgo Ordinario (Grupo 1) . . . . .	45
4.1.3 Riesgo Ordinario (Grupo 2) . . . . .	45
4.1.4 Riesgo Extra (Grupo 1) . . . . .	46
4.1.5 Riesgo Extra (Grupo 2) . . . . .	46

4.2	Diseño por metodo Densidad/Área . . . . .	47
4.2.1	Área de protección para rociadores estándar riesgo leve . . . . .	49
4.2.2	Área de protección para rociadores estándar riesgo ordinario . . . . .	50
4.2.3	Área de protección para rociadores estándar riesgo extra . . . . .	50
4.2.4	Ejemplo . . . . .	50
4.3	Diseño de la red contra incendio en depósitos . . . . .	51
4.3.1	Características de diseño para estanterías . . . . .	52
4.3.2	Área de protección para rociadores CMSA . . . . .	53
4.3.3	Mercancías . . . . .	54
4.3.4	Ejemplo . . . . .	59
4.4	Rociadores . . . . .	60
4.4.1	Rociadores seleccionados . . . . .	60
4.4.2	Rangos,clasificaciones y codigos de color de temperatura . . . . .	61
4.5	Ubicación de rociadores . . . . .	63
4.5.1	Rociadores estándar . . . . .	63
4.5.2	Rociadores modo de control para aplicaciones específicas (CMSA) . . . . .	69
4.6	Sujeción y soportes del sistema de tuberías . . . . .	73
<b>5</b>	<b>Memoria de cálculo hidráulico</b>	<b>79</b>
5.1	Formula de Hazen-Williams . . . . .	79
5.1.1	Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero cedula 40 . . . . .	80
5.1.2	Multiplicador de valores C . . . . .	81
5.1.3	Factor K . . . . .	81
5.2	Calculo hidráulico . . . . .	81
5.2.1	Verificación de resultados mediante cálculos manuales . . . . .	82
5.2.2	Área de diseño . . . . .	82
5.2.3	Proceso de cálculo . . . . .	83
5.3	Verificación en Software-vCalc y vDesign . . . . .	90
5.3.1	Área de diseño-Primer Piso . . . . .	90
5.3.2	Área de diseño-Planta Baja . . . . .	91
5.3.3	Área de diseño-Segundo Piso . . . . .	93
<b>6</b>	<b>Selección de equipos</b>	<b>95</b>
6.1	Bomba contra incendis . . . . .	95
6.2	Motor eléctrico . . . . .	96
6.3	Motor Diesel . . . . .	96
6.4	Tanque de combustible . . . . .	97
6.5	Tanque de almacenamiento de agua . . . . .	97
6.6	Bomba Jockey . . . . .	98
6.7	Accesorios-Sala de bombas . . . . .	99
6.7.1	Válvula esclusa OS&Y . . . . .	99
6.7.2	Válvula antirretorno o check . . . . .	100
6.7.3	Válvula de aire y válvula de recirculación . . . . .	101
6.7.4	Caudalimetro . . . . .	102
6.7.5	Manómetros . . . . .	103
6.7.6	Válvula mariposa . . . . .	104
6.7.7	Válvula de alivio . . . . .	104
6.7.8	Toma siamesa . . . . .	105
6.7.9	Placa anti-vórtice . . . . .	105
<b>7</b>	<b>Dimensionamiento Electrico</b>	<b>106</b>
7.1	Descripción de equipos . . . . .	106

7.2	Cálculo de corrientes de corto circuito . . . . .	108
7.2.1	Impedancia de cortocircuito . . . . .	109
7.2.2	Impedancia de la red . . . . .	109
7.2.3	Impedancia del transformador . . . . .	109
7.2.4	impedancia del conductor . . . . .	110
7.2.5	Corriente de cortocircuito a bornes de transformador . . . . .	110
7.2.6	Corriente de cortocircuito aguas abajo del transformador . . . . .	111
7.3	Corriente aportada al circuito por los motores . . . . .	111
7.4	Verificación de conductores . . . . .	112
7.4.1	Verificación por caída de tensión . . . . .	112
7.4.2	Verificación por sollicitación térmica . . . . .	114
7.5	Selección de protecciones de la sala de bomba . . . . .	115
7.5.1	Verificación de conductores a la sollicitación térmica . . . . .	115
7.5.2	Interruptor de potencia TS . . . . .	117
7.5.3	Interruptor de potencia de Bomba Jockey . . . . .	117
7.5.4	Interruptor de potencia de Bomba Jockey . . . . .	118
7.5.5	Contactores de Bomba Principal . . . . .	118
7.5.6	Contactador de Bomba Jockey . . . . .	119
<b>8</b>	<b>Inspcción, prueba y mantenimiento</b>	<b>120</b>
8.1	Registros . . . . .	120
8.2	Inspección . . . . .	120
8.2.1	Rociadores . . . . .	120
8.2.2	Tuberías y accesorios . . . . .	120
8.2.3	Soportes colgantes y abrazaderas sísmicas . . . . .	120
8.2.4	Manómetros . . . . .	121
8.2.5	Edificios . . . . .	121
8.2.6	Bomba de Incendio . . . . .	121
8.2.7	Tanques de almacenamiento . . . . .	122
8.2.8	Válvulas de Control en Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua. . . . .	122
8.2.9	Valvulas de retención . . . . .	123
8.2.10	Valvulas de mangueras . . . . .	123
8.2.11	Conexión de bomberos . . . . .	123
8.3	Pruebas . . . . .	124
8.3.1	Rociadores . . . . .	124
8.3.2	Manómetros . . . . .	124
8.3.3	Dispositivos de alarma . . . . .	124
8.3.4	Bombas de incendio . . . . .	124
8.3.5	Drenaje de tubería principal . . . . .	126
8.3.6	Válvulas de manguera . . . . .	126
8.4	Mantenimiento . . . . .	127
8.4.1	Rociadores . . . . .	127
8.4.2	Válvula de retención . . . . .	127
8.4.3	Válvulas de mangueras . . . . .	127
8.5	Resumen de inspecciones, pruebas y mantenimientos . . . . .	128
<b>9</b>	<b>Extintores de Fuego</b>	<b>130</b>
9.1	Incendio en salas críticas como quirófano . . . . .	130
9.1.1	Fuentes de fuego más comunes . . . . .	131
9.1.2	Tipos de incendios y cómo minimizar su riesgo . . . . .	131
9.1.3	Equipos de protección contra incendio en la sala de operaciones . . . . .	132

9.1.4	Algoritmo o plan de acción para la prevención y manejo del fuego en el quirófano . . . . .	134
9.2	Protección activa contra incendios . . . . .	135
9.2.1	Detección temprana contra incendios . . . . .	135
9.2.2	Aparatos de notificación . . . . .	136
9.2.3	Sistema de detección de incendios . . . . .	138
9.2.4	Pulsadores Manuales . . . . .	141
9.2.5	Panel de control . . . . .	142
9.2.6	Alarmas de aviso . . . . .	144
9.3	Agentes Extintores en Salas Criticas . . . . .	145
9.3.1	Parámetros característicos a tener en cuenta en el uso de agentes limpios a base de halocarburos . . . . .	149
9.3.2	Ubicación de los xtintores . . . . .	149
9.3.3	Relevamiento de cantidad de matafuegos especiales (agentes limpios) a colocar en salas criticas del Hospital de Rio Gallegos . . . . .	152
9.3.4	Lista Precios Sugeridos CEMERA (Cámara Argentina de Protección Contra Incendios) año 2024 . . . . .	153
9.3.5	Inspección, Pruebas y Mantenimiento de extintores . . . . .	154
<b>10</b>	<b>Plan de Emergencia y Evacuación</b>	<b>156</b>
10.1	Responsables . . . . .	156
10.2	Pasos a seguir en caso de incendio . . . . .	156
10.3	Señalización . . . . .	157
10.4	Cronología del plan . . . . .	158
10.5	Simulacros . . . . .	159
10.6	Documentación . . . . .	159
<b>11</b>	<b>Cómputo y presupuesto de materiales</b>	<b>160</b>

## Índice de figuras

1	Triangulo de fuego . . . . .	10
2	Bomba contra incendio de carcasa partida-UL listed . . . . .	13
3	Bomba contra incendio de carcasa partida de doble impulsor . . . . .	13
4	Bomba back pull put monoblock-UL listed . . . . .	14
5	Bomba de incendio vertical en línea-UL listed . . . . .	14
6	Bomba de turbina vertical-UL listed . . . . .	15
7	Bomba contra incendio end suction con motor Diesel- UL listed y FM approved	16
8	Bomba en línea vertical con motor eléctrico-UL listed . . . . .	16
9	Bomba jockey . . . . .	18
10	Valvula swing check bridada-UL listed . . . . .	19
11	Vista interior de válvula check wafer-UL listed . . . . .	19
12	Válvula de alivio . . . . .	20
13	Manómetro-UL y FM aprobado . . . . .	21
14	Caudalímetro- FM aprobado . . . . .	21
15	Acople flexible ranurado . . . . .	23
16	Válvulas de compuerta OS&Y con conexiones bridadas y ranura-UL listed y FM approved . . . . .	23
17	Reductores de distintos tipos de conexiones . . . . .	24
18	Toma siamesa . . . . .	24
19	Ilustracion de toma siamesa montada . . . . .	25
20	Tanque de almacenamiento de acero . . . . .	25
21	Tanque de almacenamiento de PRFV . . . . .	26
22	Tanque de almacenamiento de plástico . . . . .	26
23	Accesorio de succión en tanque de agua con placa anti-vortice . . . . .	27
24	Esquema de conexión de placa anti-vortice . . . . .	27
25	Distribución tipo arbol . . . . .	28
26	Distribucion en bucle . . . . .	28
27	Distribución en malla . . . . .	29
28	Ubicacion dle hospital . . . . .	34
29	Plano de planta-Planta baja-Ver Anexo . . . . .	35
30	Plano de planta-Primer Piso-Ver Anexo . . . . .	36
31	Plano de planta-Segundo Piso-Ver Anexo . . . . .	37
32	Grafico-Densidad/Área (Versión 2019) . . . . .	47
33	VK 102 . . . . .	60
34	VK 540 . . . . .	60
35	Ilustracion de rociador y herramienta de ensamble . . . . .	62
36	Caracteristicas tecnicas de los rociadores . . . . .	62
37	Cambio vertical en la elevación del cielorraso de más de 36 pulg. (900 mm)	63
38	Cambio vertical en la elevación del cielorraso menor o igual a 36 pulg. (900 mm) . . . . .	64
39	Rociadores debajo de techos inclinados con el rociador directamente debajo de la cúspide; líneas ramales con tendido hacia arriba en las pendientes. . .	64
40	Rociadores en techo inclinado; líneas ramales con tendido hacia arriba en las pendientes. . . . .	65
41	Espacio libre horizontal para el rociador en la cúspide de un techo inclinado.	65
42	Obstrucciones(a) . . . . .	66
43	Obstrucciones(b)] . . . . .	66
44	Obstrucciones(c) . . . . .	66
45	Distancias mínimas . . . . .	68
46	Obstrucción vertical . . . . .	69

47	Distancias minimas hasta obstrucción . . . . .	71
48	obstrucción por debajo del rociador $\geq 600\text{mm}$ . . . . .	72
49	Tipos de varillas . . . . .	74
50	Tipos de pernos . . . . .	75
51	Tipos de bridas . . . . .	75
52	Distancia máxima-Soportes . . . . .	76
53	Distancia mínima-Soportes . . . . .	77
54	Ramal no soportado . . . . .	77
55	Soporte de montante . . . . .	78
56	Plano de planta-primer piso . . . . .	82
57	Área de diseño-Primer Piso-vDesign . . . . .	90
58	Datos de Rociadores . . . . .	90
59	Curva del sistema y de la bomba . . . . .	91
60	Área de diseño-Planta Baja-vDesign . . . . .	91
61	Datos de Rociadores . . . . .	92
62	Curva del sistema y de la bomba . . . . .	92
63	Área de diseño-Segundo Piso-vDesign . . . . .	93
64	Datos de Rociadores . . . . .	94
65	Curva del sistema y de la bomba . . . . .	94
66	Bomba contra incendios-Xylem . . . . .	95
67	Motor electrico-WEG . . . . .	96
68	Motor Diesel-Clarke . . . . .	96
69	Tanques de polietileno-Rotoplas . . . . .	98
70	Bomba Jockey-Grundfos . . . . .	98
71	Válvula OS&Y ranura-ranura . . . . .	100
72	Válvula check-linea principal . . . . .	101
73	Válvula check-bomba jockey . . . . .	101
74	Válvula de aire . . . . .	102
75	Válvula de recirculación . . . . .	102
76	Caudalimetro-Victaulic . . . . .	103
77	Manometro-Ceni . . . . .	103
78	Válvula mariposa-Victaulic . . . . .	104
79	Toma siamesa de bomberos . . . . .	105
80	Detalles de placa Antivórtice . . . . .	105
81	Ficha tecnica-transformador del hospital . . . . .	106
82	Chapa caracteristica-motor WEG . . . . .	107
83	Interruptor de potencia del tablero-Schneider . . . . .	117
84	Interruptor de potencia bomba principal-Schneider . . . . .	117
85	Interruptor de potencia bomba Jockey-Schneider . . . . .	118
86	Categoria de contactores . . . . .	118
87	Contactador de bomba principal-Weg . . . . .	119
88	Contactador bomba Jockey-Weg . . . . .	119
89	Ejemplo de rotulo hidraulico . . . . .	121
90	Incendio en Quirofano . . . . .	130
91	Manejo del fuego en Quirófano . . . . .	134
92	Lineas de gases de usos medicinales . . . . .	137
93	Componentes de un sistema de detección de incendios . . . . .	139
94	Sistemas de detección . . . . .	141
95	Pulsador manual . . . . .	141
96	Resumen del esquema adoptado . . . . .	144
97	TOLION-BRZ1L . . . . .	144

98	Matafuego Acetato Potasio Clase Ak 6 Lts Oblea Opds “Para Cocinas”: \$350.000 . . . . .	151
99	Matafuego Hcfc 5k Reglamentario Melisam Yukon “Para Salas críticas (quirófa- nos)”:\$361.000 . . . . .	151
100	Matafuegos Yukon Con Iram Abc X5kg Nuevo + Soporte. Precio: \$85.000 .	152
101	Extintor Manual a base de HFC- 236- FA Bajo Presion . . . . .	152
102	Lista de eprecios-Agosto 2024 . . . . .	153
103	Ejemplo de plano de evacuación . . . . .	159
104	Simulación de honorarios profesionales de obra nueva . . . . .	160
105	Presupuesto de mano de obra . . . . .	160
106	Presupuesto de materiales . . . . .	161

## Índice de tablas

1	Densidad/Área-Version 2022 . . . . .	48
2	Áreas de protección y espaciamiento máximo-Riesgo Leve. . . . .	49
3	Área de protección y espaciamiento máximo-Riesgo Ordinario . . . . .	50
4	Área de protección y espaciamiento máximo-Riesgo Extra . . . . .	50
5	Características de diseño para estanterías de almacenamiento-Fragmento . . . . .	52
6	Área de protección y espaciamiento máximo-CMSA . . . . .	53
7	Ejemplos de mercancías Clase I . . . . .	54
8	Ejemplos de mercancías Clase II . . . . .	55
9	Ejemplos de mercancías Clase III . . . . .	57
10	Ejemplos de mercancías de Clase IV . . . . .	58
11	Rangos,clasificaciones y codigos de color de temperatura . . . . .	61
12	Distancias y límites máximos del deflector respecto a la obstrucción . . . . .	67
13	Distancias horizontales y verticales mínimas respecto al deflector . . . . .	68
14	Áreas de protección y espaciamientos máximos . . . . .	69
15	Distancias admisibles para el deflector respecto a la obstrucción . . . . .	70
16	Distancias límites del deflector respecto a la obstrucción . . . . .	71
17	Ramaño de tubería y diámetro de varilla . . . . .	73
18	Diametros de ganchis en U segun tamaño de tuberia . . . . .	74
19	Diametros de ojales segun tamaño de tuberia . . . . .	74
20	Diametros para concreto . . . . .	75
21	Diametros para acero . . . . .	75
22	Dimensiones máximas de tuberías según el tipo y tamaño nominal. . . . .	76
23	Longitudes equivalentes de accesorios . . . . .	80
24	Factores multiplicadores según el valor de $C$ . . . . .	81
25	Valores de $C$ según el material de tubería o tubo . . . . .	81
26	Presión residual y flujo aceptable para diferentes clasificaciones de ocupación. . . . .	97
27	Diametros minimos segun caudal de bomba . . . . .	100
28	Especificaciones técnicas del motor-bomba jockey . . . . .	107
29	Consumo de componentes . . . . .	108
30	Características de los conductores . . . . .	108
31	Impedancia conductores según circuito . . . . .	110
32	Impedancia conductores segun circuito . . . . .	111
33	Corrientes de cortocircuitos . . . . .	112
34	Cálculo de caídas de tensión en régimen nominal. . . . .	113
35	Cálculo de caídas de tensión en régimen de arranque. . . . .	114
36	Propiedades térmicas según tipo de aislación y conductor. . . . .	115
37	Verificación de secciones de conductores para diferentes circuitos. . . . .	115
38	Verificación de secciones de conductores para diferentes circuitos(corrección). . . . .	116
39	Selección de interruptores magneticos. . . . .	117
40	Resumen de Inspección y Prueba de Sistemas de Rociadores . . . . .	128
41	Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento bombas de incendio . . . . .	128
42	Resumen de Inspección de Tanques de Almacenamiento de Agua . . . . .	129
43	Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Válvulas . . . . .	129
44	Clases de sensibilidad definidas en EN 54-20 . . . . .	135
45	Cantidad de extintores . . . . .	151

# 1. Marco teorico

## 1.1. Teoria del fuego

El fuego es una reacción química de oxidación rápida que tiene como producto el desprendimiento de partículas que emiten energía en forma de luz y calor, para que se pueda llevar acabo la combustión es necesario (según el triángulo del fuego) los 3 elementos que son: El combustible, el comburente u oxígeno y la fuente de calor.



Figura 1: Triangulo de fuego

Un incendio es una combustión no controlada que causa daños materiales, ambientales o pérdidas de vidas humanas.

- **Comburente u oxígeno:** extraído del aire en un 21 % aproximadamente. Se requiere un 15 % para sostener la combustión.
- **Calor:** es la temperatura para empezar la reacción como, por ejemplo: rayos de sol, chispas, fricción, energía eléctrica, etc.
- **Combustible:** existen 2 tipos de combustible y son:
  - **Flamables:** requieren calentamiento para desprender vapores que pueden arder. Los sólidos pueden ser plásticos maderas o cueros y por otro lado tenemos los líquidos que pueden ser asfaltos, aceites y diésel
  - **Inflamables:** no requieren calentamiento para desprender vapores que pueden arder. Tenemos gases que pueden ser hidrogeno, propano butano y acetileno. Por otro lado, tenemos los líquidos que son los solventes, acetileno y alcohol.

## 1.2. Clases de fuego

De acuerdo a la Secretaria del trabajo y prevención social, en la NOM-002 condiciones de seguridad- prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, clasifica al fuego de la siguiente manera:

- **Fuego clase A:** Es aquel que se presenta en material combustible sólido, generalmente de naturaleza orgánica, y que su combustión se realiza normalmente con formación de brasas.
- **Fuego clase B:** Es aquel que se presenta en líquidos combustibles y gases inflamables.
- **Fuego clase C:** Es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas.
- **Fuego clase D:** Es aquel en el que intervienen metales combustibles, tales como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

- **Fuego clase K:** Es aquel que se presenta básicamente en instalaciones de cocina, que involucra sustancias combustibles, tales como aceites y grasas vegetales o animales.

### 1.3. Metodos de extinción

Para que un fuego pueda ser controlado y extinguido de forma parcial o total se recurre comúnmente a la supresión de algún de los elementos del tetraedro del fuego, por lo tanto existen 4 métodos o formas de realizarlo y son:

- **Sofocación:** Es un método que pretende eliminar el oxígeno (comburente), por ejemplo se utiliza tierra para ahogar a las llamas, los sistemas de espumas especiales actúan también de esta forma.
- **Enfriamiento:** Es un método en el que se intenta bajar la temperatura de los materiales combustibles para evitar su pirólisis, generalmente para este método se ocupa agua.
- **Dispersión o aislamiento del combustible:** Es un método que utiliza barreras (cortafuegos) para que el fuego no llegue a los materiales combustibles, este método generalmente se ocupa en incendios forestales.
- **Inhibición de la reacción en cadena:** Es un método en el cual se utilizan sustancias químicas para cortar la reacción en cadena, los extintores de polvo químico y de halon funcionan de esta forma.

## 2. Sala de bombas

### 2.1. ¿Que es una sala de bombas?

Una sala de bombas de red contra incendios se define como el área designada para albergar los equipos de bombeo y los sistemas auxiliares necesarios para suministrar agua al sistema de protección contra incendios. Este espacio está diseñado para contener la bomba principal, bomba de respaldo (si es necesario), controladores, válvulas, tuberías, y otros accesorios relacionados.

La sala de bombas debe cumplir con criterios de diseño específicos en cuanto a accesibilidad, ventilación, espacio adecuado para mantenimiento y operación segura, con el objetivo de asegurar un suministro confiable de agua en caso de incendio.

### 2.2. Normativa de referencia

La normativa de referencia para el diseño de la sala de bombas será la NFPA 20 **La NFPA 20**

“instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios” determina los requisitos mínimos sobre detalles constructivos de las bombas, fuentes de energía y los demás componentes del cuarto de bombeo contra incendios, instalación, operación y mantenimiento.

### 2.3. Certificación y pruebas

Para garantizar la confiabilidad y efectividad, tanto de las bombas contra incendios como accesorios deben someterse a pruebas y certificaciones rigurosas por parte de organizaciones de certificación y pruebas de terceros, como Underwriters Laboratories (UL) o Factory Mutual (FM). Estas certificaciones verifican que la bomba contra incendios cumple con estándares de rendimiento específicos y puede funcionar en las exigentes condiciones de una emergencia por incendio.

### 2.4. Componentes de la sala de bombas

#### 2.4.1. Bomba contra incendio

La bomba es un elemento mecánico que provee el flujo y presión de agua requeridos para operar dispositivos en el sistema contra incendio como rociadores automáticos, gabinetes de mangueras y monitores exteriores.

El propósito de estos sistemas es el de proteger vidas contra la muerte, lesiones y daños resultado de un evento de incendio además de las propiedades.

La función del sistema de bomba contra incendio en caso de evento es de encenderse de manera autónoma hasta su propia destrucción si es necesario para asegurar que el agua requerida sea suministrada en su totalidad para controlar o extinguir el incendio.

Los tipos de bombas existentes son:

- **Bomba de carcasa partida o Split case:**son las más utilizadas por su gran capacidad de bombeo y la facilidad para realizar inspecciones de mantenimientos, la bomba de carcasa partida es de tipo centrífuga con la particularidad de tener el cuerpo dividido horizontalmente lo que facilita el acceso a chequeos y reparaciones. Están disponibles en caudales desde 200 GPM hasta 5000 GPM se proveen en simple y doble etapa con presiones desde 40 psi hasta 450 psi. Pueden poseer motor eléctrico o Diesel.

**Ventajas:** excelente rendimiento hidráulico y amplio rango de caudales hasta 5000 GPM, alta confiabilidad y acceso para mantenimiento.

**Desventaja:** requiere mayor espacio.



Figura 2: Bomba contra incendio de carcasa partida-UL listed

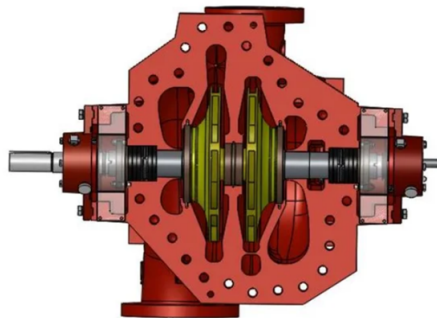


Figura 3: Bomba contra incendio de carcasa partida de doble impulsor

- **Bomba tipo back pull out o end suction:** son el tipo mas utilizado en redes contra incendio de caudal intermedio hasta 1500 GPM. Sus ventajas son el costo reducido y el fácil mantenimiento por la parte posterior, sin tener que desmontar la carcasa de tuberías. Las bombas contra incendio de succión axial son reconocibles por tener la succión en la parte frontal y la descarga vertical. La bomba de succión final requiere un espaciador “unión flexible” entre el motor y la bomba que absorbe vibraciones y facilitar el proceso de mantenimiento. Usan tanto motores eléctricos como Diesel. Existen dos variantes de este tipo de bomba

- Bomba tradicional de eje libre o también llamada bomba de acople universal, que puede tener motor eléctrico o Diesel
- Bomba monoblock la cual es muy compacta por tener el motor eléctrico pegado y formando un mismo cuerpo. Se usan en sistemas pequeños con la desventaja que para el acceso a reparaciones es muy laborioso por que se debe desmontar el motor

**Ventajas:** costo reducido, fácil de montar, fácil de mantener y requiere menos espacio que una carcasa partida.

**Desventajas:** posee bajo rendimiento, por lo tanto, se usa en aplicaciones de bajo y medio caudal.

- **Bomba en línea vertical:** Es de tipo centrifuga y vertical estando la succión y la descarga en un plano paralelo al piso y en donde el motor se encuentra montado sobre la bomba. Poseen capacidades de bombeo desde 250 GPM hasta los 1500 GPM con presiones desde 40 PSI hasta 200 PSI.

Son la opción preferida para montar en lugares con poco espacio. Las bombas en

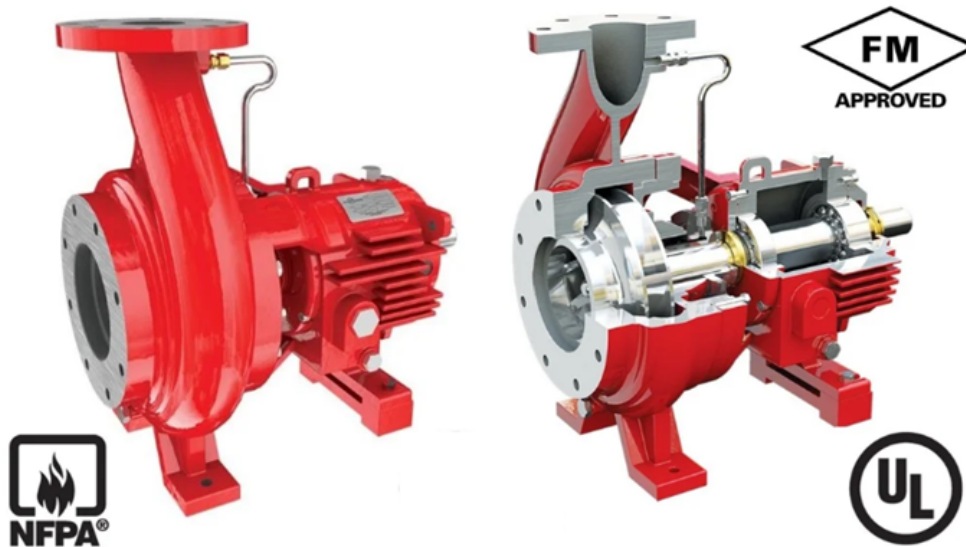


Figura 4: Bomba back pull put monoblock-UL listed



Figura 5: Bomba de incendio vertical en línea-UL listed

línea solamente poseen motor eléctrico. Son de instalación simple y económica, utiliza soportes estándar para tubería a cada lado de la bomba ahorrando el costo y tiempo de las fundaciones o plateas de hormigón.

**Ventajas:** excelente rendimiento hidráulico, diseño compacto con footprint mínimo, es decir, una base pequeña, montaje fácil y económico.

**Desventajas:** solo disponible con motor eléctrico y son más costosas que las versiones horizontales.

- **Bomba de turbina vertical:** es una bomba centrífuga de múltiples etapas que posee un eje con varios impulsores y carcazas. Conforme a la NFPA 20 las bombas verticales multietapa son obligatorias en sistemas de succión negativa, es decir, cuando el nivel de agua se encuentra por debajo de la bomba. El motor se encuentra en la parte superior del sistema de bombeo. Se proveen habitualmente con motor eléctrico, pero también es factible suministrarlas con motor Diesel. Se encuentran en caudales desde 250 GPM hasta 4500 GPM con presiones de 40 psi hasta 370 psi.

**Ventajas:** buen rendimiento hidráulico, muy versátil, no requiere cebado y elimina la cañería de succión.

**Desventajas:** es aproximadamente un 25 % más costosa que una bomba horizontal, el mantenimiento para sí acceso es más laborioso y requiere altura o techo desmontable para retirar el equipo, además el diseño del sistema de captación de agua debe ser realizado cuidadosamente



Figura 6: Bomba de turbina vertical-UL listed

#### 2.4.2. Motores de impulsión para las bombas contra incendio

Los motores pueden ser eléctricos o de combustión interna tipo Diesel. No están admitidos por la NFPA 20 el uso de motores a nafta/gasolina ni a gas.

Los motores eléctricos son los más usados, mientras que los motores Diesel suelen instalarse cuando la energía no está garantizada (no es confiable o la instalación actual no soporta el consumo del motor).

Los motores Diesel también son usados cuando se desean dos bombas contra incendio, una principal y otra de reserva, de las cuales la principal será impulsada por un motor eléctrico y a la segunda redundante o de back up, por uno Diesel o cuando haya necesidad de redundancia por emplazamiento en zona sísmica o de altura.

Para los motores Diesel las agencias de certificación típicas son UL y FM global. La placa identificatoria detalla la potencia desarrollada a una velocidad de giro del motor (RPM) a una temperatura de 77°F (25°C) a una altura de 300 pies (91 metros) sobre el nivel del mar.

El enfriamiento del motor diesel es un punto crucial y existen dos métodos: lo mas habitual es utilizar un intercambiador de calor con agua de la bomba de incendios. Se utiliza refrigerante del lado del motor y el agua de la bomba para enfriar a través del intercambiador de calor. Esta solución es eficiente, compacta y altamente confiable.

El otro método es menos utilizado y consiste en un radiador de tamaño considerable con un ventilador que garantice el flujo de aire para el enfriamiento del motor.

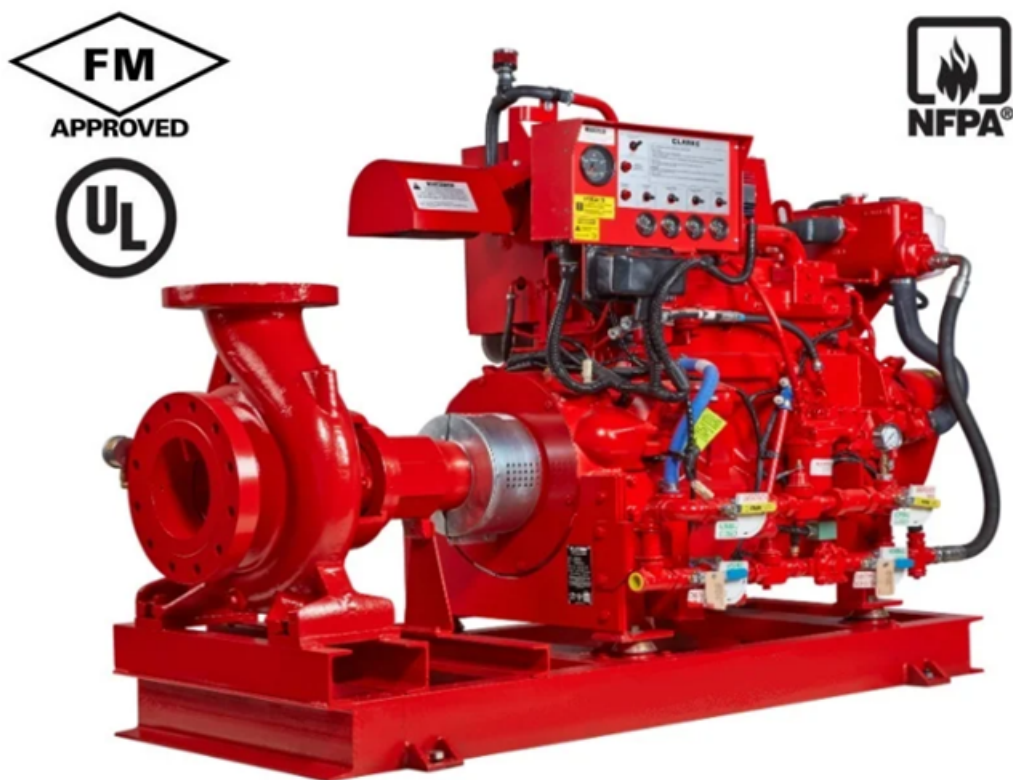


Figura 7: Bomba contra incendio end suction con motor Diesel- UL listed y FM approved



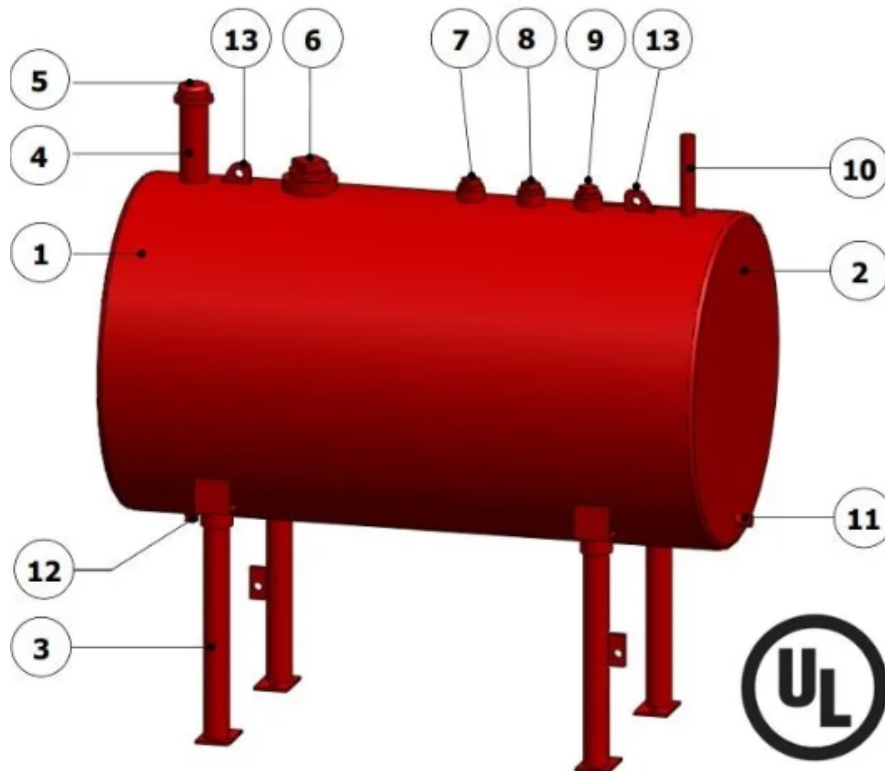
Figura 8: Bomba en línea vertical con motor eléctrico-UL listed

### 2.4.3. Tanque de combustible

Una bomba para incendio con motor Diesel necesita un tanque depósito de combustible para su funcionamiento que deberá estar certificado por UL conforme a la NFPA 20.

Existen tanque de doble pared o simple pared. Los tanques de doble pared con certificado UL no requieren de un dique de contención frente a derrames. Este debe ser inspeccionado regularmente en busca de fugas. Los tanques de pared simple deberán contar con una batea de contención para derrames de igual capacidad que la del tanque.

Los volúmenes as habituales son de 25L /70L /120L /180L /280L /360L



1. Cuerpo del tanque
2. Tapa lateral
3. Patas de apoyo y elevación
4. Tubo de llenado
5. Tapa de llenado con filtro removible
6. Venteo de emergencia
7. Venteo normal de 2"
8. Conexión de 1/2" para medidor de nivel
9. Conexión roscada para switch de nivel
10. Conexión de retorno de combustible
11. Conexión de descarga
12. Conexión de purga o vaciado
13. Agujero para elevación

#### 2.4.4. Bomba Jockey

Una bomba jockey es una bomba pequeña conectada a un sistema de rociadores contra incendios para mantener la presión en las tuberías de los rociadores. Esto es para asegurar que, si se activa un rociador contra incendios, habrá una caída de presión, que será detectada por el controlador automático de las bombas contra incendios, lo que provocará el arranque de la bomba contra incendios.

Una bomba jockey está dimensionada para un caudal inferior al de un rociador con el fin de garantizar una caída de presión en el sistema. La función de las bombas jockey es una parte importante del sistema de control de bombas contra incendios.

Las bombas jockey suelen ser pequeñas bombas centrífugas multicelulares y no es necesario que estén homologadas ni certificadas para su aplicación en sistemas contra incendios. Sin embargo, el equipo de control para bombas jockey puede poseer homologaciones.



Figura 9: Bomba jockey

#### 2.4.5. Valvula Check o antirretorno

Las válvulas swing check con certificado UL para redes contra incendio permiten el flujo en una sola dirección y lo bloquean en dirección opuesta evitando el refluo de forma automática. Las válvulas de retención de clapeta de incendios con sello UL poseen un cuerpo de hierro fundido y una clapeta o disco interno que es accionado por un resorte, la fuerza del agua vence la fuerza del resorte en el sentido de circulación permitido e impidiendo el flujo contrario al cerrarse la clapeta y mantenerse en esa posición por el resorte.

Las válvulas check de retención por clapeta pueden poseer conexiones bridadas o ranuradas o tipo wafer, montaje entre bridas

La presión máxima de servicio es de 300 psi y se proveen en dimensiones:

- Diámetros en conexiones bridadas de 2" a 12" en conexiones bridadas o ranuradas
- Diámetros de 4" a 8" en conexión wafer (montaje entre bridas)

Las válvulas están protegidas por pintura epoxy termoconvertible tanto interna como externamente y los componentes son de materiales resistentes a la corrosión.

1. Tapa
2. Tornillo con arandela
3. Junta de tapa
4. Cuerpo de valvula
5. Eje de brazo de accionamiento
6. Brazo de accionamiento
7. Disco o clapeta
8. Asiento de cierre
9. Tapón

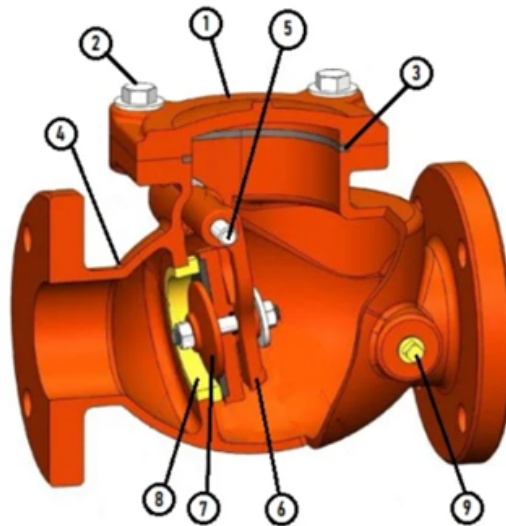


Figura 10: Válvula swing check bridada-UL listed

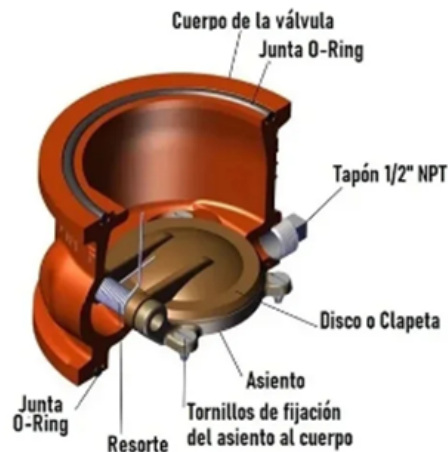


Figura 11: Vista interior de válvula check wafer-UL listed

Las válvulas check requieren inspecciones visuales y mantenimientos periódicos, por ello la NFPA 13 advierte respecto a su ubicación, desalentando instalarlas en lugares de difícil acceso.

#### 2.4.6. Válvula de alivio

La válvula de alivio principal para la bomba contra incendio es un dispositivo de protección del sistema, es decir, protege a la red contra incendio como cañerías, válvulas accesorias, etc frente a un evento de sobre presión que podría ocurrir por sobre revolución de la motobomba, aun cuando la válvula de bloqueo del lado de la descarga este abierta.

Por debajo de la presión de seteo, la válvula se mantiene cerrada. Cuando la presión de la bomba supera el valor establecido de calibración, la válvula abre derivando agua por el ramal de recirculación y así manteniendo la presión dentro de valores seguros. El agua circulada debe ser preferentemente retornada al tanque de reserva de agua o un drenaje.

#### 2.4.7. Manómetros

Un manómetro es un instrumento utilizado para medir la presión de un gas o líquido en un sistema cerrado. En el contexto de las redes contra incendios, los manómetros son



Figura 12: Válvula de alivio

esenciales para monitorear la presión del agua en el sistema y asegurar que esté dentro de los rangos adecuados para un funcionamiento efectivo.

En las redes contra incendios, los manómetros se utilizan principalmente para monitorear la presión en:

- **Bombas de Incendio:** Se instalan en la descarga y succión de las bombas para verificar que las presiones de entrada y salida sean adecuadas. Esto ayuda a garantizar que la bomba esté funcionando correctamente y entregando la presión necesaria al sistema.
- **Redes de Tuberías Secas:** En sistemas donde las tuberías están normalmente llenas de aire (sistemas de tubería seca), los manómetros monitorean la presión del aire y del agua para detectar cualquier cambio que pueda indicar una fuga o activación.

#### Ubicación en las redes contra incendio

- **Cerca de las válvulas de control:** Para verificar la presión en diferentes zonas del sistema.
- **En las bombas de incendios:** Para monitorear la presión de succión y descarga.
- **En las conexiones de prueba:** Para asegurarse de que el sistema cumpla con los requisitos de presión durante las pruebas de rutina.

#### 2.4.8. Caudalímetros

Toda instalación de sistemas de extinción de incendios debe disponer de algún medio que permita la realización de pruebas de desempeño y de suministro de agua, esto implica que debe proveerse un modo para la medición de caudales de agua.

El caudalímetro de la bomba contra incendios se utiliza para medir el caudal de incendio de agua lineal, no lineal, másico o volumétrico a través de la tubería de la bomba. Cuenta con una medición combinada de US GPM y L / min de un solo tubo, fácil de leer con una instalación segura.



Figura 13: Manómetro-UL y FM aprobado

El caudalímetro contra incendios pueden ser de diferentes tipos, como caudalímetros mecánicos, caudalímetros electrónicos y caudalímetros por presión. Cada tipo funciona de manera diferente, pero todos proporcionan lecturas precisas y confiables del flujo de agua en tiempo real.

Además de medir el flujo de agua, el caudalímetro contra incendios también puede utilizarse para controlar el suministro de agua. Esto se hace ajustando la presión o la cantidad de agua que se libera desde una manguera, lo que permite a los bomberos ajustar la cantidad de agua que se necesita para combatir el fuego de manera efectiva.

Otra ventaja de los caudalímetros contra incendios es que ayudan a conservar recursos valiosos, como el agua. Al medir el flujo de agua con precisión, se puede asegurar que solo se use la cantidad necesaria para controlar el fuego, lo que reduce el desperdicio y el impacto ambiental.



Figura 14: Caudalímetro- FM aprobado

#### 2.4.9. Acople flexible

Los acoplamientos flexibles para tuberías ranuradas ayudan a acomodar en movimiento de las tuberías. Las tuberías y sus accesorios unidos con acoplamientos flexibles, logran expandirse, contraerse o correrse de la línea central dentro de los parámetros normales.

El tipo de tubería, grosor de la pared, presión, pendiente y tendido, como el ranurado seleccionado, todo contribuye al movimiento que tenga la tubería. Luego de ranurar los extremos de la tubería, se coloca una junta de goma en cada extremo de la misma.

Luego se colocan los acoplamientos sobre la junta, y se ajustan las tuercas y tornillos, lo que no permite que se produzcan posteriores filtraciones. Los accesorios y las tuberías son de hierro dúctil fundido, y cumplen con los estándares ASTM A536 Grade 65-45-12 (alargamiento límite elástico).

Los acoplamientos flexibles para tuberías ranuradas están diseñados para resistir hasta 300psi dependiendo del tamaño y la forma de la tubería, y para reducir el ruido y las vibraciones que se transmiten por las tuberías.



Figura 15: Acople flexible ranurado

#### 2.4.10. Válvula de compuerta OS&Y

Las válvulas de compuerta OS&Y de vástago saliente son un componente esencial en las redes de agua contra incendio y se utilizan para seccionar, para by-pass o para aislar de equipo o sistemas. El vástago ascendente permite identificar rápidamente si la válvula se encuentra abierta o cerrada. Poseen variantes de entradas y salidas bridadas o ranuradas para facilidad de instalación y cumplen con los altos estándares de calidad y seguridad.

Poseen cuerpo de hierro dúctil ASTM a536 65-45-12 y protección anticorrosiva con pintura epoxy rojo RAL3000. Además, cuentan con certificados UL listed y FM approved, lo que asegura su confiabilidad y seguridad.



Figura 16: Válvulas de compuerta OS&Y con conexiones bridadas y ranura-UL listed y FM approved

#### 2.4.11. Reductor excéntrico

Una reducción excéntrica es un tubo o un reductor con una longitud superior al doble del diámetro calculado para la tubería de aspiración. La parte superior del tubo debe ser horizontal, y el ángulo de reducción no debe ser superior a  $20^{\circ}$ . Su función es evitar la formación de bolsas de aire. El cono de las excéntricas está fabricado con chapa de distintos espesores. Se encuentra disponible de las siguientes formas:

- Brida-brida
- Ranura-brida
- Rosca-rosca

- Ranura-ranura
- Rosca-brida

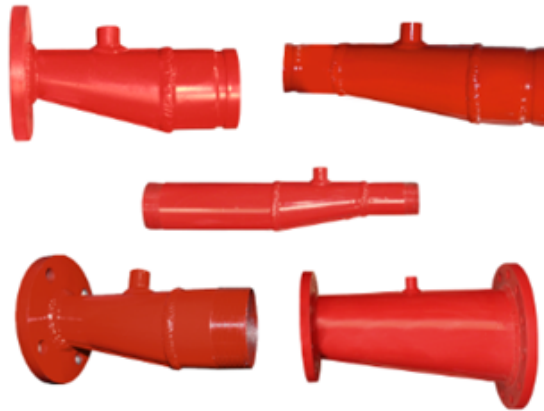


Figura 17: Reductores de distintos tipos de conexiones

#### 2.4.12. Conexión para bomberos

Consiste en una conexión para mangueras o una serie de conexiones para mangueras ubicadas en el exterior del edificio que se conectan a un sistema de tubería vertical o al sistema de rociadores.

Las conexiones a los sistemas de tuberías verticales permiten que el cuerpo de bomberos presurice este sistema en el edificio para que puedan conectar sus mangueras a las conexiones preinstaladas dentro del edificio y así combatir un incendio. Las conexiones al sistema de rociadores permiten que el cuerpo de bomberos bombee agua adicional al sistema, lo que aumenta la cantidad de agua disponible y la presión dentro del sistema para controlar el incendio.



Figura 18: Toma siamesa

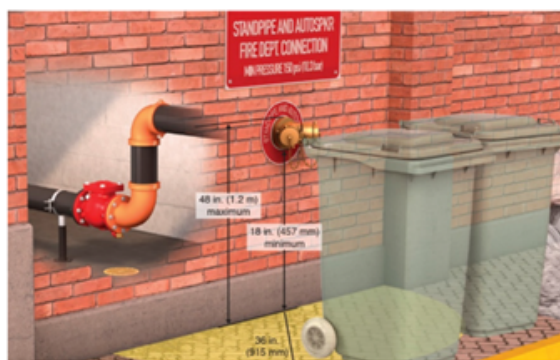


Figura 19: Ilustración de toma siamesa montada

#### 2.4.13. Tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento de agua para redes contra incendios es un contenedor que almacena agua para proporcionar el caudal y la presión necesarios para alimentar sistemas de extinción de incendios, como rociadores automáticos, hidrantes, sistemas de mangueras, y otros equipos contra incendios. Existen distintos tipos como los siguientes:

- **Tanques de Acero:** Hechos de acero al carbono o acero inoxidable, estos tanques son resistentes y duraderos. Tiene dos variantes la primera son placas de acero prefabricadas para atornillar in situ y la segunda son placas o láminas de acero soldadas.  
Ventajas: Alta resistencia a la presión, larga vida útil.  
Desventajas: Susceptibles a la corrosión si no están revestidos adecuadamente; requieren mantenimiento regular.
- **Tanques de Fibra de Vidrio (PRFV):** Construidos con materiales compuestos de fibra de vidrio y resina, lo que los hace ligeros y resistentes a la corrosión.  
Ventajas: Resistencia a la corrosión, peso ligero, fácil instalación.  
Desventajas: Pueden ser más costosos que los tanques de acero; la resistencia a impactos es menor.
- **Tanques de Polietileno o Plástico:** Fabricados con materiales plásticos como el polietileno, estos tanques son ideales para capacidades más pequeñas.  
Ventajas: Resistencia a la corrosión, económicos, fáciles de instalar y mover.  
Desventajas: Limitados a aplicaciones de menor capacidad y presión.



Figura 20: Tanque de almacenamiento de acero



Figura 21: Tanque de almacenamiento de PRFV



Figura 22: Tanque de almacenamiento de plástico

#### 2.4.14. Placa antivortice

Los tanques a nivel del suelo, típicamente los de láminas perforadas para atornillar, se proveen con un dispositivo llamado placa anti-vórtice o anti vortex que se ubica dentro del tanque en el extremo de la tubería de succión de la bomba. Su objetivo es evitar la formación de torbellinos en el ingreso del agua a la línea de aspiración que pueden generar un canal de ingreso de aire desde la superficie del agua del tanque hasta la tubería de ingreso. La presencia de burbujas de aire en la succión producirá daños por cavitación que deben evitarse. La placa anti-vórtice es una placa metálica cuadrada o circular en la cual la longitud de sus lados o su diámetro debe ser al menos el doble del diámetro de la tubería de succión.

La necesidad de este filtro rompe vórtice es mayor cuanto menor es el nivel de agua y mayor es el caudal de succión.



Figura 23: Accesorio de succión en tanque de agua con placa anti-vortice

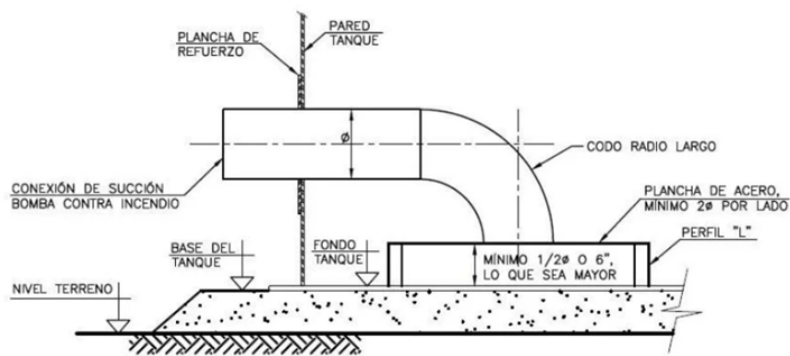


Figura 24: Esquema de conexión de placa anti-vortice

## 2.5. Disposición de tuberías

Al diseñar un sistema automático de rociadores contra incendios, existen algunas opciones sobre cómo organizar las tuberías. Esta decisión afecta el sistema de rociadores de diferentes maneras: cambia cómo fluye el agua desde la fuente de agua hasta el rociador, cómo se calcula el sistema y los componentes utilizados. También existen limitaciones sobre cuándo se pueden utilizar algunas de estas disposiciones.

### 2.5.1. Sistemas de rociadores tipo árbol

A veces llamados "sistemas sin salida", los sistemas de árboles fueron el primer tipo de sistema de rociadores diseñado cuando la NFPA 13, se diseñó por primera vez. Son el sistema más básico de disposición de tuberías de rociadores. En un sistema tipo árbol, las tuberías principales transversales y las líneas ramales solo están unidas en un único punto, lo que significa que solo hay un camino para que el agua fluya hacia un rociador en funcionamiento.

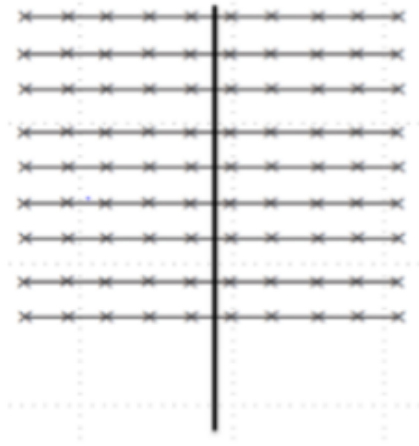


Figura 25: Distribución tipo árbol

Se suelen utilizar en sistemas pequeños o con buena presión de agua. Son el tipo de sistema de rociadores menos eficiente en cuanto a pérdida por fricción en las tuberías, pero son los más sencillos de instalar. Los cálculos hidráulicos asociados a los sistemas tipo árbol son los más básicos y se pueden realizar a mano. Dado que hay menos tuberías, la instalación de este sistema puede costar menos que los otros tipos de tuberías, pero como el agua solo tiene un camino hacia el rociador, requiere mayor flujo y presión.

### 2.5.2. Sistemas de rociadores en bucle

NFPA 13 define este sistema como "Un sistema de rociadores en el que múltiples tuberías principales transversales están unidas para proveer más de un recorrido para que el agua fluya hacia otro rociador operativo y las líneas ramales no están unidas". En otras palabras, la tubería principal transversal forma un bucle y las líneas ramales se extienden alejándose del bucle.

La gran diferencia entre un sistema en bucle y uno en malla es que, en un sistema en bucle, las líneas ramales conducen a un callejón sin salida, mientras que en un sistema en malla están conectadas a la tubería principal transversal en ambos extremos. Esto significa que para un sistema en bucle el agua tiene dos caminos para viajar hasta que llega a la línea ramal, luego solo tiene una vía que conduce a un rociador activado.

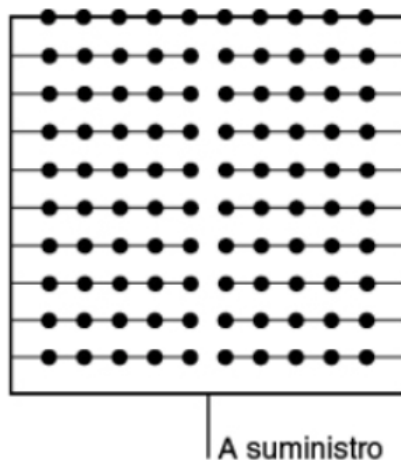


Figura 26: Distribucion en bucle

Un sistema de rociador en bucle posee mejores características hidráulicas que un sistema tipo árbol. Si bien los sistemas en bucle funcionan mejor que los sistemas tipo árbol desde un punto de vista hidráulico, sus características hidráulicas no son tan buenas como las de un sistema en malla.

Los cálculos hidráulicos asociados con un sistema en bucle no son tan complicados como los de un sistema en malla, pero sí más complicados que los de uno tipo árbol.

### 2.5.3. Sistema de rociadores en malla

Según NFPA 13, un sistema de rociadores en malla es aquel en el que "las tuberías principales transversales paralelas están conectadas por múltiples tuberías ramales, lo que provoca que un rociador operativo reciba agua desde ambos extremos de su línea ramal mientras otras tuberías ramales contribuyen a traspasar el agua entre las tuberías principales transversales".

Los sistemas de rociadores en malla están diseñados para proporcionar más de una trayectoria de flujo a los rociadores a las líneas ramales. Este diseño de múltiples rutas reduce el potencial de pérdida de presión a través de las tuberías del sistema en comparación con otras configuraciones del sistema. Debido a la naturaleza compleja de los cálculos hidráulicos involucrados, casi siempre es necesario el uso de programas hidráulicos por computadora para evaluar la red de tuberías y determinar los requisitos de presión de los sistemas en red.

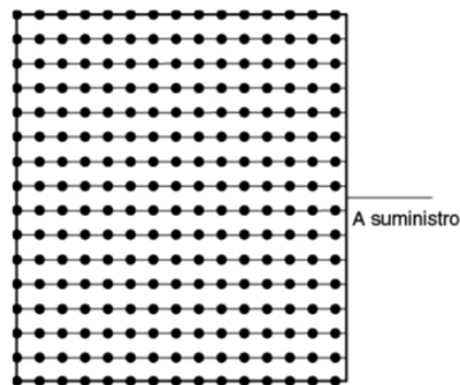


Figura 27: Distribución en malla

Aunque el sistema en red posee características hidráulicas muy beneficiosas, ciertas limitaciones y condiciones de diseño se asocian con su uso. Por ejemplo, los sistemas en red no están permitidos para sistemas de tubería seca y sistemas de acción previa de enclavamiento doble, porque pueden quedar atrapadas cantidades excesivas de aire en las tuberías del sistema, lo que demora la llegada del agua a los rociadores en funcionamiento de manera significativa. Un sistema de acción previa con o sin enclavamiento único no está sujeto a este requisito.

## 2.6. Rociadores

Los rociadores son la parte más importante de la protección contra incendio, existen varios tipos de rociadores, pero cada rociador tendrá una característica relacionada con su patrón de descarga, orientación y tiempo de respuesta que puede variar y se aborda a continuación:

### 2.6.1. Patrón de descarga

Cuando el rociador se activa se liberará un bulbo y el agua se mueve a través de un orificio a un cierto flujo y presión. Esa agua luego choca con el deflector que está diseñado

para crear un determinado patrón de descarga. La mayoría de los patrones de descarga de rociadores pertenecen a una de las siguientes :

- **Rociadores pulverizadores estándar:** El rociador estándar se instala de acuerdo con las limitaciones específicas del área de cobertura y esta disponible en configuraciones colgantes, verticales y de pared lateral. Debido a que se ha demostrado que el rociador pulverizado estándar es efectivo para una amplia gama de peligros y aplicaciones mediante el ajuste de la densidad de descarga de agua, es popular y, hasta cierto punto sirve como punto de referencia para la medición y el rendimiento de los rociadores.
- **Rociadores de cobertura extendida:** Estos rociadores tienen un área de cobertura mas grade o extendida cuando se descargan. Esto ayuda a ahorrar costos de materiales y mano de obra porque no necesitas instalar tantos rociadores. La contrapartida es que podrían requerir un suministro de agua con una presión mas alta para descargar a la tasa de flujo as alta necesaria para cubrir el área mas grande para la que fueron diseñados. Los rociadores de cobertura extendida también vienen en varias orientaciones y tipos de respuesta.

### 2.6.2. Orientación de rociadores

Los rociadores están diseñados para instalarse en una determinada orientación. Si bien esto permite una mayor flexibilidad de diseño, también es importante asegurarse de que los rociadores se instalen en la orientación en la que están diseñados para instalarse.

- **Rociador colgante:** un rociador diseñado para instalarse de tal manera que el chorro de agua se dirija hacia abajo contra el deflector. Los rociadores colgantes son muy comunes, pero los rociadores colgantes estándar no se pueden usar con sistemas de tubería seca porque el agua puede quedar atrapada entre el rociador y la tubería del ramal, lo que hace que el hielo bloquee el flujo de agua. Rociador vertical: Los rociadores verticales tienen un patrón de descarga similar al de un rociador colgante. La diferencia es que los rociadores verticales se montan en la parte superior de los ramales o tramos y se instalan de tal manera que la descarga de agua se dirige hacia arriba contra el deflector. Los rociadores verticales se pueden usar en sistemas de tubería seca porque el agua no puede quedar atrapada.
- **Rociador de pared lateral:** Los rociadores de pared lateral generalmente se instalan a lo largo de una pared y descargan el agua lejos de la pared hacia la habitación o el espacio. Los rociadores de pared lateral se pueden montar en el costado, en la parte inferior o en la parte superior de un ramal, como se especifica en sus listados. El patrón de descarga se asemeja a un cuarto de esfera, con una pequeña porción de la descarga dirigida a la pared detrás del rociador.
- **Rociador empotrado:** un rociador en el que todo o parte del cuerpo está montado dentro de una carcasa empotrada. Algunos rociadores empotrados están destinados a estar parcialmente empotrados en una pared o techo, mientras que otros están diseñados para estar completamente al ras con la pared o el techo. Solo los rociadores diseñados y listados para ser instalados como rociadores empotrados pueden instalarse empotrados.
- **Rociador oculto:** un rociador empotrado con una placa de cubierta. La placa de cubierta generalmente se suelda al marco que se atornilla o empuja hacia el conjunto del rociador. La soldadura está diseñada para fundirse a una temperatura más baja que la temperatura de activación del rociador. Cuando la soldadura se derrite, la placa de cubierta se cae, lo que permite que el deflector del cabezal del rociador caiga por debajo de la altura del techo y distribuya el agua después de que se active el rociador.

### 2.6.3. Tipos de respuesta de rociadores

Los tipos de respuesta de los rociadores están determinados por su índice de tiempo de respuesta (RTI). Este es un método para medir la sensibilidad térmica en condiciones de prueba estandarizadas. Además del tiempo de respuesta de los rociadores, los rociadores también pueden tener diferentes elementos térmicos que están diseñados para activarse a diferentes temperaturas.

- **Rociador de respuesta rápida (QR):** Un tipo de rociador pulverizador que tiene un elemento térmico con un RTI de 50 (metro-segundos)  $1/2$  o menos y está catalogado como un rociador de respuesta rápida para su uso previsto. Un rociador de respuesta rápida es similar a un rociador de respuesta estándar, excepto que posee un elemento operativo de respuesta rápida, por lo que cuando se expone al mismo cambio de temperatura, un rociador de respuesta rápida funcionará más rápido que un rociador de respuesta estándar. Su tecnología se desarrolló a partir de la tecnología de rociadores residenciales, se prueban con los mismos criterios que los rociadores de respuesta estándar. Hay que tener en cuenta la diferencia en el tamaño de los elementos operativos de los rociadores QR y los rociadores de respuesta estándar. Cuando se utilizan bulbos de vidrio para rociadores pulverizadores estándar, el diámetro del bulbo de un rociador QR suele ser menor.
- **Rociador de respuesta estándar:** Los rociadores definidos como de respuesta estándar tienen un elemento térmico con un RTI de 80 (metros-segundos)  $1/2$  o más.

### 2.6.4. Rociadores especiales

- **Rociador residencial:** un tipo de rociador de respuesta rápida que tiene un elemento térmico con un RTI de 50 (metros-segundos)  $1/2$  o menos que se ha investigado específicamente por su capacidad para mejorar la capacidad de supervivencia en la sala de origen del incendio y que está listado para su uso en la protección de unidades de vivienda. Los rociadores residenciales están diseñados para evitar descargas disruptivas, por lo que el patrón de descarga arroja agua mucho más alto. Los rociadores residenciales deben pasar pruebas de humectación de paredes además de la distribución del piso.
- **Rociador seco:** A veces denominados rociadores de barril seco, los rociadores secos se utilizan en áreas donde los rociadores y las tuberías están sujetos a temperaturas cercanas al punto de congelación, como congeladores o balcones. Un rociador seco o rociador de barril seco es un rociador que está asegurado en un niple de extensión que tiene un sello en el extremo de entrada para evitar que entre agua en el niple hasta que el rociador funcione. Los rociadores secos se utilizan para que un sistema de tubería húmeda pueda servir a un área que está sujeta a congelamiento reteniendo el agua en un espacio que puede mantenerse por encima del punto de congelación.
- **Rociadores abiertos:** Los rociadores abiertos se utilizan en sistemas de diluvio. No son activados por elementos térmicos individuales, en cambio, el suministro de agua del sistema es retenido por una válvula de diluvio que se abre automáticamente (la mayoría de las veces mediante la activación de un sistema de detección de calor). Esto está destinado a entregar una gran cantidad de agua sobre un área específica en un corto período de tiempo. Por lo general, se utilizan para la protección contra incendios de alto riesgo o de rápida propagación.
- **Rociador institucional:** la instalación de rociadores en una instalación correccional o institucional puede ser complicada, ya que necesitan ser a prueba de manipulaciones. Los rociadores institucionales están especialmente diseñados para evitar que las personas les adhieran cualquier cosa que pueda causarles daño a ellos mismos o a

otros. También están hechos con componentes que no se pueden convertir fácilmente en armas improvisadas.

- **Rociador resistente a la corrosión:** un rociador fabricado con un material resistente a la corrosión, o con recubrimientos o placas especiales, para usarse en una atmósfera que normalmente corroería a los rociadores. Los rociadores resistentes a la corrosión están cubiertos con un revestimiento decorativo o resistente a la corrosión o están diseñados para una función específica. Se debe dar una consideración adicional a la resistencia a la corrosión de cualquier embellecedor adjunto. Los escudos de acero inoxidable y aluminio a menudo se prefieren al acero dulce en entornos hostiles

### 2.6.5. Rociadores de almacenamiento

La mayoría de los rociadores están diseñados para controlar un incendio. Esto significa que aplican agua al fuego para evitar que crezca fuera de control. Esto se hace para permitir que los ocupantes evacuen el edificio y que los bomberos lleguen y extingan completamente el fuego. Solo hay un tipo de rociador que está diseñado para extinguir completamente un incendio. Cuando se trata de los rociadores utilizados en la protección de las áreas de almacenamiento, notará que los nombres de los rociadores indican si controlan el fuego (modo de control) o lo suprimen (supresión temprana).

- **Modo de control de área de densidad (CMDA):** un tipo de rociador diseñado para proporcionar control de incendios en aplicaciones de almacenamiento utilizando los criterios de diseño de densidad/área.
- **Modo de control para aplicaciones específicas (CMSA):** Estos están diseñados para aplicaciones tales como ocupaciones de almacenamiento. Estos diseños, junto con la mayoría de los otros tipos de rociadores, están destinados a controlar el fuego, no a extinguirlo. Los rociadores CMSA son un tipo de rociador que puede producir gotas de agua grandes y características y que se enumeran por su capacidad para proporcionar control de incendios de peligros de incendios específicos de alto desafío. Este término pretende incorporar una amplia variedad de rociadores capaces de controlar incendios en escenarios de incendios de alto desafío. Tenga en cuenta que los rociadores CMSA están probados para su uso en configuraciones de almacenamiento específicas y necesitan usarse de acuerdo con su listado. Es posible que escuche que algunas personas se refieren a los rociadores CMSA como rociadores de gota grande.
- **Respuesta rápida de supresión temprana (ESFR):** Al igual que los rociadores CMSA, los rociadores ESFR están diseñados para ocupaciones de almacenamiento. Aunque, los rociadores ESFR están diseñados para suprimir incendios en lugar de controlarlos. Estos están diseñados para proteger el almacenamiento en estanterías sin necesidad de protección con rociadores en el estante. El concepto ESFR consiste en aplicar suficiente agua al combustible en llamas durante las primeras fases del incendio y penetrar en la columna de fuego en desarrollo, logrando la supresión. Los rociadores ESFR tienen un elemento térmico con un RTI de 50 (metros-segundos)  $1/2$  o menos y están listados por su capacidad para suprimir incendios de peligros de incendios específicos de alto desafío. Se necesita tener cuidado para evitar confundir los rociadores ESFR con otros tipos de rociadores que están equipados con elementos operativos de respuesta rápida. Un rociador sin ESFR con un elemento de respuesta rápida no está diseñado específicamente para lograr la supresión de incendios. Se tiene que considerar la relación entre la sensibilidad térmica, la densidad entregada real y la densidad entregada requerida.
- **Rociador de Nivel Intermedio:** Un rociador equipado con protectores integrales para proteger sus elementos operativos de la descarga de rociadores instalados en ele-

vaciones más altas. Los rociadores de nivel intermedio suelen estar diseñados para su uso en sistemas de rociadores de almacenamiento en estanterías donde sus elementos térmicos deben protegerse de la descarga de agua de los rociadores superiores. Otras aplicaciones en las que se pueden encontrar rociadores de nivel intermedio incluyen áreas debajo de pasarelas cuadrículadas abiertas.

### 3. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la instalación de un sistema de seguridad contra incendio para un hospital público de nivel 8 de complejidad; de tipo red húmeda, a base de rociadores automáticos, complementado con el uso de extintores y manguera ya existentes.

#### 3.1. Ubicación

El hospital público es un hospital de nivel 8 en cuanto a complejidad se refiere que se encuentra ubicado en la zona del B° Martín de Güemes y B° Fuerza aérea, en la localidad de Río Gallegos, provincia de Santa Cruz, frente al complejo cultural.

**País:** Argentina

**Provincia:** Santa Cruz

**Localidad:** Río Gallegos

**Dirección:** José Ingenieros N° 98



Figura 28: Ubicación del hospital

## 3.2. Características de la edificación

### 3.2.1. Planta Baja

Se caracteriza por contar con áreas recreativas y áreas comunes para los hospedados (hall de entrada, confitería, baños públicos, consultorios de diversas especialidades, pequeño salón de usos múltiples, recepción etc.), así como áreas para los servicios, empleados y administradores (sala de juntas, recursos humanos, área de lockers, comedores, almacenes de limpieza, etc.).

Área PB: 7348,26 m<sup>2</sup>



Figura 29: Plano de planta-Planta baja-Ver Anexo

### 3.2.2. Primer piso (1° piso)

La distribución de las distintas habitaciones disponibles del hospital es la siguiente:

Área P1: 5996 m<sup>2</sup>

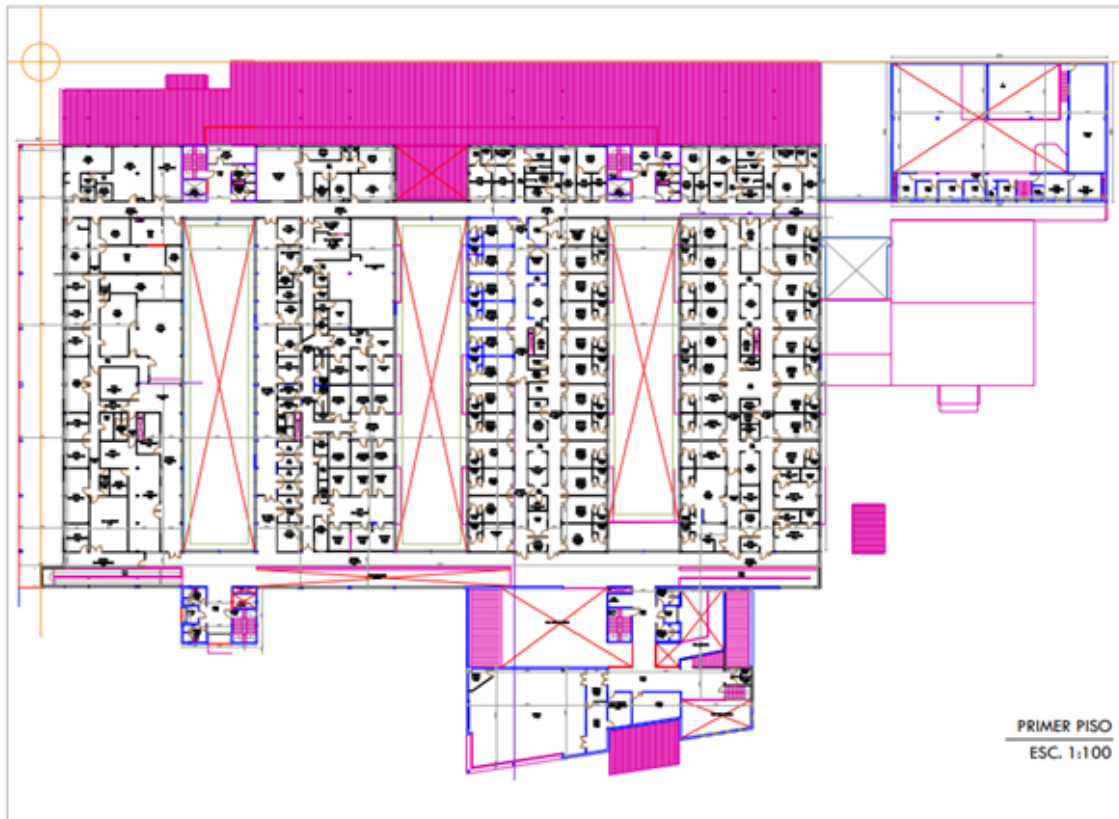


Figura 30: Plano de planta-Primer Piso-Ver Anexo

### 3.2.3. Segundo piso (2° piso)

La distribución de las distintas habitaciones disponibles del hospital es la siguiente:

Área P2: 4854 m<sup>2</sup>

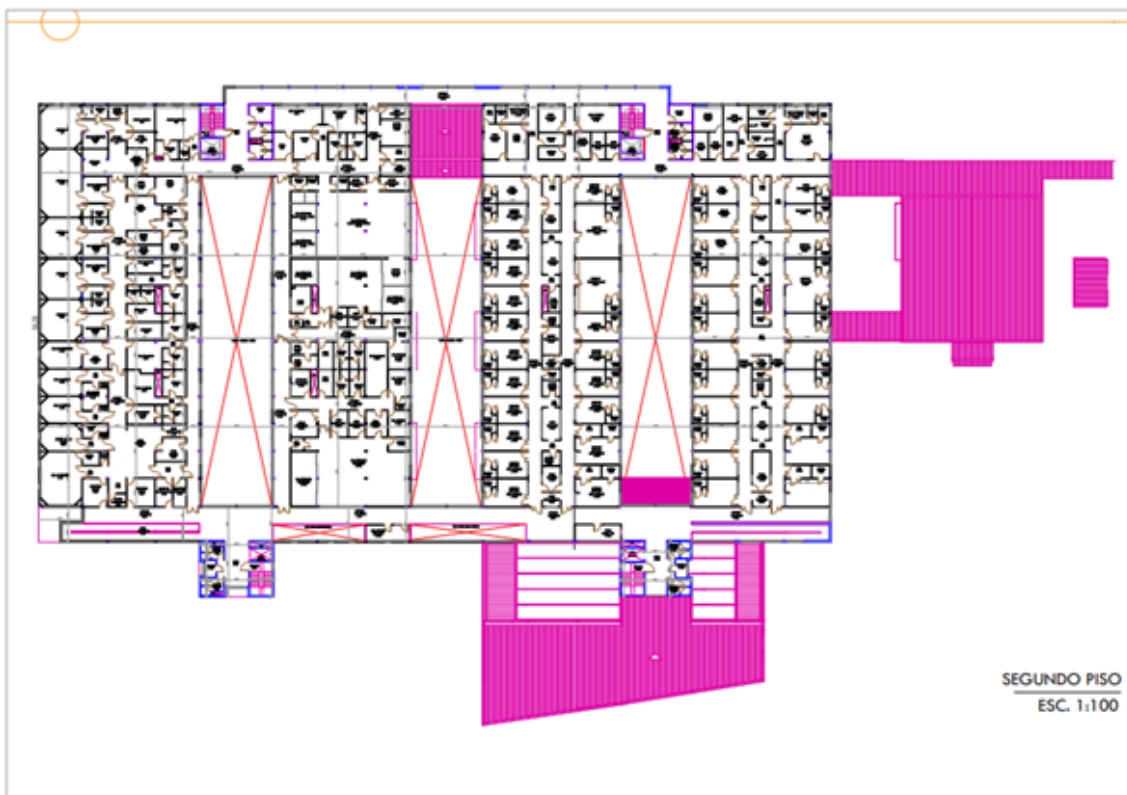


Figura 31: Plano de planta-Segundo Piso-Ver Anexo

### 3.2.4. Descripción de recintos

**Hall de entrada y central:** Es aquella área en la cual los usuarios deben entrar en el edificio y no sólo orientarse de manera visual e instintiva, sino encontrar toda la información que requieren: puestos de atención al público, pantallas, carteles, etc. Tanto la solución arquitectónica como los materiales deben ser pensados en función de la importancia simbólica de este espacio, para dotarlo de una imagen de calidad y seriedad institucional, pero a la vez para dar una primera impresión acogedora y tranquilizadora al paciente. El hall debe contar con un acceso vehicular y ser absolutamente accesible para todo tipo de pacientes.

**Circulaciones generales o Pasillos:** los edificios hospitalarios pueden ser complejos y de gran tamaño y los usuarios suelen hallarse en una situación de estrés y ansiedad que no facilita su orientación. Es fundamental que las circulaciones generales estén correctamente dimensionadas para no transmitir la sensación de “pasillo interminable” aun cuando los recorridos sean efectivamente largos. Esto se logra con el diseño cuidadoso de la relación entre los pasillos y los espacios exteriores, el ritmo de los espacios adyacentes (esperas, zonas de atención al público, etc.) y la inclusión de luz natural.

**Zonas de espera:** deben preverse espacios adecuados para pasar las largas horas de espera que suelen estar asociadas a los tratamientos médicos: áreas con mobiliario resistente pero acogedor, distribución flexible que permita tanto una espera tranquila y silenciosa en soledad como la formación de grupos en pequeñas zonas de estar. Es fundamental la iluminación artificial cálida, y la luz natural siempre que sea posible. También es importante la provisión de pantallas de televisión que puedan servir tanto para los sistemas de entretenimiento como para información general del centro. Es conveniente prever conexión de datos vía wifi e incluso zona de acceso a ordenadores y pantallas donde los usuarios puedan consultar información general sobre los servicios y, dependiendo de la organización del centro, incluso gestionar citas, esperas, etc. Es importante la relación de estos espacios con el exterior y con la naturaleza, ya que las familias y acompañantes pueden pasar largo tiempo en estas áreas, y también es conveniente que se encuentren cerca de los puntos de información, de manera de minimizar los traslados.

**Sala de esterilización:** La sala de esterilización es el área donde se realiza el proceso de producción y distribución de material estéril para su uso clínico. Así mismo, recibe, acondiciona, procesa, controla y almacena equipamiento biomédico e instrumental.

**Sala de Autoclave:** dicha sala existe un recipiente de presión metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para una cocción o una esterilización con vapor de agua a fin de esterilizar materiales e instrumentos quirúrgicos.

**Consultorios varios:** Los consultorios hospitalarios son áreas dentro de un hospital donde los pacientes reciben atención médica ambulatoria, es decir, sin necesidad de ser internados. En estos consultorios, los pacientes pueden consultar con médicos especialistas, realizarse exámenes de diagnóstico, y recibir tratamientos específicos según su condición médica.

Los consultorios hospitalarios suelen estar organizados por especialidades, como cardiología, dermatología, pediatría, entre otras, y permiten a los pacientes recibir atención continua y especializada sin la necesidad de una hospitalización completa. Además, estos consultorios pueden estar equipados con tecnología avanzada para realizar pruebas y procedimientos médicos menores.

**Sala de Cocina:** La función de la sala de cocina en un hospital es la de preparar comidas para pacientes, personal y, en algunos casos, visitantes. Esta área debe cumplir con estrictas normas de higiene y seguridad alimentaria. Esta suele estar equipada con electrodomésticos industriales, áreas de preparación, almacenamiento de alimentos, y áreas de lavado de utensilios.

Se trabaja en la elaboración de dietas específicas adaptadas a las necesidades médicas de cada paciente siempre respetando las normativas de seguridad alimentaria para evitar la contaminación cruzada, manteniendo la seguridad y calidad del alimento.

**Lavadero:** La Función del lavadero en un hospital es el lavado, secado y planchado de la ropa hospitalaria, como sábanas, toallas, uniformes médicos, y ropa de paciente. Está equipado con lavadoras y secadoras industriales, áreas de clasificación, planchas y almacenamiento para ropa limpia y sucia. La ropa sucia es manejada siguiendo protocolos estrictos para evitar la propagación de infecciones.

**Salas de enfermería:** Las salas de enfermería en un hospital son áreas críticas donde se lleva a cabo la atención directa y continua a los pacientes. Estas salas están diseñadas para facilitar el trabajo de las enfermeras y otros profesionales de la salud, garantizando que los pacientes reciban el cuidado necesario.

Funciones de las Salas de Enfermería: En las salas de enfermería se monitorizan a los pacientes, administran medicamentos, realizan procedimientos médicos menores, y brindan cuidado personal. Las enfermeras coordinan el plan de cuidado del paciente, colaborando con médicos y otros profesionales de la salud. También registran información clave sobre la evolución del paciente, además del cuidado físico, las enfermeras brindan educación y apoyo emocional tanto a los pacientes como a sus familias, explicando procedimientos, tratamientos y cuidados en el hogar.

Es fundamental mantener un ambiente estéril y limpio para prevenir infecciones, con protocolos estrictos de desinfección.

**Depósito de farmacia:** El depósito de farmacia en un hospital es una instalación crucial para el almacenamiento y la gestión de los medicamentos y otros productos farmacéuticos que se utilizan en la atención de los pacientes. Este espacio debe cumplir con normas rigurosas de seguridad y organización para garantizar que los medicamentos estén disponibles y sean administrados de manera segura y eficiente.

**Características del Depósito de Farmacia:**

**Espacio de Almacenamiento:** Equipado con estanterías, gabinetes, y refrigeradores especiales para el almacenamiento adecuado de diferentes tipos de medicamentos. Los productos suelen estar organizados por categorías para facilitar su localización y manejo.

**Control de Temperatura y Humedad:** Los depósitos de farmacia están equipados con sistemas de control ambiental para mantener los medicamentos en las condiciones óptimas. Esto es especialmente importante para productos sensibles como vacunas y otros biológicos.

**Registro y Documentación:** Todo movimiento de medicamentos, ya sea entrada o salida, debe ser registrado meticulosamente. Esto asegura un control estricto sobre el uso de medicamentos y facilita las auditorías.

**Acceso Restringido:** Para garantizar la seguridad, el acceso al depósito de farmacia suele estar limitado al personal autorizado, como farmacéuticos y técnicos en farmacia.

**Depósito de Vacunas:** Está diseñado para almacenar diferentes tipos de vacunas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Esto es esencial para mantener la eficacia de las vacunas. Se realiza un control riguroso del inventario de vacunas, incluyendo la fecha de caducidad, lote, y cantidad disponible, para asegurar que se utilicen de manera

eficiente y antes de que expiren.

Las vacunas deben almacenarse en refrigeradores o congeladores específicos, dependiendo de los requisitos de cada vacuna. Estos sistemas deben mantener una temperatura constante y ser monitoreados continuamente.

El depósito cuenta con termómetros y registradores de temperatura para asegurar que las vacunas se mantengan dentro del rango adecuado. Las desviaciones de temperatura se documentan y se actúa inmediatamente para prevenir la pérdida de vacunas.

El acceso al depósito de vacunas está restringido al personal autorizado, y existen medidas de seguridad para evitar el robo o mal manejo de las vacunas.

**Depósito de Residuos Patológicos:** Este depósito se utiliza para el almacenamiento temporal de residuos patológicos antes de su eliminación. Los residuos patológicos incluyen material biológico contaminado, como tejidos, sangre, jeringas usadas, y otros desechos médicos que representan un riesgo para la salud.

Los residuos se clasifican y almacenan en contenedores especiales que son resistentes a perforaciones y están debidamente etiquetados, según el tipo de desecho.

Los residuos se preparan para su transporte y eliminación, que debe realizarse mediante métodos seguros como la incineración o el tratamiento en plantas especializadas.

**Características:**

**Contenedores Específicos:** Se utilizan contenedores específicos para diferentes tipos de residuos (biológicos, punzocortantes, etc.) para evitar mezclas peligrosas y asegurar un manejo seguro.

**Control de Acceso:** El depósito de residuos patológicos está ubicado en un área de acceso restringido y solo el personal capacitado puede manejar estos desechos.

**Ventilación y Control Ambiental:** El depósito debe estar bien ventilado para evitar la acumulación de olores y gases peligrosos. Además, las condiciones ambientales deben evitar la proliferación de patógenos.

**Depósito de alimentos:** El depósito de alimentos en un hospital es una instalación crítica donde se almacenan los productos alimenticios que serán utilizados para preparar las comidas de los pacientes, el personal y, en algunos casos, los visitantes. Este depósito debe cumplir con estrictas normativas de seguridad alimentaria para garantizar que los alimentos se mantengan en condiciones óptimas y se eviten riesgos de contaminación.

Se utiliza para almacenar una amplia variedad de alimentos, incluyendo productos frescos, congelados, secos, y enlatados, que serán utilizados en la preparación de las comidas.

**Características del Depósito de Alimentos:** El depósito de alimentos cuenta con sistemas de Refrigeración y Congelación, dado que los alimentos perecederos, como carnes, lácteos y productos frescos, deben almacenarse en refrigeradores y congeladores que mantengan temperaturas constantes y adecuadas para evitar la descomposición. Por otro lado, están los alimentos secos como cereales, harinas, y conservas, que se almacenan en estanterías en áreas ventiladas y secas para prevenir la humedad.

**Planta reductora:** Una planta reductora de gas es una instalación diseñada para reducir la presión del gas natural o de otro tipo de gas desde una alta presión (generalmente la presión a la que se transporta por las redes de distribución) a una presión más baja adecuada para el consumo en hogares, industrias o plantas de energía. Estas plantas están equipadas con dispositivos como válvulas reductoras de presión, sistemas de regulación y monitoreo, y mecanismos de seguridad para asegurar que el gas se entregue a una presión constante y segura.

**Poder calorífico del gas natural:**  $9300 \text{ kcal}/m^3$

**Taller electromedicina** El Servicio de Electromedicina es el servicio de asistencia técnica cuya actividad abarca el mantenimiento de la totalidad del equipamiento asistencial del Hospital e instalaciones específicas que dan cobertura al mismo, así como su gestión a través de la Unidad de Inventario perteneciente al mismo. En la zona podremos encontrar:

- Equipos de Diagnóstico y Reparación:
- Herramientas de Mano
- Componentes y Piezas de Repuesto
- Estaciones de Trabajo
- Equipos de Soldadura
- Equipos de Protección Personal (EPP)
- Almacenamiento y Documentación

**Taller de mantenimiento:** Es la instalación donde se almacenan, mantienen y utilizan los equipos y herramientas para la reparación, ajuste y ensamblaje de activos dentro de una empresa. Por eso, en un taller de mantenimiento se alojan materiales y consumibles variados.

**Comedor del personal:** Se trata de una sala en la que la empresa no ofrece un servicio gratuito de comida, pero donde los empleados cuentan con numerosas opciones para adquirir comida, bebida y café a un precio más bajo que en la calle. Los empleados aprovechan este espacio y tiempo para hablar. Se pueden encontrar los siguientes materiales

- Mesas y sillas: Dispuestas en diferentes configuraciones para acomodar tanto a pequeños grupos como a individuos.
- Sillones: Para áreas de descanso más informales.
- Barras y taburetes: Para opciones de comidas rápidas o individuales.
- Estaciones de autoservicio: Incluyen utensilios, servilletas, condimentos, etc.
- Electrodomésticos: microondas, refrigeradores, maquinas de café y té, etc

**Oficinas:** Zona destinada a tareas administrativas, encontraremos distintos tipos de elementos como pueden ser computadoras, mesas, sillas, papeles, estantes, etc

**Sala de máquinas:** Es una instalación crítica que alberga el equipo mecánico, eléctrico y de soporte vital necesario para el funcionamiento continuo y seguro del hospital. Esta área está diseñada para asegurar que todos los sistemas de soporte funcionen sin interrupciones, lo cual es crucial en un entorno médico donde la confiabilidad y la redundancia son esenciales. Los elementos que se pueden encontrar son:

- Sistemas de Bombeo
- Chillers y Enfriadores
- Generadores de Energía de Respaldo
- Líquidos inflamables
- Refrigerantes

**Sala de costura:** Es un espacio dedicado principalmente al diseño, confección y reparación de prendas y textiles utilizados dentro del propio centro médico. Se encuentran los siguientes elementos

- **Máquinas de Coser Industriales:** Máquinas robustas diseñadas para manejar grandes volúmenes de costura y una variedad de materiales, incluidos tejidos pesados

y sintéticos.

- **Mesas de Corte y Trabajo:** Mesas grandes y estables utilizadas para cortar telas y organizar el trabajo de costura.
- **Equipos de Planchado:** Planchas industriales para alisar y preparar las telas antes de la costura.
- **Almacenamiento de Materiales:** Estanterías y armarios para almacenar telas, hilos, botones, cierres y otros suministros de costura.
- **Patrones y Plantillas:** Patrones de diferentes tamaños y estilos para cortar y confeccionar prendas según las necesidades del hospital.
- **Equipos de Medición:** Cintas métricas, reglas y otros instrumentos para medir y marcar telas con precisión.
- **Equipos de Seguridad y Protección Personal**

**Shock room** La habitación de shock en un hospital es un área especialmente designada y equipada para la atención de pacientes que llegan en estado de shock. El shock es una condición médica grave en la cual el flujo sanguíneo y el suministro de oxígeno a los órganos y tejidos del cuerpo están comprometidos de manera significativa. Esto puede deberse a diversas causas, como pérdida de sangre severa, traumatismos graves, infecciones graves, reacciones alérgicas severas, entre otras. Las características del shock room suelen incluir:

**Equipamiento especializado:** Como monitores cardíacos, equipos de soporte respiratorio, y equipos para administrar líquidos intravenosos de manera rápida y controlada.

**Accesibilidad y ubicación:** Debe estar ubicada estratégicamente para permitir un acceso rápido desde la sala de emergencias o desde donde se haya identificado la emergencia médica.

El objetivo principal del shock room es estabilizar rápidamente al paciente en estado de shock, proporcionando los cuidados médicos y tratamientos necesarios para mejorar su condición y prevenir complicaciones graves.

**Consultorio:** Un consultorio médico en un hospital generalmente contiene equipos médicos básicos, suministros clínicos y muebles específicamente diseñados para facilitar la consulta médica y el tratamiento de pacientes ambulatorios. Algunos elementos típicos que se pueden encontrar en un consultorio incluyen:

- **Equipos médicos:** Como camillas o camas para examen, sillas para pacientes, equipos de diagnóstico básico (como tensiómetros, estetoscopios, termómetros), y equipos de ilumina
- **Suministros clínicos:** Como material desechable (guantes, gasas, vendajes), materiales de limpieza y desinfección, y medicamentos de uso común.
- **Muebles y almacenamiento:** Gabinetes para almacenamiento de suministros médicos y registros de pacientes, escritorios o estaciones de trabajo para el personal médico y de enfermería.

**Taller de Serigrafía:** Un taller de serigrafía en un hospital podría tener varios propósitos y beneficios, dependiendo de cómo se organice y se utilice. Aquí algunas posibles funciones y beneficios:

- **Terapia Ocupacional:** Podría ser utilizado como parte de programas de terapia ocupacional para pacientes hospitalizados o en rehabilitación. La serigrafía puede ayudar a mejorar la destreza manual, la coordinación ojo-mano, y ofrecer una actividad creativa y terapéutica.
- **Actividad Recreativa y Educativa:** Un taller de serigrafía podría proporcionar

una actividad recreativa y educativa para pacientes, personal médico y visitantes. Podría ofrecer cursos cortos o talleres donde los participantes aprendan la técnica de serigrafía y creen sus propias impresiones.

### **3.3. Equipos del Hospital**

- 1 Tomógrafo Helicoidal Computado.
- 1 Resonador Nuclear Magnético.
- 1 Mamógrafo.
- 1 Ecodoppler.
- 2 Ecógrafos.
- 1 Cámara Gamma.
- 10 Equipos de Diálisis y 4 Videos Sistemas para Cirugías Endoscópicas, que permiten brindar un amplio servicio a toda la Región.

La administración del Hospital está a cargo de un Director Médico y un Director Médico Asociado de quienes depende el Área Médica. El área Administrativa por un Gerente Gral. Administrativo y de Recursos Humanos. Su estructura está dividida en departamentos.

## 4. Diseño de la red contra incendios

Para el diseño de la red contra incendio por sistema de rociadores se baso directamente en la NFPA 13 (Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores) edición 2019, esta norma establece requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistema de rociadores de incendio automáticos.

Cabe aclarar que esta norma redacta con el supuesto de que el sistema de rociadores debe estar diseñado para la protección contra un único incendio que se origine dentro del edificio.

Se diseñó el sistema con el fin de proveer un grado razonable de protección contra incendio para la vida de las personas que habiten el Hospital Público y los bienes que integren al mismo a través de la normalización del diseño, requisitos de instalación y diseño para sistemas de rociadores, entre los que se incluyen las tuberías.

NFPA 13 se aplica para diseñar:

- Rociadores.
- Accesorios.
- Tuberías.
- Válvulas.
- Características y adecuación de los suministros de agua.

El diseño del sistema de red contra incendio en base a los planos arquitectónicos **9249-002-C-001\_Rev A Planta Baja; 9249-002-C-001\_Rev A Primer Piso, 9249-002-C-001\_Rev A Segundo Piso**, donde en él se incluyen el nombre de cada uno de los recintos junto con un número de identificación de recinto, ejemplo:

### Lavadero B-132

#### 4.1. Clasificación de riesgo

Esta clasificación nos da pautas para el correcto diseño y el nivel de protección determinando parámetros tales como:

- Área de protección de rociador.
- Cantidad de rociadores.
- Densidad.
- Caudal por rociador.

Las clasificaciones de riesgo por área se pueden determinar por medio de tablas que nos brinda nfpa o a través de criterio propio ya que algunos recintos no están clasificados, esto dependerá del nivel de combustibilidad del área. Las clasificaciones son las siguientes:

##### 4.1.1. Riesgo Leve

1. Refugios para animales
2. Iglesias
3. Clubes
4. Aleros o voladizos si son de construcción combustible sin materiales combustibles abajo
5. Ocupaciones educacionales
6. Hospitales, entre los que se incluyen hospitales para animales e instalaciones veterinarias
7. Ocupaciones institucionales
8. Criaderos de perros

9. Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados
10. Museos
11. Hogares de cuidados intermedios o centros de convalecencia
12. Oficinas
13. Ocupaciones residenciales
14. Áreas de asientos de restaurantes
15. Teatros o auditorios sin incluir escenarios
16. Áticos no utilizados

#### **4.1.2. Riesgo Ordinario (Grupo 1)**

1. Estacionamientos y exposiciones de automóviles
2. Panaderías
3. Fabricación de bebidas
4. Conserveras
5. Fabricación y procesamiento de productos lácteos
6. Plantas de productos electrónicos
7. Fabricación de vidrio y productos de vidrio
8. Lavanderías
9. Áreas de servicios de restaurantes
10. Porches techados
11. Salas de mecánica

#### **4.1.3. Riesgo Ordinario (Grupo 2)**

1. Instalaciones agrícolas
2. Caballerizas y establos
3. Molinos cerealeros
4. Plantas químicas — productos químicos ordinarios
5. Productos de confitería
6. Destilerías
7. Tintorerías (lavado en seco)
8. Muelles exteriores de carga
9. Molinos de granos
10. Establos para caballos
11. Fábricas de productos de cuero
12. Bibliotecas — áreas de grandes salas con libros apilados
13. Talleres de maquinarias
14. Instalaciones de trabajo de metales
15. Ocupaciones mercantiles
16. Plantas de elaboración de papel y pulpa
17. Plantas procesadoras de papel
18. Muelles y embarcaderos
19. Fabricación de plásticos, que incluye el moldeo por soplado, la extrusión y el maquinado; no incluye operaciones que utilizan fluidos combustibles hidráulicos
20. Oficinas de correo
21. Imprentas y talleres de artes gráficas

22. Áreas de establos/caballerizas de pistas de carrera, entre las que se incluyen aquellas áreas de establos/caballerizas, graneros y edificios asociados en recintos feriales estatales, del condado y locales
23. Talleres de reparación
24. Áreas de aplicación de resinas
25. Escenarios
26. Fabricación de productos textiles
27. Fabricación de neumáticos
28. Fabricación de productos del tabaco
29. Maquinado de maderas
30. Ensamblaje de productos madereros

#### **4.1.4. Riesgo Extra (Grupo 1)**

1. Hangares para aeronaves (excepto según lo reglamentado en NFPA 409)
2. Áreas de uso de fluidos hidráulicos combustibles
3. Fundición a presión
4. Extrusión de metales
5. Fabricación de madera laminada y aglomerado
6. Imprenta [uso de tintas con puntos de inflamación momentánea por debajo de 100°F (38°C)]
7. Recuperación, composición, secado, fresado, vulcanizado de caucho
8. Aserraderos
9. Selección de fibras, apertura, mezcla, deshilachado o cardado de textiles, combinación de algodón, sintéticos, borra de lana o arpillera
10. Tapizado con espumas de plástico

#### **4.1.5. Riesgo Extra (Grupo 2)**

1. Saturación de asfalto
2. Pulverización de líquidos inflamables
3. Área de recubrimiento por chorro
4. Ensamblajes de viviendas prefabricadas o de edificios modulares (donde hubiera un cerramiento acabado y con interiores combustibles)
5. Enfriado en aceite en cuba abierta
6. Fabricación de plásticos
7. Limpieza con solventes
8. Barnizado y pintado por inmersión
9. Apiladores de automóviles y sistemas de elevación de automóviles para 2 automóviles apilados verticalmente

Como se puede observar un hospital público entra en una clasificación de riesgo leve, sin embargo, al ser un edificio tan complejo y con diferentes recintos de distintos tipos de riesgo se realizará la clasificación sala por sala, la clasificación general nos ayudara a determinar el área de cobertura que podemos proteger con un montante el cual se obtiene en el punto 4.5 de la norma.

“El área de piso máxima en cualquiera de los pisos que va a ser protegido mediante rociadores abastecidos por un montante cualquiera del sistema de rociadores o montante del sistema combinado debe ser la siguiente:”

1. **Riesgo leve** — 52,000 pies2 (4830 m2)
2. **Riesgo ordinario** — 52,000 pies2 (4830 m2)
3. **Riesgo extra** — Calculado hidráulicamente — 40,000 pies2 (3720 m2)
4. **Almacenamiento en pilas de gran altura** — Almacena miento en pilas de gran altura (según se define en 3.3.95) y almacenamiento cubierto por otras normas NFPA — 40,000 pies2 (3720 m2)
5. **Almacenamiento en estanterías** — 40,000 pies2 (3720 m2)

#### Áreas netas por piso del hospital

Planta baja: 6382 [m<sup>2</sup>]

Primer piso: 3796 [m<sup>2</sup>]

Segundo piso: 3934 [m<sup>2</sup>]

La clasificación de los riesgos se basó en el Capítulo 4 de la NFPA 13, y se obtuvo la tabla que se encuentra en el ANEXO. (**Clasificación de recintos-Planta Baja, Clasificación de recintos-Primer piso, Clasificación de recintos-Segundo piso**).

#### 4.2. Diseño por metodo Densidad/Área

Una vez determinado el riesgo de cada recinto debemos determinar el área de cada habitación para luego definir la densidad de riego necesario para proteger dicho recinto.

En la norma NFPA 13 versión 2019 se usaban gráficas para determinar la densidad, pero a partir de la versión 2022 se usan tablas para estandarizar los valores y que no varíe tanto usando solo los extremos. La grafica seguirá vigente pero solo para el uso en caso de modificaciones o evaluaciones de sistemas ya existentes.

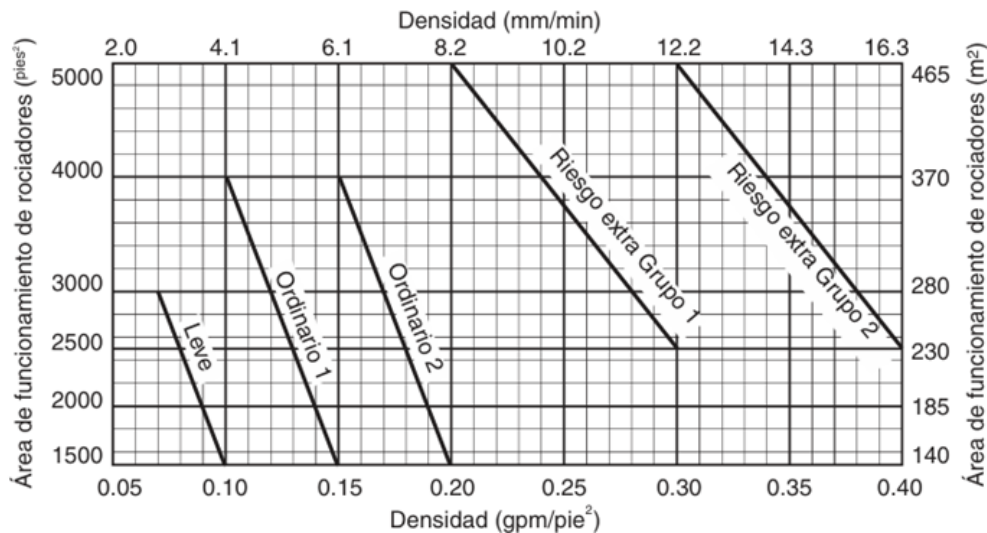


Figura 32: Grafico-Densidad/Área (Versión 2019)

Con la densidad del área determinada podremos calcular el caudal necesario a aportar a dicha habitación usando la siguiente formula

$$Q \text{ [gpm]} = \text{Area [ft}^2\text{]} \cdot \text{densidad} \left[ \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2} \right]$$

Una vez tenemos el caudal necesario por habitación tendremos que determinar la cantidad de rociadores y la cantidad de ramales. En nuestro caso al tener un edificio con muchas

<b>Riesgo</b>	<b>Densidad/Área [gpm/ft<sup>2</sup>/ft<sup>2</sup>(mm/min/m<sup>2</sup>)]</b>
Leve	0.1/1500 or 0.07/3000*(4.1/140 or 2.9/280)
Ordinario (Grupo 1)	0.15/1500 or 0.12/3000*(6.1/140 or 4.9/280)
Ordinario (Grupo 2)	0.2/1500 or 0.17/3000*(8.1/140 or 6.9/280)
Extra (Grupo 1)	0.3/2500 or 0.28/3000*(12.2/140 or 11.4/280)
Extra (Grupo 2)	0.4/1500 or 0.38/3000*(16.3/140 or 15.5/280)

Tabla 1: Densidad/Área-Version 2022

separaciones dejaremos de lado el cálculo de ramales ya que es óptimo compartir ramales en varias habitaciones así tanto el diseño como el montaje será mucho más sencillo.

$$\text{N}^\circ \text{ de rociadores} = \frac{\text{Área de la habitación}}{\text{Área de protección de los rociadores}}$$

El área de protección de los rociadores utilizados dependerá del tipo de riesgo en el que este clasificado el recinto. La norma nos proporcionara las distintas tablas a usar con el área de protección y el espaciamiento máximo de los mismo. Además, otra variable a tener en cuenta será el tipo de rociadores, por ejemplo, no es lo mismo si el rociador es estándar, de cobertura extendida, de accionamiento rápido (ESFR) o del tipo control (CMSA).

Un detalle a tener en cuenta es que cuando realizamos el cálculo de la cantidad de rociadores en caso de darnos un numero con decimales tendremos que usar el numero entero superior y no el entero más cercano.

Para los recintos clasificados según el tipo de riesgo se optó por rociadores del tipo estándar ya que no son habitaciones las cuales tienen grandes cantidades de elementos combustibles para la extensión del fuego.

#### 4.2.1. Área de protección para rociadores estándar riesgo leve

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección máxima		Espaciamiento máximo	
		pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
No combustible obstruida	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
No combustible obstruida	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
No combustible obstruida, sin miembros expuestos	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
Combustible no obstruida, sin miembros expuestos	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
Combustible no obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
Combustible no obstruida, con miembros expuestos a menos de 3 pies (910 mm) entre centros	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
e Combustible obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros	Todos	168	16	15	4.6
Combustible obstruida, con miembros a menos de 3 pies (910 mm) entre centros	Todos	130	12	15	4.6
Espacios ocultos combustibles de acuerdo con 10.2.6.1.4	Todos	120	11	15 en paralelo a la pendiente, 10 perpendicular a la pendiente*	4.6 en paralelo a la pendiente, 3.0 perpendicular a la pendiente*

Tabla 2: Áreas de protección y espaciamiento máximo-Riesgo Leve.

#### 4.2.2. Área de protección para rociadores estándar riesgo ordinario

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
Todas	Todos	130	12	15	4.6

Tabla 3: Área de protección y espaciamiento máximo-Riesgo Ordinario

#### 4.2.3. Área de protección para rociadores estándar riesgo extra

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
Todas	Cédula de tubería	90	8.4	12*	3.7*
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de $\geq 0.25$ gpm/pie <sup>2</sup> (10.2 mm/min)	100	9	12*	3.7*
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de $< 0.25$ gpm/pie <sup>2</sup> (10.2 mm/min)	130	12	15	4.6

Tabla 4: Área de protección y espaciamiento máximo-Riesgo Extra

Ahora por último tenemos que determinar el caudal por rociador para posteriormente con este valor iniciar el cálculo hidráulico y seleccionar la bomba.

$$Q_{\text{rociador}} = \text{Área de protección} \cdot \text{densidad}$$

#### 4.2.4. Ejemplo

A continuación, se dará un ejemplo de clasificación de un recinto:

**Recinto:** Lavadero

**Identificación:** B-132

**Clasificación de riesgo:** ordinario (grupo 1)

**Área:** 778,45 [*ft*<sup>2</sup>]

**Densidad /área:** 0,15 [gpm/*ft*<sup>2</sup>]

**Caudal:** 116,67 [gpm]

**Tipo de rociador:** ESTANDAR

**Factor K:** 5,6

**Área de cobertura del rociador:** 130 [*ft*<sup>2</sup>]

**N° de rociadores:** 5,98-6 rociadores

**Caudal por rociador:** 19,50 [gpm]

**Presión residual:** 12,13 [psi]

### 4.3. Diseño de la red contra incendio en depósitos

En el caso de depósitos no se debe tener en cuenta la clasificación de riesgo de las habitaciones, si no que su diseño se basa en que tipo de elementos se almacenan, la forma de almacenamiento, altura del cielorraso y la altura de las estanterías.

Tampoco usaremos la tabla de densidad/área ya que estos parámetros dependerán de tabla los cuales solo buscan garantizar una presión mínima de funcionamiento y un K de rociador mínimo, la densidad cambiara buscando cumplir los parámetros mencionados anteriormente.

Para el diseño del sistema de protección contra incendio en los depósitos no se contó con un relevamiento debido a la falta de permisos del hospital, por ende no se cuenta con detalles de los elementos almacenados en cada uno, simplemente tenemos una idea general ya que cada deposito tiene un titular en el plano (ej: deposito farmacia), además de esto tampoco contamos con la forma de almacenamiento (estanterías o palets) ni con la altura de las mismas o si están en cajas encapsuladas o abiertas en la parte superior.

Se tomó como estándar para simplificar el diseño que los almacenamientos son por medio de estanterías con una altura máxima de 6,1 m.

### 4.3.1. Características de diseño para estanterías

Disposición de almacenamiento	Clase de mercancía	Altura máxima de almacenamiento		Altura máxima de cielorraso/techo		K-Factor	Tipo de sistema	Cantidad de rociadores de diseño	Presión operativa mínima psi/bar
		pie	m	pie	m				
En estanterías de hilera única, doble y de hileras múltiples (no contenedores abiertos en su parte superior)	Clase I o II	20	6.1	30	9.1	11.2 (160) Montante	Húmedo	15	25 / 1.7
						16.8 (240) Montante	Seco	25	15 / 1.7
						19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	16 / 1.1
						25.2 (360) Colgante	Seco	25	1.0 / 0.07
	Clase I o II	25	7.6	40	12	11.2 (160) Montante	Húmedo	20	25 / 1.7
						16.8 (240) Montante	Seco	30	15 / 1
						19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	16 / 1.1
						25.2 (360) Colgante	Húmedo	15	10 / 0.7

Tabla 5: Características de diseño para estanterías de almacenamiento-Fragmento

### 4.3.2. Área de protección para rociadores CMSA

Tipo de construcción	Área de protección		Espaciamiento máximo	
	pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
No combustible no obstruida	130	12	12	3.7
No combustible obstruida	130	12	12	3.7
Combustible no obstruida	130	12	12	3.7
Combustible obstruida	100	9	10	3.0
Almacenamiento en estanterías, combustible obstruida	100	9	10	3.0
Almacenamiento en estanterías no obstruida y no combustible obstruida	100	9	12	3.7

Tabla 6: Área de protección y espaciamiento máximo-CMSA

### 4.3.3. Mercancías

#### Clase I

Título del producto	Producto
Baterías	Celdas secas (no incluye litio, iones de litio ni otros metales exóticos similares o electrolito combustible); no envasadas en blísteres (si están envasadas en blísteres, consultar las definiciones de la clasificación de mercancías)  Vehículo; tamaño pequeño (por ejemplo, automóviles); celdas húmedas (no incluye iones de litio ni otras celdas que contengan electrolito combustible)
Recipientes vacíos	No combustibles
Líquidos inflamables/ combustibles	Líquidos; hasta un 20 por ciento de alcohol (por ejemplo, bebidas alcohólicas, extractos saborizantes); en contenedores de metal, vidrio o cerámica  Líquidos; hasta un 20 por ciento de alcohol (por ejemplo, bebidas alcohólicas, extractos saborizantes); en botellas o frascos de plástico de hasta 5 gal (20 L)
Productos alimenticios — Congelados	Alimentos congelados; en envases no encerados o no de plástico
Líquidos no combustibles	Líquidos o semi-líquidos; contenedores de PET de más de 5 gal (20 L) con un espesor de pared nominal de más de 0.25 pulg. (6 mm)  Líquidos o semi-líquidos (por ejemplo, frutas y vegetales triturados); contenedores de plástico de hasta 5 gal (20 L) de capacidad  Líquidos; cajas de cartulina para bebidas, plastificadas, enceradas y/o revestidas con aluminio; expuestos o en bandejas de cartón corrugado con revestimiento plástico  Líquidos; en botellas o frascos de vidrio; en cajas de cartón
Plástico/Caucho	Plásticos; almacenados en contenedores de metal totalmente cerrados y sólidos (sin aberturas)
Polvos/Píldoras	Polvos; materiales en polvo o granulados no combustibles de flujo libre (cemento, cloruro de calcio, arcilla, óxido de hierro, cloruro de sodio, silicato de sodio, etc.); en bolsas  Polvos; no combustibles; en botellas o frascos de vidrio; en cajas de cartón
Conductores eléctricos/ Cables/Carretes	Cables; desnudos; carretes de metal, expuestos

Tabla 7: Ejemplos de mercancías Clase I

## Clase II

<b>Título del producto</b>	<b>Producto</b>
Recipientes vacíos	De madera; de laterales sólidos (por ejemplo, cajones, cajas)
Rollos de película (incluye película fotográfica)	Película; cinematográfica o rollos de película a granel en latas de policarbonato, polietileno o metal; en bolsas de polietileno; en cajas de cartón
Líquidos inflamables/ combustibles	Líquidos; hasta un 20 por ciento de alcohol (por ejemplo, bebidas alcohólicas, extractos saborizantes); en contenedores de plástico de más de 5 gal (20 L) y un espesor de pared de hasta $\frac{1}{4}$ pulg. (6 mm)  Líquidos; hasta un 20 por ciento de alcohol (por ejemplo, bebidas alcohólicas, extractos saborizantes); en contenedores de madera
Productos alimenticios — Congelados	Alimentos congelados; en envases encerados o de papel revestido con plástico
Productos alimenticios — No congelados	Carne; fresca; en envases no de plástico; en cajas de cartón  Sal; en cajas de cartón  Jarabe; en contenedores de madera
Electrodomésticos/ Materiales para viviendas	Electrodomésticos; principales (por ejemplo, cocinas, heladeras); sin molduras interiores o exteriores de plástico considerables; en cajas de cartón  Materiales para viviendas (tales como fregaderos, mesadas, etc.); no combustibles, en cajones o cajas de cartón
Varios	Alfombras de cuero; en balas  Amortiguadores; cubierta de polvo metálico
Líquidos no combustibles	Líquidos o semi-líquidos; contenedores de plástico (excepto PET) de más de 5 gal (20 L) de capacidad con un espesor de pared nominal de hasta 0.25 pulg. (6 mm)  Líquidos; productos farmacéuticos (no inflamables); en botellas o frascos de vidrio; en cajas de cartón
Productos de papel	Signaturas de libros (parte de papel de un libro sin la tapa dura)
Polvos/Píldoras	Píldoras farmacéuticas; en botellas o frascos de vidrio; en cajas de cartón  Polvos; combustibles (ordinarios como azúcar o harina); de flujo libre; en bolsas  Polvos; no combustibles; en botellas o frascos de PET

Tabla 8: Ejemplos de mercancías Clase II

### Clase III

<b>Título del producto</b>	<b>Producto</b>
Rollos de película (incluye película fotográfica)	Película; cartuchos de metal para película de 35 mm en latas de polietileno; en cajas de cartón Papel fotográfico; en hojas; en bolsas de polietileno; en cajas de cartón
Líquidos inflamables/ combustibles	Aerosol; Nivel 1
Productos alimenticios — Congelados	Alimentos congelados; en bandejas de plástico
Productos alimenticios — No congelados	Manteca (en barra o batida para untar) o margarina (hasta 50 por ciento de aceite) Alimentos secos (como productos horneados, caramelos, cereales, queso, chocolate, cacao, café, granos, azúcar granulado, frutos secos, etc.); en bolsas o en cajas de cartón Carne; fresca; en bandejas de plástico
Muebles y ropa de cama	Muebles; de madera (puertas, ventanas, gabinetes, etc.); sin cubiertas de plástico ni relleno de espuma Colchones de resortes (box spring); estándar (mínimos materiales de plástico)
Electrodomésticos/ Materiales para viviendas	Electrodomésticos; sin molduras exteriores de plástico considerables (el interior de la unidad puede tener considerable plástico) Tejas de techos; de fibra de vidrio recubierta con asfalto
Varios	Carbón; estándar (no impregnado con alcoholes minerales); en bolsas Cuero; productos terminados (por ejemplo, zapatos, campearas, guantes, carteras, valijas, cinturones) Amortiguadores; cubierta de polvo plástico Productos de tabaco; en cajas de cartón
Productos de papel	Cajas de cartón (como de planchuelas de cartulina); corrugado; no armadas, prolijamente apiladas Productos de papel celulósico; no encerado (por ejemplo, libros, juegos de cartulina, productos de papel tisú en cajas de cartón, revistas, diarios, vasos de papel, platos de papel, toallitas de papel, contenedores de papel plastificados para alimentos, artículos de papelería) En rollos; de peso medio o pesado; en estanterías para almacenamiento o sobre un lateral Productos de papel tisú; envueltos en plástico; en cajas de cartón

<b>Título del producto</b>	<b>Producto</b>
Plástico/Caucho	Melamina (melamina formaldehído) PCTFE (policlorotrifluoroetileno) Fenólicos PTFE (politetrafluoroetileno) Productos de PVC (cloruro de polivinilo), hasta un 20 por ciento de plastificante Resinas de PVC; en bolsas PVDC (cloruro de polivinilideno) PVDF (fluoruro de polivinilideno) Urea (urea formaldehído)
Materiales/ productos textiles	Tela; fibras naturales; en balas Ropa; fibras naturales (por ejemplo, lana, algodón) y viscosa Algodón; en cajas de cartón Pañales; de algodón o lino Género; sintético (excepto rayón y nailon); hasta 50/50 mezcla Hilos o hebras; sintéticos (excepto rayón y nailon); hasta 50/50 mezcla; carretes de madera o papel
Conductores eléctricos/ Cables/Carretes	Carretes; de madera; vacíos
Productos de madera	Productos de madera (por ejemplo, madera de fibras aglomeradas, madera cortada, madera de partículas aglomeradas, madera laminada, madera comprimida con bordes y extremos lisos); bloques no agrupados o no sólidos Productos de madera (por ejemplo, mondadientes, pinzas para colgar ropa y perchas)

Tabla 9: Ejemplos de mercancías Clase III

## Clase IV

<b>Título del producto</b>	<b>Producto</b>
Recipientes vacíos	Botellas o frascos de PET
Rollos de película (incluye película fotográfica)	Película; rollos en casetes de plástico de policarbonato; en cajas de cartón
Muebles y ropa de cama	Muebles; de madera; molduras de plástico no expandido en cubiertas de plástico Colchones de resortes (box spring); envueltos en cubierta de plástico
Electrodomésticos/ Materiales para viviendas	Aislamiento de fibra de vidrio; rollos con soporte papel; en bolsas o no en bolsas Revestimientos para pisos; de vinilo, baldosas apiladas Pintura; a base de aceite; en contenedores de metal con tapa a fricción; en cajas de cartón Tejas de techos; de fieltro impregnado con asfalto
Varios	Municiones; armas pequeñas y escopetas; en cajas de cartón Esquí; materiales compuestos (plástico, fibra de vidrio, espuma, etc.)
Líquidos no combustibles	Líquidos o semi-líquidos; contenedores de PET de más de 5 gal (20 L) con un espesor de pared nominal de más de 0.25 pulg. (6 mm)
Productos de papel	Cajas de cartón (como de planchuelas de cartulina); corrugado; parcialmente armadas Productos de papel celulósico; encerado (platos, vasos de papel, etc.); encajados; en cajas de cartón Fósforos; de papel; en cajas de cartón En rollos; de peso liviano; en estanterías para almacenamiento
Plástico/Caucho	Acetato de celulosa Caucho de cloropreno ECTFE (copolímero de etileno-clorotrifluoroetileno) ETFE (copolímero de etileno-tetrafluoroetileno) FEP (copolímero de etileno-propileno fluorado) Caucho de silicona
Polvos/Píldoras	Píldoras farmacéuticas; en botellas o frascos de plástico; en cajas de cartón Polvos; no combustibles; en botellas o frascos de plástico de hasta 1 gal (4 L) de capacidad; en cajas de cartón

Tabla 10: Ejemplos de mercancías de Clase IV

#### 4.3.4. Ejemplo

A continuación, se dará un ejemplo de clasificación de un recinto:

**Recinto:** Deposito (farmacia)

**identificación:** B-343

**Mercadería:** Clase II (píldoras/polvo – píldoras farmacéuticas, en botella o frascos de vidrio)

**Área:** 1480,37[ $ft^2$ ]

**Caudal:** 840 [gpm]

**Tipo de rociador:** CMSA

**Factor K:** 11,2

**Área de cobertura del rociador:** 100 [ $ft^2$ ]

**N° de rociadores:** 14,80-15 rociadores

**Presión residual mínima:** 25 [psi]

#### 4.4. Rociadores

Como se menciona anteriormente los rociadores seleccionados serán del tipo Standard para recintos que no se destinan al almacenamiento con un factor K de 5,6.

Por otro lado en depósitos se seleccionaron rociadores CMSA con un K de 11,2. Este valor de K es el mínimo permitido por tabla, exigiendo un mínimo de presión operativa de 25 psi.

Inicialmente, se consideró la utilización de rociadores ESFR en los depósitos. Sin embargo, esta opción fue descartada debido al incremento significativo en los requerimientos de la red, particularmente en términos de caudal, alcanzando aproximadamente 1200 GPM. Esta situación se presenta al emplear un rociador con un factor K de 22,4, lo que genera un aumento considerable en el caudal requerido, derivando en la necesidad de una bomba y un tanque de almacenamiento de mayor capacidad. Usando otras variedades de rociadores ESFR con un K menor como 14 y 16,8 se eleva demasiado la presión de la red, debido a que exigen un mínimo de presión de operación de 50 y 35 psi respectivamente.

##### 4.4.1. Rociadores seleccionados

###### Rociador Standart



Figura 33: VK 102

###### Características técnicas

- Mínima presión operativa: 7 psi
- Máxima presión de trabajo: 175 psi
- Probado hidráulicamente en fábrica hasta: 500 psi
- Tamaño de la rosca: 1/2" NPT, 15 mm BSPT
- Factor K nominal: 5.6 U.S.
- Orientación: Pendent
- Aprobaciones: cULus Listed y FM Approved

###### Rociador CMSA

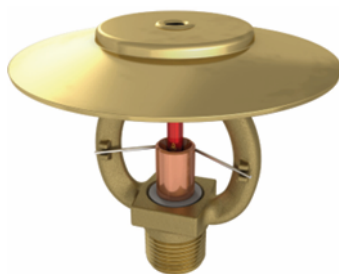


Figura 34: VK 540

## Características técnicas

- Mínima presión operativa: Consultar NFPA 13 o las hojas de datos de prevención de pérdidas de FM Global.
- Máxima presión de trabajo: 175 psi
- Probado hidráulicamente en fábrica hasta: 500 psi
- Tamaño de la rosca: 1/2" (15 mm) NPT o 3/4" (20 mm) NPT
- Factor K nominal: 11.2 U.S.
- Orientación: Upright
- Aprobaciones: cULus Listed y FM Approved

### 4.4.2. Rangos, clasificaciones y códigos de color de temperatura

Según la temperatura máxima anual de la ubicación del Hospital la cual es de 14,3°C se dimensiona el rango de temperatura de 57 a 77°C de bulbo rojo para todos los recintos, en excepción de la sala de máquinas la cual tendrá rociadores de clasificación Intermedia con un rango de temperatura de entre 79 a 107°C color amarillo.

Temperatura máxima del cielorraso		Rango de temperatura	
°F	°C	°F	°C
100	38	135–170	57–77
150	66	175–225	79–107
225	107	250–300	121–149
300	149	325–375	163–191
375	191	400–475	204–246
475	246	500–575	260–302
625	329	650	343

Clasificación de temperatura	Código de color	Colores del bulbo de vidrio
Ordinaria	Sin color o de color negro	Naranja o rojo
Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
Alta	Azul	Azul
Extra alta	Rojo	Morado
Muy extra alta	Verde	Negro
Ultra alta	Naranja	Negro
Ultra alta	Naranja	Negro

Tabla 11: Rangos, clasificaciones y códigos de color de temperatura

El líquido que contienen los rociadores, son alcoholes o glicerinas, no es líquido 100% que hace que se rompa el vidrio de rociador, el líquido a mayor temperatura se expande, a medida que aumenta la temperatura la burbuja de aire que contiene en su interior se va haciendo más pequeña, se sigue expandiendo por el aumento en la temperatura hasta que se rompe el bulbo.

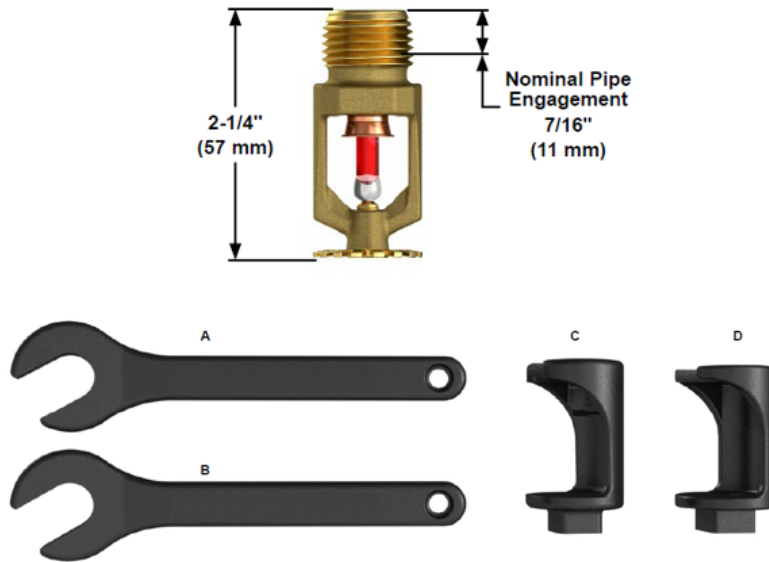


Figura 35: Ilustración de rociador y herramienta de ensamble

Los rociadores seleccionados son los 12987 y 20229 según las características del recinto previamente mencionadas.

TABLE 1: ORDERING INFORMATION									
Instructions: Using the sprinkler base part number,									
(1) add the suffix for the desired Finish									
(2) add the suffix for the desired Temperature Rating.									
Sprinkler Base Part No.	Size		1: Finishes		2: Temperature Ratings				
	NPT Inch	BSPT mm	Description	Suffix <sup>1</sup>	Nominal Rating	Bulb Color	Hazard Classification	Max. Ambient Ceiling Temperature <sup>2</sup>	Suffix
12987	1/2	--	Brass	A	135 °F (57 °C)	Orange	Ordinary	100 °F (38 °C)	A
12989	--	15	Chrome	F	155 °F (68 °C)	Red	Ordinary	100 °F (38 °C)	B
20229	--	15	White Polyester <sup>3,5</sup>	M-/W	175 °F (79 °C)	Yellow	Intermediate	150 °F (65 °C)	D
			Black Polyester <sup>3,5</sup>	M-/B	200 °F (93 °C)	Green	Intermediate	150 °F (65 °C)	E
			Wax	C	212 °F (100 °C)	Green	Intermediate	150 °F (65 °C)	M
			Wax over Polyester	V-/W	286 °F (141 °C)	Blue	High	225 °F (107 °C)	G
			ENT <sup>3,4,5</sup>	JN	360 °F (182 °C)	Mauve	Extra High	300 °F (149 °C)	H
					500 °F (260 °C)	Black	Ultra High <sup>6</sup>	465 °F (240 °C)	L

**Example:** 12987MB/W = VK102 with White Polyester Finish and 155 °F (68 °C) Nominal temperature rating. This sprinkler is to be installed into an area with a maximum ambient temperature of 100 °F (38 °C) meaning if the area will experience temperatures above the maximum ambient rating, you shall use a higher temperature-rated sprinkler.

Figura 36: Características técnicas de los rociadores

## 4.5. Ubicación de rociadores

### 4.5.1. Rociadores estándar

**Espaciamiento máximo entre rociadores:** El espaciamiento máximo de rociadores se rige dependiendo del tipo de riesgo del recinto

- Riego leve: 4,6m
- Riesgo ordinario: 4,6m
- Riesgo extra: 3,7m a 4,6m

**Distancia máxima desde muros:** La distancia desde los rociadores hasta los muros no debe exceder la mitad de la distancia admisible entre rociadores.

- Riego leve: 2,3m
- Riesgo ordinario: 2,3m
- Riesgo extra: 1,85m a 2,3m

**Distancia mínima desde muros:** Los rociadores deben estar ubicados a un mínimo de 4 in. (100 mm) desde un muro.

**Distancia mínima entre rociadores:** Los rociadores deben estar espaciados a no menos de 6 pies (1.8 m) entre centros.

### Posición del deflector

**Distancia debajo de cielorrasos:** Debajo de una construcción no obstruida, la distancia entre el deflector del rociador y el cielorraso debe ser de un mínimo de 1 pulg. (25 mm) y de un máximo de 12 pulg. (300 mm) en toda el área de cobertura del rociador.

No debe aplicarse lo anterior para ocupaciones de riesgo leve y ordinario con cielorrasos de construcción no combustible o de combustibilidad limitada donde se aplique lo siguiente:

1. Donde un cambio vertical en la elevación del cielorraso dentro del área de cobertura del rociador crea una distancia de más de 36 pulg. (900 mm) entre el cielorraso superior y el deflector del rociador, un plano vertical que se extienda hacia abajo desde el cielorraso en el cambio en la elevación debe ser considerado como un muro a los fines del espaciamiento de los rociadores
2. Donde la distancia entre el cielorraso superior y el deflector del rociador sea menor o igual a 36 pulg. (900 mm), debe permitirse que los rociadores estén espaciados como si el cielorraso fuera plano

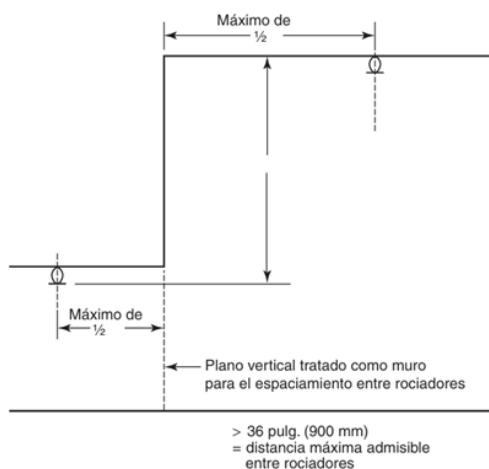


Figura 37: Cambio vertical en la elevación del cielorraso de más de 36 pulg. (900 mm)

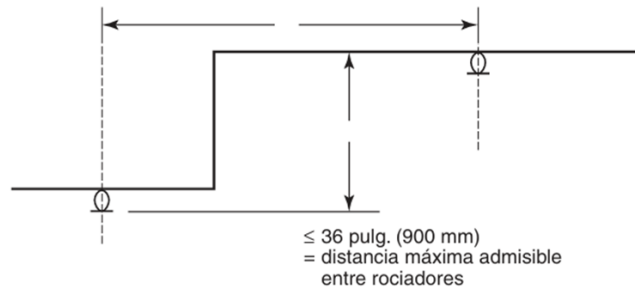


Figura 38: Cambio vertical en la elevación del cielorraso menor o igual a 36 pulg. (900 mm)

**Construcción obstruida:** Debajo de una construcción obstruida, el deflector del rociador debe estar ubicado de acuerdo con una de las siguientes disposiciones:

1. Instalado con los deflectores dentro de los planos horizontales de 1 pulg. a 6 pulg. (25 mm a 150 mm) debajo de miembros estructurales y a una distancia máxima de 22 pulg. (550 mm) debajo del cielorraso/cubierta del techo
2. Instalado con los deflectores a o por encima de la parte inferior del miembro estructural hasta un máximo de 22 pulg. (550 mm) por debajo del cielorraso/cubierta del techo
3. Instalado en cada vano de una construcción obstruida, con los deflectores ubicados a un mínimo de 1 pulg. (25 mm) y a un máximo de 12 pulg. (300 mm) por debajo del cielorraso

Existen otras condiciones pero estas son las mas frecuentes

**Cielorrasos y techos a dos aguas:** Los rociadores debajo o cerca de la cúspide de un techo o cielorraso deben tener los deflectores ubicados a no más de 36 pulg. (900 mm) verticalmente hacia abajo desde la cúspide. A no ser que se cumplan cualquiera de las dos condiciones siguientes.

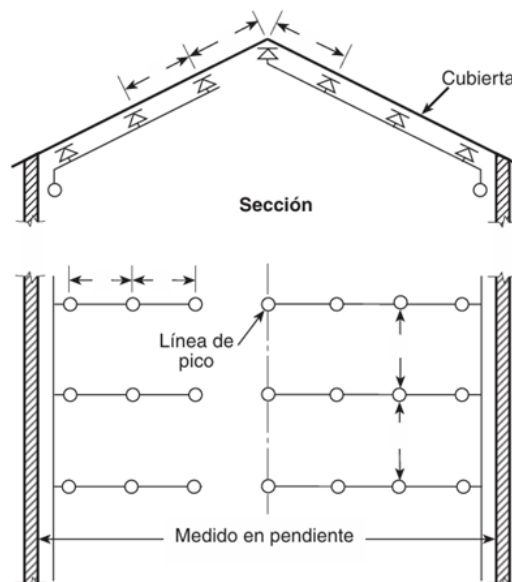


Figura 39: Rociadores debajo de techos inclinados con el rociador directamente debajo de la cúspide; líneas ramales con tendido hacia arriba en las pendientes.

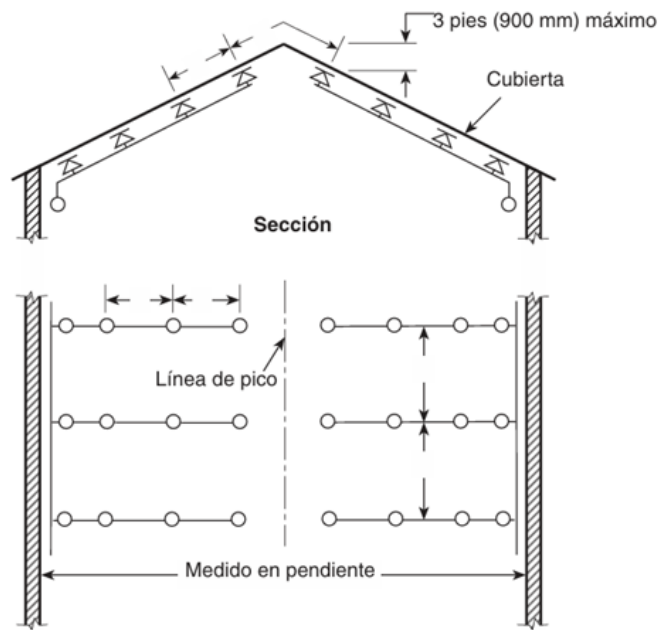


Figura 40: Rociadores en techo inclinado; líneas ramales con tendido hacia arriba en las pendientes.

1. Debajo de techos con bordes aserrados, los rociadores que están en la elevación más alta no deben exceder una distancia de 36 pulg. (900 mm) medida hacia abajo de la pendiente desde la cúspide.
2. Debajo de una superficie de inclinación pronunciada, debe permitirse que la distancia desde la cúspide hasta los deflectores sea aumentada para mantener un espacio libre horizontal de no menos de 24 pulg. (600 mm) desde otros miembros estructurales.

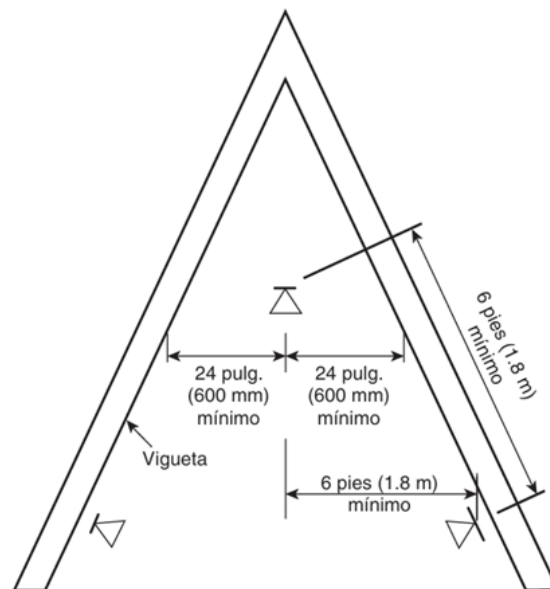


Figura 41: Espacio libre horizontal para el rociador en la cúspide de un techo inclinado.

**Orientación del deflector:** Los deflectores de los rociadores deben estar alineados en paralelo a cielorrasos, techos, limas o a la inclinación de escaleras.

Donde los rociadores están instalados en la cúspide debajo de un cielorraso con pendiente o superficie de techo, el rociador debe ser instalado con el deflector en dirección horizontal. Los techos con una inclinación que no exceda de 2 en 12 (16.7 por ciento) son considerados horizontales y debe permitirse que los rociadores sean instalados con los deflectores en dirección horizontal.

### Obstrucciones en la descarga de los rociadores

1. Se deberá respetar el posicionamiento según la tabla 12 y figura 40
2. Debe permitirse que los rociadores estén espaciados en lados opuestos de obstrucciones que no excedan de 4 pies (1.2 m) de ancho, siempre que la distancia desde la línea central de la obstrucción hasta los rociadores no exceda la mitad de la distancia permitida admisible entre rociadores.
3. Debe permitirse que las obstrucciones ubicadas contra un muro y que no sean de más de 30 pulg. (750 mm) de ancho sean protegidas de acuerdo a la figura 41
4. Debe permitirse que las obstrucciones ubicadas contra un muro y que no sean de más de 24 pulg. (600 mm) de ancho sean protegidas de acuerdo con la Figura 42. La distancia máxima entre el rociador y el muro debe medirse desde el rociador hasta el muro situado detrás de la obstrucción y no hasta el frente de la obstrucción.

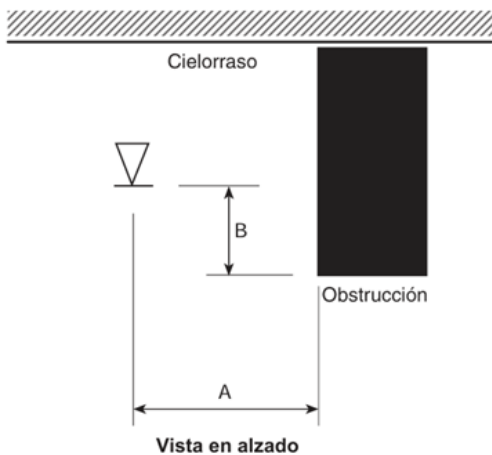


Figura 42: Obstrucciones(a)

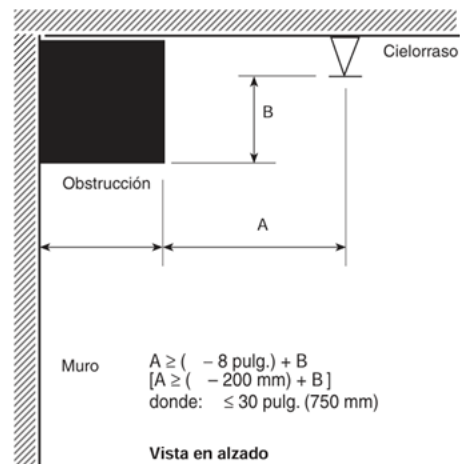


Figura 43: Obstrucciones(b)]

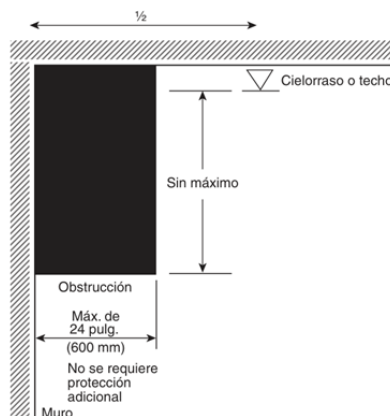


Figura 44: Obstrucciones(c)

Distancia desde los rociadores hasta un lado de la obstrucción (A)	Distancia máxima admisible del deflector por encima de la parte inferior de la obstrucción (B) [pulg. (mm)]
Menos de 1 pie (300 mm)	0 (0)
1 pie (300 mm) a menos de 1 pie 6 pulg. (450 mm)	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (65)
1 pie 6 pulg. (450 mm) a menos de 2 pies (600 mm)	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (90)
2 pies (600 mm) a menos de 2 pies 6 pulg. (750 mm)	5 (125)
2 pies 6 pulg. (750 mm) a menos de 3 pies (900 mm)	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (140)
3 pies (900 mm) a menos de 3 pies 6 pulg. (1.1 m)	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (190)
3 pies 6 pulg. (1.1 m) a menos de 4 pies (1.2 m)	12 (300)
4 pies (1.2 m) a menos de 4 pies 6 pulg. (1.4 m)	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (340)
4 pies 6 pulg. (1.4 m) a menos de 5 pies (1.5 m)	15 (380)
5 pies (1.5 m) a menos de 5 pies 6 pulg. (1.7 m)	18 (460)
5 pies 6 pulg. (1.7 m) a menos de 6 pies (1.8 m)	20 (510)
6 pies (1.8 m) a menos de 6 pies 6 pulg. (2.0 m)	22 (560)
6 pies 6 pulg. (2.0 m) a menos de 7 pies (2.1 m)	25 (640)
7 pies (2.1 m) a menos de 7 pies 6 pulg. (2.3 m)	35 (875)

Tabla 12: Distancias y límites máximos del deflector respecto a la obstrucción

**Distancia mínima desde obstrucciones:** Los rociadores deben ser posicionados lejos de las obstrucciones, a una distancia mínima de tres veces la dimensión máxima de la obstrucción (por ejemplo, miembros estructurales, tuberías, columnas y artefactos). Como lo muestra la figura 43.

Además debe permitirse que los rociadores estén espaciados en lados opuestos de la obstrucción que no exceda de 4 pies (1.2 m) de ancho, donde la distancia desde la línea central de la obstrucción hasta los rociadores no exceda la mitad de la distancia admisible entre rociadores.

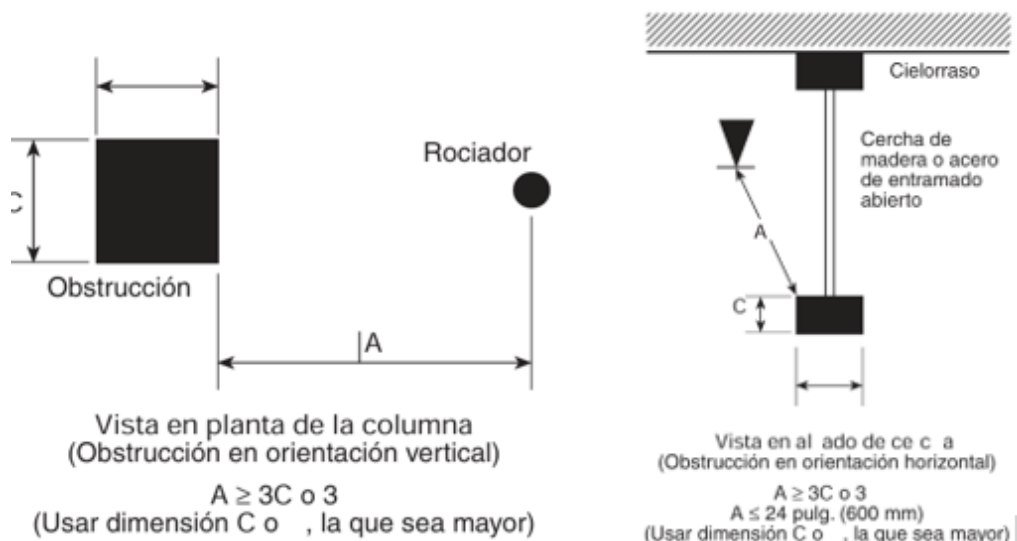


Figura 45: Distancias mínimas

**Obstrucciones verticales suspendidas o montadas en pisos. En ocupaciones de riesgo leve:** En estos casos se considera la siguiente tabla 13 como referencia.

No deben ser consideradas obstrucciones donde se cumplan todas las condiciones siguientes:

1. Las cortinas están sostenidas por una malla de tela sobre un riel en el cielorraso.
2. Las aberturas en la malla son iguales al 70 por ciento o más.
3. La malla se extiende un mínimo de 22 pulg. (550 mm) hacia abajo, desde el cielorraso.

Distancia horizontal (A)	Distancia vertical mínima debajo del deflector (B) [pulg. (mm)]
6 pulg. (150 mm) o menos	3 (75)
Más de 6 pulg. (150 mm) a 9 pulg. (225 mm)	4 (100)
Más de 9 pulg. (225 mm) a 12 pulg. (300 mm)	6 (150)
Más de 12 pulg. (300 mm) a 15 pulg. (375 mm)	8 (200)
Más de 15 pulg. (375 mm) a 18 pulg. (450 mm)	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (240)
Más de 18 pulg. (450 mm) a 24 pulg. (600 mm)	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (315)
Más de 24 pulg. (600 mm) a 30 pulg. (750 mm)	15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (390)
Más de 30 pulg. (750 mm)	18 (450)

Tabla 13: Distancias horizontales y verticales mínimas respecto al deflector

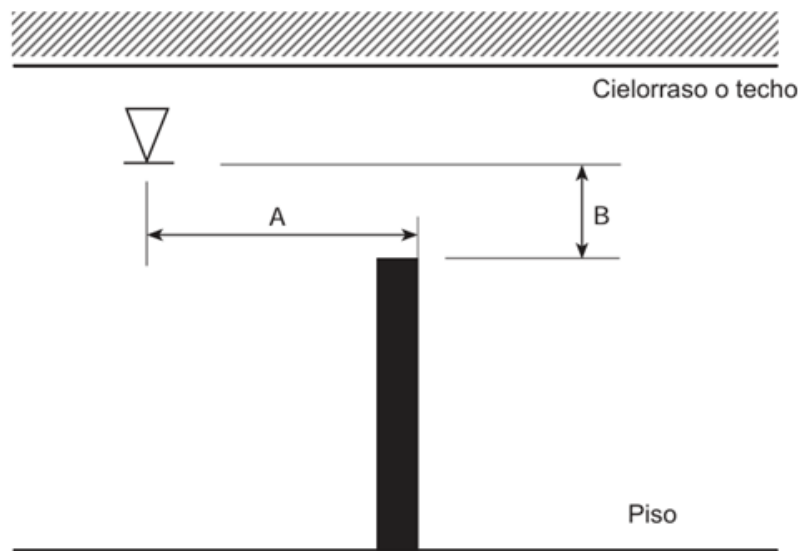


Figura 46: Obstrucción vertical

**Obstrucciones que evitan que la descarga de los rociadores llegue al riesgo:** Deben instalarse rociadores debajo de obstrucciones fijas de más de 4 pies (1.2 m) de ancho.

El deflector de rociadores automáticos instalados debajo de obstrucciones fijas debe estar posicionado a no más de 12 pulg. (300 mm) por debajo de la parte inferior de la obstrucción.

**Espacio libre al almacenamiento:** El espacio libre entre el deflector y la parte superior del almacenamiento debe ser de 18 pulg. (450 mm) o mayor. Donde otras normas especifiquen mínimos de espacios libre al almacenamiento mayores, estos deben ser cumplidos.

#### 4.5.2. Rociadores modo de control para aplicaciones específicas (CMSA)

Espaciamiento máximo entre rociadores:

Tipo de construcción	Área de protección		Espaciamiento máximo	
	pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
No combustible no obstruida	130	12	12	3.7
No combustible obstruida	130	12	12	3.7
Combustible no obstruida	130	12	12	3.7
Combustible obstruida	100	9	10	3.0
Almacenamiento en estanterías, combustible obstruida	100	9	10	3.0
Almacenamiento en estanterías no obstruida y no combustible obstruida	100	9	12	3.7

Tabla 14: Áreas de protección y espaciamientos máximos

**Distancia máxima desde muros:** La distancia desde los rociadores hasta los muros no debe exceder la mitad de la distancia admisible entre rociadores.

**Distancia mínima desde muros:** Los rociadores deben estar ubicados a un mínimo de 4 pulg. (100 mm) de un muro.

**Distancia mínima entre rociadores:** Los rociadores deben estar espaciados a no menos de 8 pies (2.4 m) entre centros.

### Posición del deflector

**Construcción no obstruida:** Debajo de una construcción no obstruida, la distancia entre el deflector del rociador y el cielorraso debe ser de un mínimo de 6 pulg. (150 mm) y de un máximo de 8 pulg. (200 mm).

**Construcción obstruida:** Debajo de una construcción obstruida, el deflector del rociador debe estar ubicado de acuerdo con una de las siguientes disposiciones

1. Instalado con los deflectores ubicados a un mínimo de 6 pulg. (150 mm) y a un máximo de 12 pulg. (300 mm) del cielorraso.
2. Instalado con los deflectores dentro de los planos horizontales de 1 pulg. a 6 pulg. (25 mm a 150 mm) debajo de una construcción de viguetas de madera, viguetas de madera compuesta

**Obstrucciones en la descarga de los rociadores:** Los rociadores deben estar dispuestos de manera que se cumpla la tabla 15, las figuras de referencia serán la fig 40,41,42 y 43.

<b>Distancia desde el rociador hasta un lado de la obstrucción (A)</b>	<b>Distancia máxima admisible del deflector por encima de la parte inferior de la obstrucción (B) [pulg. (mm)]</b>
Menos de 1 pie (300 mm)	0 (0)
1 pie (300 mm) a menos de 1 pie 6 pulg. (450 mm)	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (40)
1 pie 6 pulg. (450 mm) a menos de 2 pies (600 mm)	3 (75)
2 pies (600 mm) a menos de 2 pies 6 pulg. (750 mm)	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (140)
2 pies 6 pulg. (750 mm) a menos de 3 pies (900 mm)	8 (200)
3 pies (900 mm) a menos de 3 pies 6 pulg. (1.1 m)	10 (250)
3 pies 6 pulg. (1.1 m) a menos de 4 pies (1.2 m)	12 (300)
4 pies (1.2 m) a menos de 4 pies 6 pulg. (1.4 m)	13 (330)
4 pies 6 pulg. (1.4 m) a menos de 5 pies (1.5 m)	15 (380)
5 pies (1.5 m) a menos de 5 pies 6 pulg. (1.7 m)	20 (510)
5 pies 6 pulg. (1.7 m) a menos de 6 pies (1.8 m)	26 (650)
6 pies (1.8 m)	31 (775)

Tabla 15: Distancias admisibles para el deflector respecto a la obstrucción

Para obstrucciones de 8 pulg. (200 mm) o menos de ancho, los rociadores deben ser posicionados de manera que estén ubicados a una distancia al menos tres veces mayor que la dimensión máxima de la obstrucción desde el rociador

**Obstrucciones que evitan que la descarga de los rociadores llegue al riesgo:** Los rociadores deben ser posicionados en relación con artefactos de iluminación fluorescentes, ductos y obstrucciones de más de 24 pulg. (600 mm) de ancho y que estén ubicados enteramente debajo de los rociadores, de manera que la distancia horizontal mínima desde el lateral cercano de la obstrucción hasta el centro del rociador no sea menor que el valor especificado en la tabla 16.

Distancia mínima hasta un lado de la obstrucción (A)	Distancia del deflector por encima de la parte inferior de la obstrucción (B) [pulg. (mm)]
Menos de 6 pulg. (150 mm)	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (40)
6 pulg. (150 mm) a menos de 12 pulg. (300 mm)	3 (75)
12 pulg. (300 mm) a menos de 18 pulg. (450 mm)	4 (100)
18 pulg. (450 mm) a menos de 24 pulg. (600 mm)	5 (125)
24 pulg. (600 mm) a menos de 30 pulg. (750 mm)	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (140)
30 pulg. (750 mm) a menos de 36 pulg. (900 mm)	6 (150)

Tabla 16: Distancias límites del deflector respecto a la obstrucción

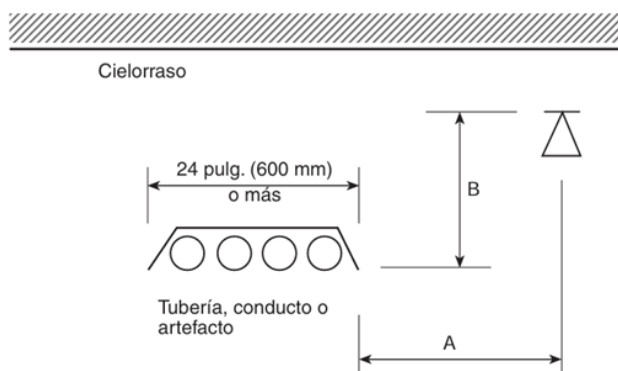


Figura 47: Distancias mínimas hasta obstrucción

Donde la parte inferior de la obstrucción esté ubicada a 24 pulg. (600 mm) o más por debajo de los deflectores de los rociadores, debe ocurrir lo siguiente:

1. Los rociadores deben ser posicionados de manera que la obstrucción esté centrada entre rociadores adyacentes
2. El ancho de la obstrucción debe cumplir los siguientes requisitos:
  - La obstrucción debe limitarse a un ancho máximo de 24 pulg. (600 mm)
  - Donde la obstrucción sea de más de 24 pulg. (600 mm) de ancho, deben instalarse una o más líneas de rociadores debajo de la obstrucción.
3. La extensión de la obstrucción debe cumplir los siguientes requisitos:
  - La obstrucción no debe extenderse a más de 12 pulg. (300 mm) hasta cualquiera de los lados del punto medio entre rociadores
  - Donde las extensiones de la obstrucción exceden de 12 pulg. (300 mm), deben instalarse una o más líneas de rociadores debajo de la obstrucción.
4. Debe mantenerse un espacio libre de al menos 18 pulg. (450 mm) entre la parte superior del almacenamiento y la parte inferior de la obstrucción.

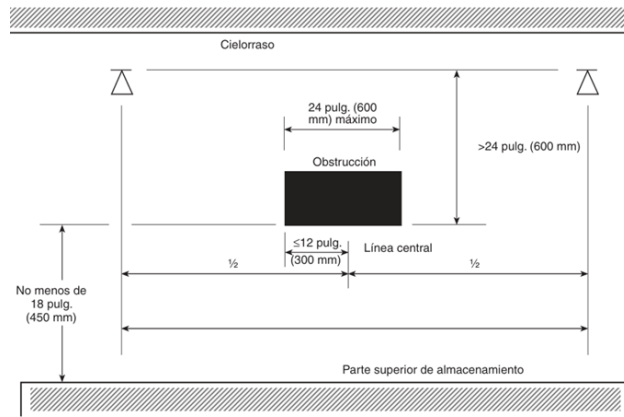


Figura 48: obstrucción por debajo del rociador ; 600mm

**Espacio libre al almacenamiento:** El espacio libre entre el deflector y la parte superior del almacenamiento debe ser de 36 pulg. (900 mm) o mayor.

#### 4.6. Sujeción y soportes del sistema de tuberías

A la hora de diseñar la soportaría de las tuberías de la red contra incendio el primero criterio que deberemos tener en cuenta será el siguiente:

**Los soportes colgantes deben estar diseñados para sostener cinco veces el peso de la tubería llena de agua, mas 250 lb (115 kg) en cada uno de los puntos de soporte de la tubería.**

Los componentes de los conjuntos de soportes colgantes deben estar listados con excepción de las varillas de acero dulce y soportes colgantes formados por varillas de acero dulce. Además de estos existen diferentes situaciones en donde se puede usar componentes no listados.

En cuanto a los materiales según la norma los soportes colgantes y sus componentes deben ser de metal ferroso, en algunos casos se permite el uso de componentes no ferrosos siempre y cuando estos se hayan sometido a ensayos demostrando que son adecuados para la aplicación del riesgo donde son colocados.

**Varillas de soportes colgantes** Las varillas de soportes colgantes son un componente crucial ya que son las encargadas de suspender y soportar las tuberías desde el techo u otra estructura dando estabilidad evitando que las tuberías se desplacen, además permiten ajustar la tubería al nivel deseado. El tamaño de dichas varillas se rige por la tabla 17 proporcionada por la norma:

Tamaño de tubería		Diámetro de varilla	
pulg.	mm	pulg.	mm
Hasta 4, inclusive	100	3/8	10
5	125	1/2	13
6	150	1/2	13
8	200	5/8	16
10	250	5/8	16
12	300	3/4	20

Tabla 17: Ramaño de tubería y diámetro de varilla

En algunos casos se podrá usar otros diámetros, pero deberán ser listados a través de pruebas en laboratorio.

Existen diferentes tipos de varillas las cuales permiten sostener las tuberías como pueden ser varillas con ganchos en U, varillas con ojales, varillas totalmente roscadas y varillas con tirafondos.

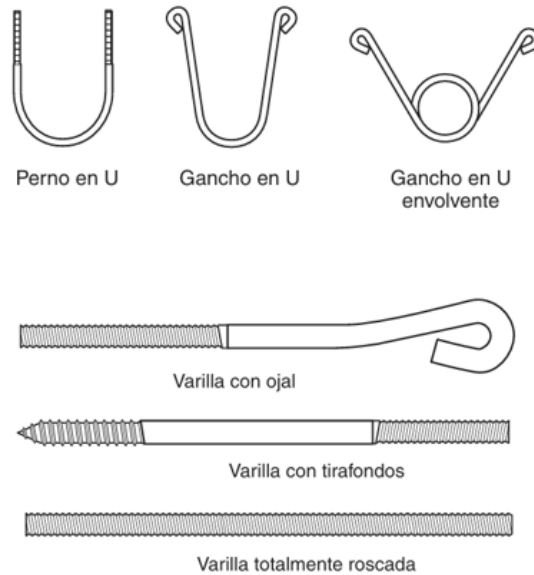


Figura 49: Tipos de varillas

En cuanto a los diámetros se deberán respetar las siguientes tablas:

#### Diámetros de varillas con ganchos en U

Tamaño de tubería		Diámetro del material del gancho	
pulg.	mm	pulg.	mm
Hasta 2, inclusive	50	5/16	8
2½ a 6	65 a 150	3/8	10
8	200	1/2	13

Tabla 18: Diametros de ganchis en U segun tamaño de tuberia

#### Diámetros de varillas con ojales

Tamaño de tubería		Diámetro de varilla			
pulg.	mm	Con ojal doblado		Con ojal soldado	
		pulg.	mm	pulg.	mm
Hasta 4, inclusive	100	3/8	10	3/8	10
5	125	1/2	13	1/2	13
6	150	1/2	13	1/2	13
8	200	3/4	20	1/2	13

Tabla 19: Diametros de ojales segun tamaño de tuberia

**Pernos de fijación-:** Los pernos son los encargados de vincular la soportaría con la estructura del edificio, se pueden encontrar pernos de fijación para concreto, acero y madera entre otros. Dependiendo del tipo de material y el diámetro de la tubería se usarán

los diferentes diámetros de perno.



Figura 50: Tipos de pernos

#### Diámetros mínimos de pernos o varillas para concreto

Tamaño de tubería		Tamaño de perno o varilla	
pulg.	mm	pulg.	mm
Hasta 4, inclusive	100	3/8	10
5	125	1/2	13
6	150	1/2	13
8	200	5/8	16
10	250	5/8	16
12	300	3/4	20

Tabla 20: Diametros para concreto

#### Diámetros mínimos de pernos o varillas para acero

Tamaño de tubería		Tamaño de perno o varilla	
pulg.	mm	pulg.	mm
Hasta 4, inclusive	100	3/8	10
5	125	1/2	13
6	150	1/2	13
8	200	5/8	15
10	250	5/8	15
12	300	3/4	20

Tabla 21: Diametros para acero

#### Bridas para cielorraso



Figura 51: Tipos de bridas

## Distancia máxima entre soportes colgantes

	Tamaño nominal de tubería (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
Tubería de acero, excepto de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	NA	NA	4.6	4.6
Tubería de acero de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	3.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tubo de cobre	2.4	2.4	3.0	3.0	3.7	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6
CPVC	1.7	1.8	2.0	2.1	2.4	2.7	3.0	NA	NA	NA	NA
Tubería de hierro dúctil	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.6	4.6	4.6	4.6

Tabla 22: Dimensiones máximas de tuberías según el tipo y tamaño nominal.

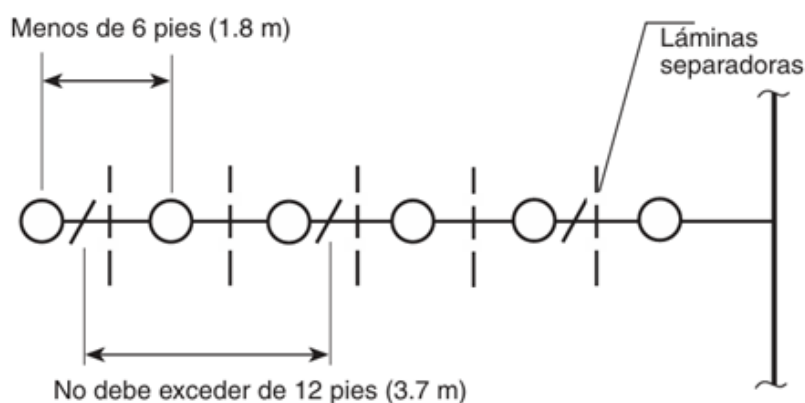


Figura 52: Distancia máxima-Soportes

**Distancias mínimas entre rociadores y soportes colgantes** La distancia mínima entre rociadores y soportes colgantes dependerá del diámetro de las tuberías, un detalle para tener en cuenta será que en el caso del último rociador de la tubería no se podrá exceder la distancia mínima entre un rociador y el soporte colgante, en caso de que la distancia sea mayor se deberá extender la tubería y colocar un soporte adicional.

Otra alternativa que se suele realizar es la de colocar cables soportes en el final del ramal para evitar el movimiento vertical cuando se active el rociador.

- Tuberías de 1 pulgada la distancia mínima será de 900 mm o 90 cm
- Tuberías de 1  $\frac{1}{4}$  pulgada la distancia mínima será de 1200 mm o 1,20 m
- Tuberías de 1  $\frac{1}{2}$  pulgada la distancia mínima será de 1500 mm o 1,50 m

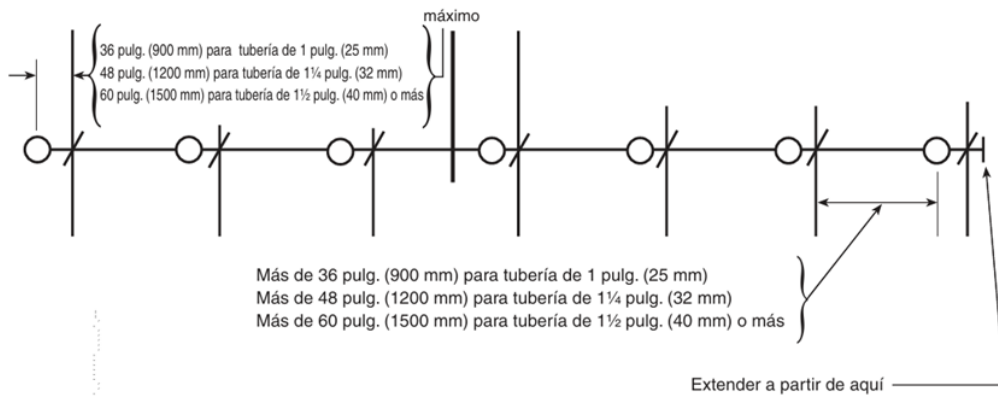


Figura 53: Distancia mínima-Soportes

**Longitud máxima de línea ramal no soportada:** La longitud horizontal acumulada de un tramo horizontal no soportado hasta un rociador, bajante de rociador o montante vertical para un único rociador no debe exceder de 24 pulg. (600 mm) para tuberías de acero o de 12 pulg. (300 mm) para tubos de cobre.

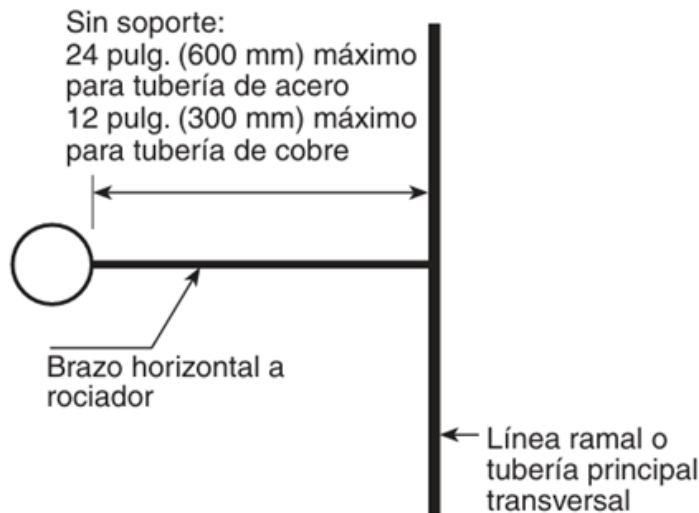


Figura 54: Ramal no soportado

**Soportes de montantes:** Los montantes deben estar sostenidos por abrazaderas de montantes o por soportes colgantes ubicados en las conexiones horizontales situadas dentro de 24 pulg. (600 mm) de la línea central del montante.

No deben usarse abrazaderas de montantes que sostengan montantes mediante tornillos de posicionamiento.

No deben permitirse abrazaderas de montantes ancladas a muros mediante el uso de varillas de soportes colgantes en posición horizontal para sostener verticalmente a los montantes.

Por último, se tiene que tener en cuenta el uso de acoples flexibles tanto en la parte superior de los montantes como en la parte inferior, estos deberán estar ubicados en los primero 60 cm.

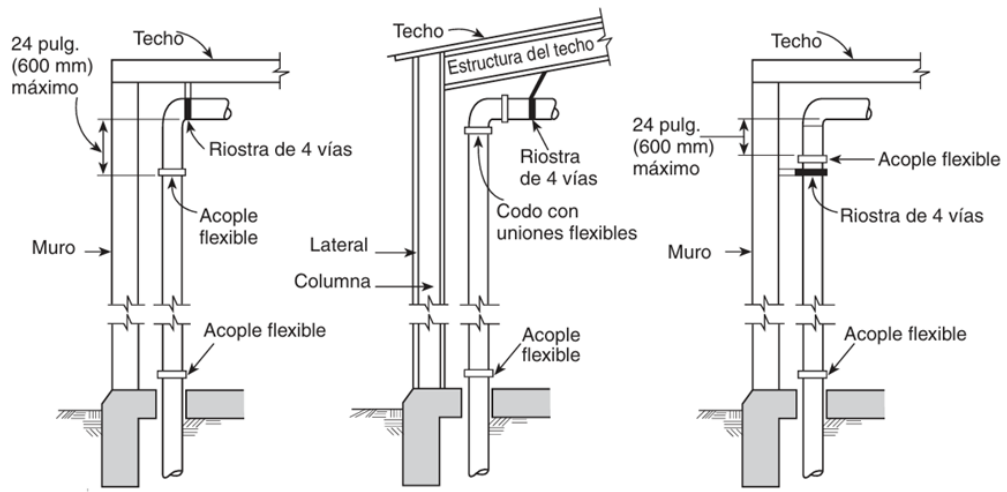


Figura 55: Soporte de montante

## 5. Memoria de cálculo hidráulico

Para realizar el cálculo hidráulico de la instalación y con esos datos poder seleccionar tanto la bomba adecuada como los accesorios tendremos que calcular las pérdidas que existirán por fricción desde en el punto más desfavorable de la red, es decir, desde el punto más alejado hidráulicamente necesitando una presión mayor para mantener un nivel óptimo de funcionamiento.

En nuestro caso como el diseño se trata de una red contra incendio de tubería humedad sin ningún tipo de aditivo usaremos la fórmula de pérdidas por fricción de Hazen-Williams, si estuviéramos diseñando una red con algún anticongelante o espuma deberíamos usar el modelo de Darcy-Weisbach.

Una aclaración importante es que usaremos las unidades del sistema ingles ya que son las mas usadas en el rubro.

### 5.1. Formula de Hazen-Williams

$$p = \frac{4,52 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}$$

**Donde:**

p = Resistencia friccional (psi/pie de tubería)

Q = Caudal o flujo volumétrico (gpm)

C = Coeficiente de pérdida de fricción

d = diámetro interno real de la tubería (pulg)

En unidades del sistema internacional (SI) se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$P = 6,05 \cdot \left( \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \right) \cdot 10^5$$

**Donde:**

p= Resistencia friccional (bar/metro de tubería)

Q= Caudal o flujo volumétrico (L/min)

C= Coeficiente de pérdida de fricción

d= diámetro interno real de la tubería (mm)

Como se puede ver el resultado de la formula anterior se dará en unidades de presión sobre longitud, es por eso por lo que al resultado lo debemos multiplicar por la longitud de la tubería quedando de la siguiente manera.

$$p = \frac{4,52 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \cdot L$$

**Donde:**

L= Longitud de la tubería (ft)

Por último a esta fórmula se deberá adicionar las perdidas por accesorios como pueden ser: codos 90°, codos 45°, T flujo 90°, Cruces, válvulas, etc.

Dichas perdidas se darán en longitudes equivalentes las cuales se expresan en pies o metros. Las longitudes variaran dependiendo del tipo de material, fabricante y diámetro del accesorio.

En casi todos los casos los fabricantes nos brindan las longitudes equivalentes por accesorio, pero dado el caso que no se cuente con dicha tabla se puede utilizar la siguiente tabla que nos brinda NFPA como referencia:

### 5.1.1. Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero cedula 40

Accesorios y válvulas	y	Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería					
		$\frac{1}{2}$ pulg. (15 mm)	$\frac{3}{4}$ pulg. (20 mm)	1 pulg. (25 mm)	$1\frac{1}{4}$ pulg. (32 mm)	$1\frac{1}{2}$ pulg. (40 mm)	2 pulg. (50 mm)
Codo 45°		—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)
Codo estándar 90°		1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)
Codo de giro largo 90°		0.5 (0.2)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)
En T o cruz (flujo con giro 90°)		3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	8 (2.4)	10 (3.0)	12 (3.7)
Válvula mariposa		—	—	6 (1.8)	6 (1.8)	7 (2.1)	8 (2.4)
Válvula de compuerta		—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)
Interruptor de flujo de tipo paleta		6 (1.8)	9 (2.7)	10 (3.0)	14 (4.3)	14 (4.3)	16 (4.9)
Válvula de retención a clapeta*		—	5 (1.5)	7 (2.1)	11 (3.4)	13 (3.9)	16 (4.9)

Accesorios y válvulas	y	Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería					
		$2\frac{1}{2}$ pulg. (65 mm)	3 pulg. (80 mm)	4 pulg. (100 mm)	6 pulg. (150 mm)	8 pulg. (200 mm)	12 pulg. (300 mm)
Codo 45°		2 (0.6)	3 (0.9)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	13 (4.0)
Codo estándar 90°		7 (2.1)	10 (3.0)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
Codo de giro largo 90°		4 (1.2)	5 (1.5)	8 (2.4)	10 (3.0)	16 (4.9)	18 (5.5)
En T o cruz (flujo con giro 90°)		17 (5.2)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	50 (15.2)	60 (18.3)
Válvula mariposa		10 (3.0)	12 (3.7)	15 (4.6)	19 (5.8)	21 (6.4)	—
Válvula de compuerta		2 (0.6)	5 (1.5)	8 (2.4)	9 (2.7)	10 (3.0)	—
Interruptor de flujo de tipo paleta		22 (6.7)	27 (8.2)	36 (11)	—	—	—
Válvula de retención a clapeta*		19 (5.8)	27 (8.2)	37 (11)	55 (17)	—	—

Tabla 23: Longitudes equivalentes de accesorios

Si se desea usar una cañería con una cedula diferente a la 40 las longitudes equivalentes de los accesorios se deberán multiplicar por un factor que sale de la siguiente formula:

$$\text{Factor} = \left( \frac{\text{diámetro interno real}}{\text{diámetro interno de tubería de acero cédula 40}} \right)^{4,87}$$

### 5.1.2. Multiplicador de valores C

En relación con esto otro parámetro que puede variar a tener en cuenta es el factor adimensional C. Si queremos usar la tabla anterior de longitudes equivalentes solo se aplicara para un factor C de 120. Si se requiere usar otro factor C como puede ser un valor de 100 o 150 las longitudes equivalentes cambiaran según la siguiente tabla:

Valor de C	100	130	140	150
<b>Factor multiplicador</b>	0.713	1.16	1.33	1.51

Tabla 24: Factores multiplicadores según el valor de C

Tubería o tubo	Valor C
De hierro dúctil o fundido sin revestimiento	100
De acero negro (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
De acero negro (sistemas húmedos, incluidos sistemas tipo diluvio)	120
De acero galvanizado (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
De acero galvanizado (sistemas húmedos, incluidos sistemas tipo diluvio)	120
De plástico (listado) — todos	150
De hierro dúctil o fundido con revestimiento de cemento	140
Tubo de cobre, de latón o acero inoxidable	150
De asbesto cemento	140
De concreto	140

Tabla 25: Valores de C según el material de tubería o tubo

### 5.1.3. Factor K

El factor K de los rociadores nos indica la relación que existe entre el caudal que puede proporcionar la salida del rociador y la presión a la cual funcionara en ese momento. Este es un parámetro muy importante para el diseño ya que nos permitirá calcular un K equivalente de un ramal completo simplificando los cálculos, en otras palabras, calcularemos un K equivalente que represente a todos los rociadores ubicados en un ramal obteniendo una especie de rociador grande el cual no se encuentra en la realidad. Su fórmula es la siguiente:

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

**Donde:**

Q= Caudal (gpm)

P= Presión (psi)

## 5.2. Calculo hidráulico

Como se mencionó anteriormente el inicio del cálculo para determinar el caudal y presión de la bomba será en el rociador más remoto hidráulicamente, a esto se lo conoce como área de diseño.

El edificio en el que se está realizando dicha instalación cuenta con una gran cantidad de rociadores (821 rociadores) y tuberías por lo cual sería muy difícil y tedioso determinar cuál es el área de diseño óptima. Es por eso que contamos con un software el cual nos

ayudara y agilizara el cálculo hidráulico pudiendo establecer diferentes áreas de diseño y determinar cuál es la correcta.

El software en cuestión se llama **VCalc** y **Vdesing** de la empresa **Viking**.

Para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos mediante el software de cálculo hidráulico, se realizaron cálculos manuales como referencia. Estos cálculos manuales nos permitieron verificar que los resultados proporcionados por el software son consistentes y están dentro de los márgenes de error aceptables. Los resultados obtenidos fueron comparados con los generados por el software, demostrando que este último funciona correctamente y cumple con los requisitos de diseño establecidos.

En los cálculos manuales solo determinamos como área de diseño un ramal de la primera planta la cual consideramos las más desfavorable (aunque puede no serlo), por lo general en instalaciones similares a la nuestra el punto más remoto hidráulicamente suele coincidir con el más remoto físicamente, aunque no necesariamente es así.

El área de diseño contara con 18 rociadores, es decir, que se calcula una bomba para abastecer 18 rociadores simultáneamente, este número suele variar entre 8 a 20 en casos de rociadores estándar y en caso de rociadores CMSA puede ir desde 15 hasta 25 incluso.

### 5.2.1. Verificación de resultados mediante cálculos manuales

El área de diseño contara con rociadores en los siguientes recintos:

- Auditorio 1-308 (9 rociadores estándar)
- Oficina A.T.E 1-309 (1 rociador estándar)
- Vestíbulo auditorio 1-309 (1 rociador estándar)
- Sala de máquinas (equipos de calefacción) 1-311 (2 rociadores estándar)
- Foller 1-310 (3 rociadores estándar)
- Capilla 1-312 (2 rociadores estándar)

### 5.2.2. Área de diseño

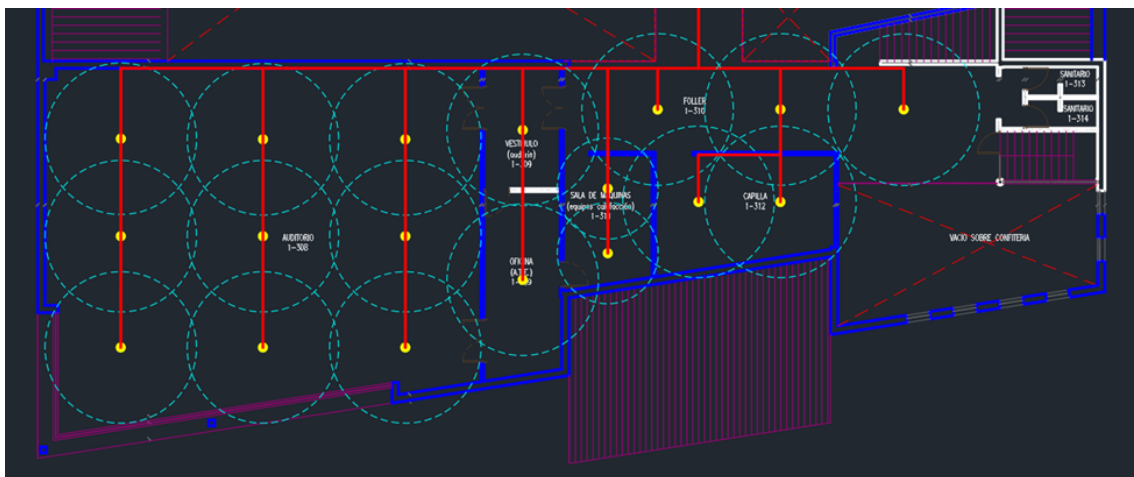


Figura 56: Plano de planta-primer piso

### 5.2.3. Proceso de cálculo

#### Auditorio 1-308 LH 22,5 gpm x rociador

$$Q_{s1} = \rho \cdot A_p = 0.07 \cdot 225 = 15.75 \text{ gpm}$$

$$P_{s1} = \left( \frac{Q_1}{K_1} \right)^2 = \left( \frac{15.75}{5.6} \right)^2 = 7.91 \text{ psi}$$

$$L_{\text{eq.Codo1in}} = 2$$

$$P_{\text{Fric}(s1-s2)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s1}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 15.75^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (12.46 + 2) = 1.20 \text{ psi}$$

$$P_{s2} = P_{s1} + P_{\text{Fric}(s1-s2)} = 7.91 + 1.20 = 9.11 \text{ psi}$$

Con la presión y el K del 2do rociador calculamos el caudal necesario para ese punto.

$$Q_{s2} = K_{s2} \cdot \sqrt{P_{s2}} = 5.6 \cdot \sqrt{9.21} = 17 \text{ gpm}$$

$$Q_{s2-s3} = Q_{s2} + Q_{s1} = 17.05 + 15.75 = 32.75 \text{ gpm}$$

$$L_{\text{eq.Te1in}} = 5$$

$$P_{\text{Fric}(s2-s3)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s2-s3}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 32.80^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (10.82 + 5) = 5.11 \text{ psi}$$

$$P_{s3} = P_{s2} + P_{\text{Fric}(s2-s3)} = 9.11 + 5.11 = 14.22 \text{ psi}$$

Con la presión y el K del 3er rociador calculamos el caudal necesario para ese punto.

$$Q_{s3} = K_{s3} \cdot \sqrt{P_{s3}} = 5.6 \cdot \sqrt{14.22} = 21.11 \text{ gpm}$$

$$Q_{N22} = Q_{s3} + Q_{s2-s3} = 21.11 + 32.75 = 53.86 \text{ gpm}$$

$$L_{\text{eq.Te1.1/4.in}} = 6$$

$$L_{\text{eq.cod1.25}} = 4$$

$$P_{\text{Fric}(S3-N22)} = \frac{4.52 \cdot Q_{N22}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 53.86^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.61^{4.87}} \cdot (7.87 + 10) = 1.80 \text{ psi}$$

$$P_{N22} = P_{s3} + P_{\text{Fric}(S3-N22)} = 14.22 + 1.80 = 16.02 \text{ psi}$$

Se procede a calcular el rociador equivalente al ramal del nodo N22

$$K_{N22} = \frac{Q_{N22}}{\sqrt{P_{N22}}} = \frac{53.86}{\sqrt{16.02}} = 13.85$$

$$K_{N22} = K_{N21}$$

$$L_{\text{eq-Te1.5}} = 8$$

$$P_{\text{Fric(N22-N21)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N22}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 53.86^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.61^{4.87}} \cdot (15.91 + 8) = 2.40 \text{ psi}$$

$$P_{N21} = P_{N22} + P_{\text{Fric(N22-N21)}} = 16.02 + 2.40 = 18.42 \text{ psi}$$

$$Q_{N21-s6} = K_{N21} \cdot \sqrt{P_{N21}} = 13.85 \cdot \sqrt{18.42} = 59.44 \text{ gpm}$$

$$Q_{N21} = Q_{N21-s6} + Q_{N22} = 59.44 + 53.86 = 113.3 \text{ gpm}$$

Ahora realizamos el mismo procedimiento con el ramal N20.

$$K_{N22} = K_{N21} = K_{N20}$$

$$Q_{N21} = Q_{N21-N20}$$

$$L_{\text{eq-Te2}} = 10$$

$$P_{\text{Fric(N21-N20)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N21-N20}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 113.3^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 2.07^{4.87}} \cdot (15.91 + 10) = 3.04 \text{ psi}$$

$$P_{N20} = P_{N21} + P_{\text{Fric(N21-N20)}} = 18.42 + 3.04 = 21.46 \text{ psi}$$

$$Q_{N20-s9} = K_{N20} \cdot \sqrt{P_{N20}} = 13.85 \cdot \sqrt{21.46} = 64.16 \text{ gpm}$$

$$Q_{N20} = Q_{N20-s9} + Q_{N21} = 64.16 + 113.3 = 177.46 \text{ gpm}$$

Calculamos las perdidas por fricción del punto N20 al N19.

$$L_{\text{eq-Te2.5}} = 12$$

$$P_{\text{Fric(N20-N19)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N20}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 177.46^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 2.47^{4.87}} \cdot (13.12 + 12) = 2.86 \text{ psi}$$

$$P_{N19} = P_{N20} + P_{\text{Fric(N20-N19)}} = 21.46 + 2.86 = 24.32 \text{ psi}$$

Ahora debemos calcular la presión del ramal N19.

**Oficina (A.T.E) 1-309 LH 22,5gpm x Roc.**

$$Q_{s10} = \rho \cdot A_p = 0.1 \cdot 225 = 22.5 \text{ gpm}$$

$$P_{s10} = \left( \frac{Q_{s10}}{K_{s10}} \right)^2 = \left( \frac{22.5}{5.6} \right)^2 = 16.14 \text{ psi}$$

$$L_{\text{eq.CodoLin}} = 2$$

$$P_{\text{Fric}(s10-s11)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s10}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 22.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (16.73 + 2) = 3 \text{ psi}$$

$$P_{s11} = P_{s10} + P_{\text{Fric}(s10-s11)} = 16.14 + 3 = 19.14 \text{ psi}$$

Con la presión y el K del 11avo rociador calculamos el caudal necesario para ese punto.

$$Q_{s11} = K_{s11} \cdot \sqrt{P_{s11}} = 5.6 \cdot \sqrt{19.14} = 24.5 \text{ gpm}$$

$$Q_{s11-N19} = Q_{s10} + Q_{s11} = 22.5 + 24.5 = 47 \text{ gpm}$$

$$L_{\text{eq.TeLin}} = 5$$

$$P_{\text{Fric}(s11-N19)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s11-N19}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 47^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (6.88 + 5) = 7.47 \text{ psi}$$

$$P_{N19} = P_{s11} + P_{\text{Fric}(s11-N19)} = 19.14 + 7.47 = 26.61 \text{ psi}$$

Como podemos observar la presión proveniente del ramal del nodo N19 es superior al conjunto de ramales calculados en un inicio, por lo tanto, se calculará un K equivalente a las 3 ramas mencionadas, así determinaremos el caudal que será suministrado realmente.

$$K_{N19} = \frac{Q_{N20-N19}}{\sqrt{P_{N19}}} = \frac{177.46}{\sqrt{26.61}} = 35.98$$

$$Q_{N20-N19} = K_{N19} \cdot \sqrt{P_{N19-\text{max}}} = 35.98 \cdot \sqrt{26.61} = 185.60 \text{ gpm}$$

$$Q_{N19} = Q_{N20-N19} + Q_{s11-N19} = 185.60 + 47 = 232.6 \text{ gpm}$$

Calculamos las perdidas por fricción del punto N19 al N18.

$$P_{\text{Fric}(N19-N18)} = \frac{4.52 \cdot Q_{N19-N18}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 232.6^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 2.47^{4.87}} \cdot (9.51 + 12) = 4.04 \text{ psi}$$

$$P_{N18} = P_{N19} + P_{\text{Fric}(N19-N18)} = 26.16 + 4.04 = 30.2 \text{ psi}$$

Ahora debemos calcular la presión del ramal N18.

**Sala de máquinas (equipos de calefacción) 1-311 EH2 40gpm x Rociador.**

$$Q_{s12} = \rho \cdot A_p = 0.4 \cdot 100 = 40 \text{ gpm}$$

$$P_{s12} = \left( \frac{Q_{s12}}{K_{s12}} \right)^2 = \left( \frac{40}{8} \right)^2 = 25 \text{ psi}$$

$$L_{\text{eq.Codo1in}} = 2$$

$$P_{\text{Fric}(s12-s13)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s12}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 40^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (7.21 + 2) = 4.30 \text{ psi}$$

$$P_{s13} = P_{s12} + P_{\text{Fric}(s12-s13)} = 25 + 4.30 = 29.30 \text{ psi}$$

Con la presión y el K del rociador N°13 calculamos el caudal necesario para ese punto.

$$Q_{s13} = K_{s13} \cdot \sqrt{P_{s13}} = 8 \cdot \sqrt{29.30} = 43.30 \text{ gpm}$$

$$Q_{s13-N18} = Q_{s13} + Q_{s12} = 43.30 + 40 = 83.30 \text{ gpm}$$

$$L_{\text{eq.Te1in}} = 5$$

$$L_{\text{eq.Te2.1/2.in}} = 12$$

$$P_{\text{Fric}(s13-N18)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s13-N18}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 83.30^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.61^{4.87}} \cdot (13.45 + 5 + 12) = 6.88 \text{ psi}$$

$$P_{N18} = P_{s13} + P_{\text{Fric}(s13-N18)} = 29.30 + 6.88 = 36.18 \text{ psi}$$

Como podemos observar la presión proveniente del ramal del nodo N18 es superior al conjunto de ramales calculados en un inicio, por lo tanto, se calculará un K equivalente a las 4 ramas mencionadas, así determinaremos el caudal que será suministrado realmente.

$$K_{N18} = \frac{Q_{N19-N18}}{\sqrt{P_{N18}}} = \frac{232.6}{\sqrt{30.2}} = 42.32$$

$$Q_{N19-N18} = K_{N18} \cdot \sqrt{P_{N18-\text{max}}} = 42.32 \cdot \sqrt{36.18} = 254.55 \text{ gpm}$$

$$Q_{N18} = Q_{N19-N18} + Q_{s13-N18} = 254.55 + 83.30 = 337.85 \text{ gpm}$$

Continuaremos calculando la presión necesaria para el ramal conectado en el nodo N17.

$$Q_{s14} = \rho \cdot A_p = 0.1 \cdot 225 = 22.5 \text{ gpm}$$

$$P_{s14} = \left( \frac{Q_{s14}}{K_{s14}} \right)^2 = \left( \frac{22.5}{5.6} \right)^2 = 16.14 \text{ psi}$$

$$L_{\text{eq.Codo1in}} = 2$$

$$L_{\text{eq.Te2.5in}} = 12$$

$$P_{\text{Fric}(s14-N17)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s14}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 22.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (4.59 + 2 + 12) = 3 \text{ psi}$$

$$P_{N17} = P_{s14} + P_{\text{Fric}(s14-N17)} = 16.14 + 3 = 19.14 \text{ psi}$$

Calculamos las pérdidas por fricción del nodo N18 al N17.

$$P_{\text{Fric}(N18-N17)} = \frac{4.52 \cdot Q_{N18-N17}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 337.85^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 2.47^{4.87}} \cdot (5.57 + 12) = 6.60 \text{ psi}$$

$$P_{N17} = P_{N18} + P_{\text{Fric}(N18-N17)} = 36.18 + 6.60 = 42.78 \text{ psi}$$

Recalculamos el caudal del rociador N°14 del ramal colocado en el nodo F.

$$Q_{s14} = K_{s14} \cdot \sqrt{P_{N17-\text{max}}} = 5.14 \cdot \sqrt{42.78} = 33.61 \text{ gpm}$$

$$Q_{N17} = Q_{N18-N17} + Q_{s14-N17} = 337.85 + 33.61 = 371.46 \text{ gpm}$$

Calculamos las pérdidas por fricción del nodo N17 al N13.

$$P_{\text{Fric}(N17-N13)} = \frac{4.52 \cdot Q_{N17-N13}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 371.46^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 2.47^{4.87}} \cdot (4.59 + 12) = 7.42 \text{ psi}$$

$$P_{N13} = P_{N17} + P_{\text{Fric}(N17-N13)} = 42.78 + 7.42 = 50.02 \text{ psi}$$

Para seguir calculando las pérdidas de presión debemos calcular el caudal que circulara por el tramo N13-N14.

**Capilla 1-312 LH 22,5gpm x Roc.**

$$Q_{s15} = \rho \cdot A_p = 0.1 \cdot 225 = 22.5 \text{ gpm}$$

$$P_{s15} = \left( \frac{Q_{s15}}{K_{s15}} \right)^2 = \left( \frac{22.5}{5.6} \right)^2 = 16.14 \text{ psi}$$

$$L_{\text{eq\_Codo1in}} = 4$$

$$L_{\text{eq\_Telin}} = 5$$

$$P_{\text{Fric}(s15-N16)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s15-N16}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 22.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (14.44 + 4 + 5) = 3.77 \text{ psi}$$

$$P_{N16} = P_{s15} + P_{\text{Fric}(s15-N16)} = 16.14 + 3.77 = 19.91 \text{ psi}$$

$$Q_{s16} = \rho \cdot A_p = 0.1 \cdot 225 = 22.5 \text{ gpm}$$

$$P_{s16} = \left( \frac{Q_{s16}}{K_{s16}} \right)^2 = \left( \frac{22.5}{5.6} \right)^2 = 16.14 \text{ psi}$$

$$L_{\text{eq\_Codo1in}} = 2$$

$$P_{\text{Fric}(s16-N16)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s16}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 22.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot (5.25 + 2) = 1.16 \text{ psi}$$

$$P_{N16} = P_{s16} + P_{\text{Fric}(s16-N16)} = 16.14 + 1.16 = 17.3 \text{ psi}$$

Recalculamos el caudal del rociador N°16.

$$Q_{s16} = K_{s16} \cdot \sqrt{P_{N16-\max}} = 5.40 \cdot \sqrt{19.91} = 24.09 \text{ gpm}$$

$$Q_{N16} = Q_{s15-N16} + Q_{s16-N16} = 22.5 + 24.09 = 46.59 \text{ gpm}$$

$$P_{\text{Fric}(N16-s17)} = \frac{4.52 \cdot Q_{N16-s17}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 46.59^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.05^{4.87}} \cdot 5.09 = 3.15 \text{ psi}$$

$$P_{s17} = P_{N16} + P_{\text{Fric}(N16-s17)} = 19.91 + 3.15 = 23.06 \text{ psi}$$

Con la presión y el K del 17avo rociador calculamos el caudal necesario para ese punto.

$$Q_{s17} = K_{s17} \cdot \sqrt{P_{s17}} = 5.6 \cdot \sqrt{23.06} = 26.89 \text{ gpm}$$

$$Q_{s17-N14} = Q_{N16} + Q_{s17} = 46.59 + 26.89 = 73.48 \text{ gpm}$$

$$L_{\text{eq-2XTe1.25in}} = 12$$

$$P_{\text{Fric}(s17-N14)} = \frac{4.52 \cdot Q_{s17-N14}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 73.48^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.38^{4.87}} \cdot (4.59 + 24) = 10.86 \text{ psi}$$

$$P_{N14} = P_{s17} + P_{\text{Fric}(s17-N14)} = 26.89 + 10.86 = 37.85 \text{ psi}$$

Calculamos el caudal que le llegara al rociador N°18 con esta presión que es superior a la residual.

$$Q_{s18} = K_{s18} \cdot \sqrt{P_{N14}} = 5.06 \cdot \sqrt{37.85} = 31.13 \text{ gpm}$$

Calculamos las perdidas por fricción del nodo N14 al N13.

$$Q_{N14} = Q_{s17-N14} + Q_{s18} = 73.48 + 31.13 = 104.61 \text{ gpm}$$

$$L_{\text{eq-Te2.5in}} = 12$$

$$P_{\text{Fric}(N14-N13)} = \frac{4.52 \cdot Q_{N14-N13}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 104.61^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 1.61^{4.87}} \cdot (9.19 + 12) = 7.30 \text{ psi}$$

$$P_{N13} = P_{N14} + P_{\text{Fric}(N14-N13)} = 37.85 + 7.30 = 45.19 \text{ psi}$$

Calculamos un K equivalente para el tramo N14-N13 para corregir el caudal que verdaderamente circulara por dicho tramo.

$$K_{N14-N13} = \frac{Q_{N14}}{\sqrt{P_{N13}}} = \frac{104.61}{\sqrt{45.19}} = 15.56$$

$$Q_{N14} = K_{N14-N13} \cdot \sqrt{P_{N13-\max}} = 15.56 \cdot \sqrt{50.02} = 110.04 \text{ gpm}$$

$$Q_{N13} = Q_{17} + Q_{N14} = 371.46 + 110.04 = 481.5 \text{ gpm}$$

Calculamos las perdidas por fricción del tramo N13-N11.

$$L_{\text{eq-2Xcodo3in}} = 14$$

$$P_{\text{Fric}(N13-N11)} = \frac{4.52 \cdot Q_{N13-N11}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 481.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 3.05^{4.87}} \cdot (82.81 + 14) = 24.26 \text{ psi}$$

$$P_{N11} = P_{N13} + P_{\text{Fric}(N13-N11)} = 50.02 + 24.26 = 74.28 \text{ psi}$$

Calculamos las perdidas por fricción del tramo N11-N9.

$$L_{\text{eq-T4in}} = 20$$

$$P_{\text{Fric(N11-N9)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N11-N9}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 481.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 4.03^{4.87}} \cdot (236.88 + 20) = 17.11 \text{ psi}$$

$$P_{N9} = P_{N11} + P_{\text{Fric(N11-N9)}} = 74.28 + 17.11 = 91.39 \text{ psi}$$

Calculamos las perdidas por fricción del tramo N9-N8.

$$L_{\text{eq-codo6in}} = 14$$

$$P_{\text{Fric(N9-N8)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N9-N8}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 481.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 6.07^{4.87}} \cdot (20.90 + 14) = 0.31 \text{ psi}$$

$$P_{N8} = P_{N9} + P_{\text{Fric(N9-N8)}} = 91.39 + 0.31 = 91.7 \text{ psi}$$

Calculamos las perdidas por fricción del tramo N8-N4.

$$L_{\text{eq-3xcodo6in}} = 42$$

$$P_{\text{Fric(N8-N4)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N8-N4}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 481.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 6.07^{4.87}} \cdot (29.20 + 42) = 0.64 \text{ psi}$$

$$P_{N4} = P_{N8} + P_{\text{Fric(N8-N4)}} + 5.34 = 91.7 + 0.64 + 5.34 = 97.68 \text{ psi}$$

En este caso tenemos en cuenta la diferencia de altura sumando 5,34 psi extra.

Calculamos las perdidas por fricción del tramo N4-N3.

$$L_{\text{eq-codo6in}} = 14$$

$$P_{\text{Fric(N4-N3)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N4-N3}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 481.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 6.07^{4.87}} \cdot (281.17 + 14) = 2.67 \text{ psi}$$

$$P_{N3} = P_{N4} + P_{\text{Fric(N4-N3)}} = 97.68 + 2.67 = 100.35 \text{ psi}$$

Calculamos las perdidas por fricción del tramo N3-N2.

$$L_{\text{eq-codo6in}} = 14$$

$$P_{\text{Fric(N3-N2)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N3-N2}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 481.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 6.07^{4.87}} \cdot (8.20 + 14) = 0.20 \text{ psi}$$

$$P_{N2} = P_{N3} + P_{\text{Fric(N3-N2)}} + 3.55 = 100.35 + 0.20 + 3.55 = 104.1 \text{ psi}$$

En este caso tenemos en cuenta la diferencia de altura sumando 3,55 psi extra.

Calculamos las perdidas por fricción del tramo N2-N1.

$$L_{\text{eq-valvulamariposa}} = 12$$

$$P_{\text{Fric(N2-N1)}} = \frac{4.52 \cdot Q_{N2-N1}^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \cdot L = \frac{4.52 \cdot 481.5^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 7.98^{4.87}} \cdot (20.90 + 14) = 0.11 \text{ psi}$$

$$\boxed{P_{N1} = P_{N2} + P_{\text{Fric(N2-N1)}} = 104.1 + 0.11 = 104.21 \text{ psi}}$$

Por lo tanto, una vez finalizado el cálculo teniendo en cuenta como área de diseño 18 rociadores de la primera planta tenemos que para satisfacer el sistema de red contra incendio necesitamos una bomba que pueda cumplir con 104,21 psi de presión y un caudal de 481 gpm.

### 5.3. Verificación en Software-vCalc y vDesign

Una vez obtenidos estos requerimientos de diseño en base a los cálculos efectuados se procedió a contrastar los mismo mediante la utilización del software vCalc.

#### 5.3.1. Área de diseño-Primer Piso

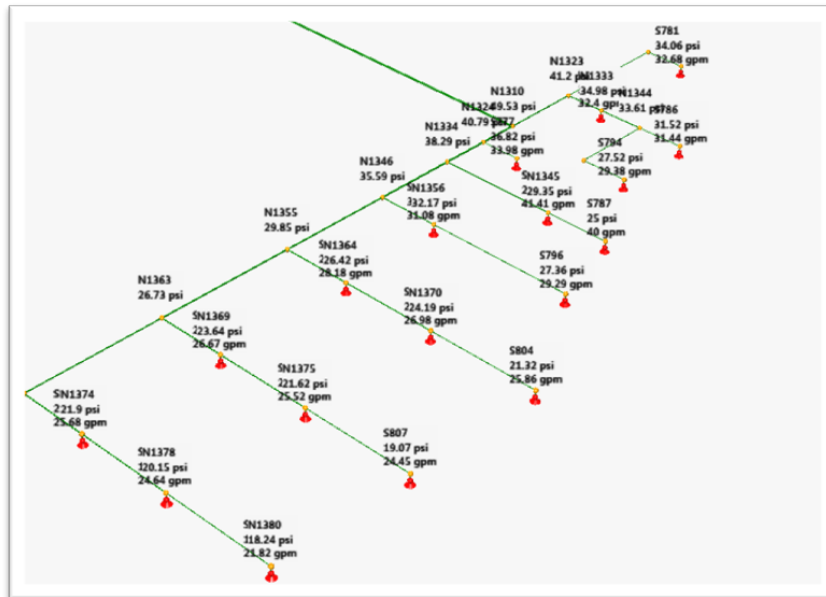


Figura 57: Área de diseño-Primer Piso-vDesign

Design Area Names									
P1									
	Id	Node	K-Factor	Density [gpm/ft <sup>2</sup> ]	Area [ft <sup>2</sup> ]	Min. Pressure [psi]	Min. Flow [gpm]	Real Flow [gpm]	Pressure [psi]
+	137	S808	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	21.82	15.18
+	138	S807	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	24.45	19.07
+	139	S804	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	25.86	21.32
+	140	S796	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	29.29	27.36
+	141	S787	8.0	0.40	100.00	0.00	40.00	40.00	25.00
+	142	S777	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	33.98	36.82
+	143	S794	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	29.38	27.52
+	144	S786	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	31.44	31.52
+	145	S781	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	32.61	34.06
+	146	S782	8.0	0.40	100.00	0.00	40.00	41.41	26.79
+	147	S788	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	31.08	30.79
+	148	S795	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	28.18	25.33
+	149	S799	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	26.98	23.21
+	150	S803	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	25.52	20.76
+	151	S806	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	24.64	19.36
+	152	S802	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	25.68	21.03
+	153	S798	5.6	0.07	225.00	0.00	15.75	26.67	22.68
+	154	S776	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	32.40	33.47

Figura 58: Datos de Rociadores

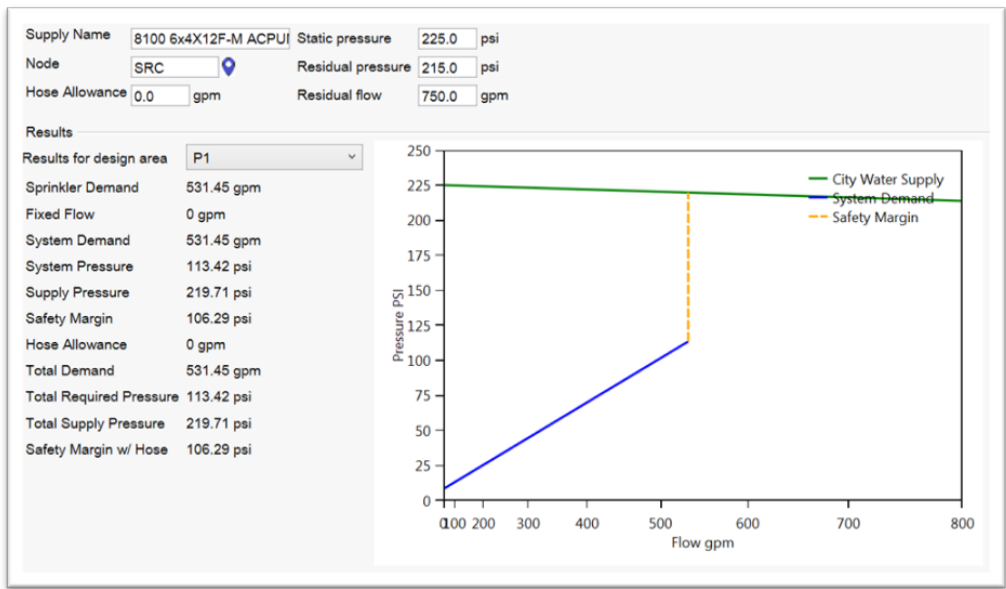


Figura 59: Curva del sistema y de la bomba

El software vCalc nos dio como resultado de requerimiento en la planta analizada los siguientes valores de caudal y presión.

**Demanda total de caudal:** 531,45 [gpm]  
**Demanda total de presión:** 113,42 [psi]

Como se puede apreciar hay una discrepancia del 9,4 % para el caudal y 8,12 % para la presión.

Si bien estos valores son considerables no afectaran al funcionamiento operativo de la red debido a que las bombas cuentan con un rango de operación variable, de igual forma se tomó un margen de seguridad para su selección.

Como criterio para selección de la bomba se tomó en cuenta por cada una de las plantas los rociadores más desfavorables trabajando en simultaneo dando como resultado final los siguientes requerimientos.

**5.3.2. Área de diseño-Planta Baja**

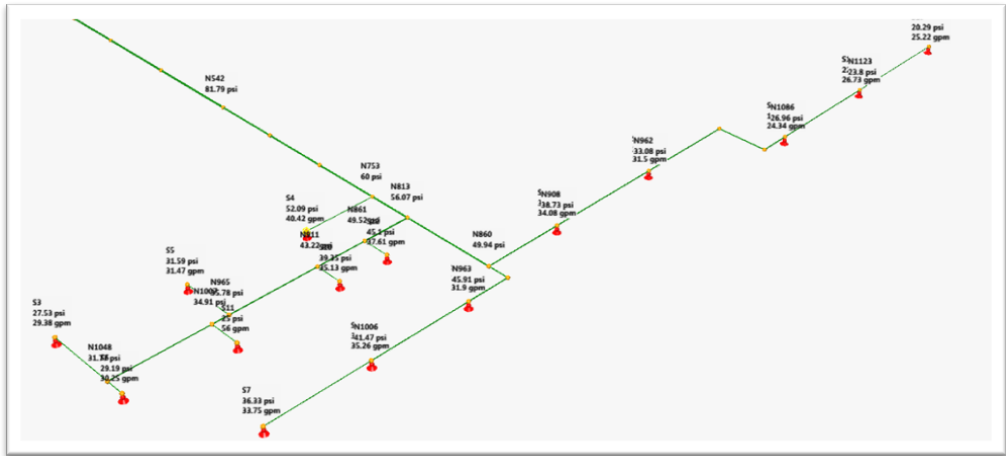


Figura 60: Área de diseño-Planta Baja-vDesign

			Id	Node	K-Factor	Density [gpm/ft <sup>2</sup> ]	Area [ft <sup>2</sup> ]	Min. Pressure [psi]	Min. Flow [gpm]	Real Flow [gpm]	Pressure [psi]
+	-	📍	5	S3	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	29.38	27.53
+	-	📍	6	S4	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	40.42	52.09
+	-	📍	7	S5	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	31.47	31.59
+	-	📍	8	S6	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	30.25	29.19
+	-	📍	9	S7	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	33.75	36.33
+	-	📍	10	S8	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	35.26	39.64
+	-	📍	11	S9	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	31.90	32.46
+	-	📍	12	S10	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	35.13	39.35
+	-	📍	13	S11	11.2	0.10	100.00	25.00	56.00	56.00	25.00
+	-	📍	14	S12	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	37.61	45.10
+	-	📍	15	S13	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	34.08	37.03
+	-	📍	16	S14	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	31.50	31.63
+	-	📍	17	S15	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	24.34	18.89
+	-	📍	18	S16	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	26.73	22.78
+	-	📍	19	S17	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	25.22	20.29

Figura 61: Datos de Rociadores

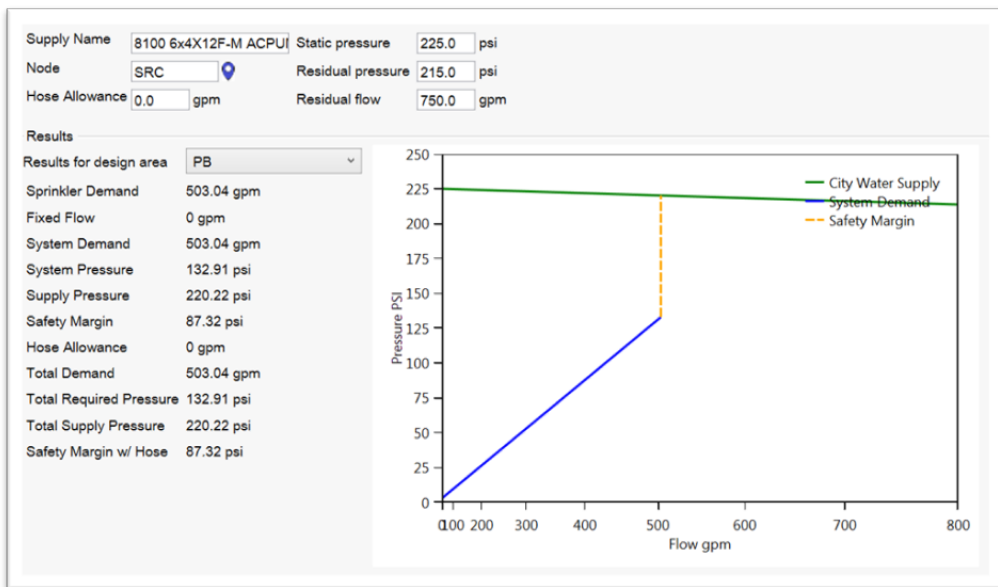


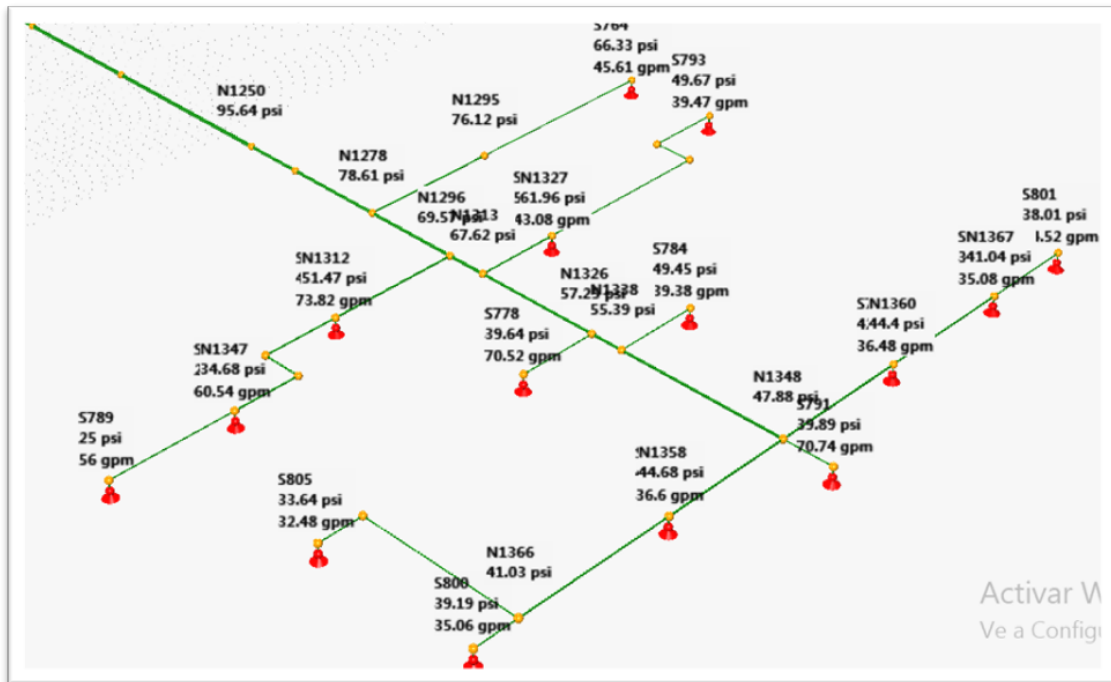
Figura 62: Curva del sistema y de la bomba

El software vCalc nos dio como resultado de requerimiento en la planta analizada los siguientes valores de caudal y presión.

**Demanda total de caudal:** 503,04 [gpm]

**Demanda total de presión:** 132,91 [psi]

### 5.3.3. Área de diseño-Segundo Piso



		Id	Node	K-Factor	Density [gpm/ft <sup>2</sup> ]	Area [ft <sup>2</sup> ]	Min. Pressure [psi]	Min. Flow [gpm]	Real Flow [gpm]	Pressure [psi]
+	-	98	S764	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	45.61	66.33
+	-	100	S793	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	39.47	49.67
+	-	101	S773	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	43.08	59.19
+	-	102	S784	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	39.38	49.45
+	-	103	S805	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	32.48	33.64
+	-	104	S800	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	35.06	39.19
+	-	105	S790	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	36.60	42.71
+	-	106	S792	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	36.48	42.44
+	-	107	S797	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	35.08	39.24
+	-	108	S801	5.6	0.10	225.00	0.00	22.50	34.52	38.01
+	-	109	S791	11.2	0.10	100.00	25.00	56.00	70.74	39.89
+	-	110	S778	11.2	0.10	100.00	25.00	56.00	70.52	39.64
+	-	111	S789	11.2	0.10	100.00	25.00	56.00	56.00	25.00
+	-	112	S783	11.2	0.10	100.00	25.00	56.00	60.54	29.22
+	-	113	S765	11.2	0.10	100.00	25.00	56.00	73.82	43.44

Figura 64: Datos de Rociadores

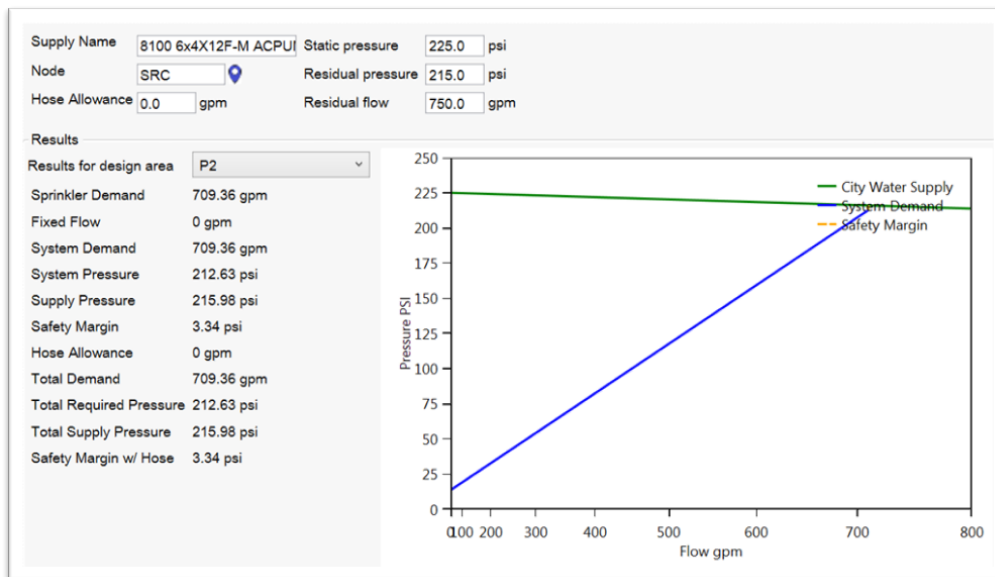


Figura 65: Curva del sistema y de la bomba

[h] El software vCalc nos dio como resultado de requerimiento en la planta analizada los siguientes valores de caudal y presión.

**Demanda total de caudal:** 709,36 [gpm]

**Demanda total de presión:** 212,63 [psi]

## 6. Selección de equipos

### 6.1. Bomba contra incendios

Como el área más desfavorable se encuentra en la segunda planta. Con dichos valores seleccionamos la siguiente bomba.

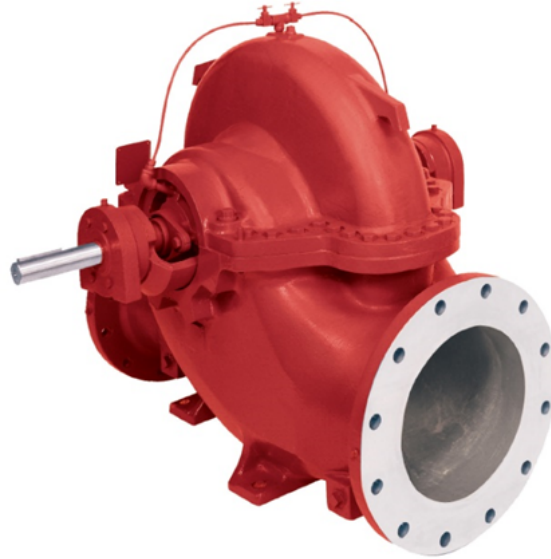


Figura 66: Bomba contra incendios-Xylem

- Tipo: carcasa partida
- Marca: Xylem
- Modelo: serie 8100 6x4x12F-M
- Presión: 215 PSI (179 m)
- Caudal: 750 GPM
- Potencia: 205 HP
- RPM: 2950
- Diámetro de succión: 6 in
- Diámetro de descarga: 4 in

La sala de bombas contara con 2 equipos de bombeo totalmente idénticos con la diferencia que uno será impulsado por un motor eléctrico y el otro por medio de un motor diésel, esto se debe a que en caso de que falle la electrobomba, falle la red eléctrica o se encuentre en mantenimiento siempre tendremos disponible la motobomba.

El motor diésel seleccionado será de la marca Clark que cuenta con amplia experiencia en el rubro y además posee las certificaciones necesarias por NFPA.

## 6.2. Motor eléctrico



Figura 67: Motor electrico-WEG

- Tipo: Motor trifasico de inducción-rotor de jaula
- Marca: WEG
- Modelo: W40 High Efficiency trifásico
- Potencia: 250 HP (185kW)
- Tensión: 380V
- Corriente nominal: 342 A
- Corriente de arranque: 2189 A
- Polos: 2
- RPM: 2965

## 6.3. Motor Diesel

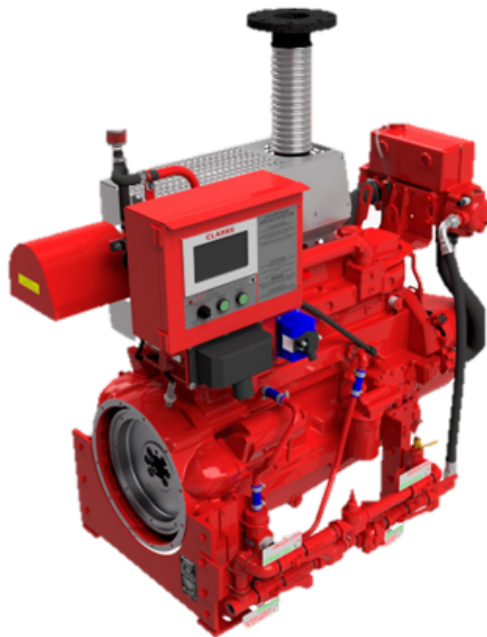


Figura 68: Motor Diesel-Clarke

- Tipo: Motor trifasico de inducción-rotor de jaula
- Marca: WEG
- Modelo: W40 High Efficiency trifásico
- Potencia: 250 HP (185kW)
- Tensión: 380V
- Corriente nominal: 342 A
- Corriente de arranque: 2189 A
- Polos: 2
- RPM: 2965

#### 6.4. Tanque de combustible

Para calcular la capacidad del tanque de combustible para el motor impulsar se calcula  $1\text{GP} \times \text{HP}$  del motor mas un 10 %. Se usa DIESEL de grado 2. El tanque de combustible deberá estar al mismo nivel o superior al sistema de inyección. Así el suministro se hace por gravedad.

La fórmula es:  $\text{TK}_{\text{vol}} = 1 \text{ GP} \cdot 216 \text{ HP} \cdot 1.10 = 237.6 \text{ GP} = 898.131$ .

Como medida estándar tenemos tanques de **1000 litros**

#### 6.5. Tanque de almacenamiento de agua

Para seleccionar el tanque tendremos que tener en cuenta el caudal nominal de la bomba y asegurar un abastecimiento de los rociadores por 30 minutos continuos (riesgo leve). Este es un requerimiento que establece la norma NFPA 13 por medio de una tabla, dependiendo del tipo de riesgo y de la cercanía de un cuartel de bomberos. En nuestro caso tenemos 2 cuarteles cercanos a aproximadamente 6 minutos de distancia.

Clasificación de la ocupación	Presión residual requerida		Flujo aceptable en la base del montante		Duración (minutos)
	psi	bar	gpm	L/min	
Riesgo leve	15	1	500–750	1900–2850	30–60
Riesgo ordinario	20	1.4	850–1500	3200–5700	60–90

Tabla 26: Presión residual y flujo aceptable para diferentes clasificaciones de ocupación.

$$\text{Caudal nominal} = 750 \text{ GPM} = 2835 \text{ L/min}$$

$$\text{Capacidad del tanque de almacenamiento} = 2835 \text{ L/min} \cdot 30 \text{ min} = 85050 \text{ L}$$

Por lo tanto, necesitamos un tanque con una capacidad de 85000 litros. Por cuestiones de practicidad y disponibilidad seleccionamos 4 tanques, 3 de 25000 litros y uno de 10000 litros de la marca Rotoplas de polietileno de alta densidad.

#### Dimensiones:

Tanque de 10000 l: 2,70 m de alto x 2,50 m de diámetro

Tanque de 25000 l: 3,68 m de alto x 3,20 m de diámetro



Figura 69: Tanques de polietileno-Rotoplas

## 6.6. Bomba Jockey

Para seleccionar la bomba jockey deberemos tener en cuenta las dos siguientes condiciones:

- Debe ser capaz de producir la presión máxima de la bomba principal más la presión estática que aporta el tanque de almacenamiento de agua.

$$\text{Presión bomba jockey} = \text{Presión bomba principal} + \text{Presión del tanque}$$

$$\text{Presión bomba jockey} = 225 + 6 = 231 \text{ psi}$$

- Su caudal tendrá que ser aproximadamente un 1% del caudal nominal de la bomba principal.

$$\text{Caudal nominal bomba} = 750 \text{ GPM}$$

$$\text{Caudal nominal bomba jockey} = 750 \cdot 1\% = 75 \text{ GPM}$$

Con estos dos parámetros seleccionamos la siguiente bomba:



Figura 70: Bomba Jockey-Grundfos

- Tipo: Bomba centrífuga multietapa vertical
- Marca: Grundfos
- Modelo: CR 32-9 A-F-A-V-HQQV
- Presión: 231 PSI
- Caudal: 89 GPM
- Potencia: 18,5 kW o 24,80 HP
- RPM: 2955

## 6.7. Accesorios-Sala de bombas

### 6.7.1. Válvula esclusa OS&Y

La válvula esclusa por normativa solo se exige en la tubería de succión de la bomba, en nuestro caso usaremos válvulas de 6" de diámetro.

Certificación de la bomba (gpm)	Succión <sup>a,b,c</sup>	Descarga <sup>a</sup>	Válvula de alivio	Descarga de válvula de alivio
25	1	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
50	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1	1
100	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
150	$2\frac{1}{2}$	2	2	2
200	3	2	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
250	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
300	4	3	3	3
350	4	3	3	3
400	4	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
450	5	4	4	4
500	5	4	4	4
750	6	4	4	4
1000	8	6	6	6
1250	8	6	6	6
1500	10	8	8	8
2000	10	10	8	8

Certificación de la bomba (gpm)	Dispositivo de medición	Válvulas de manguera	Conexiones sin rosca	Suministro de cabezal de manguera
25	1 $\frac{1}{4}$	1—1 $\frac{1}{2}$	1—1 $\frac{1}{2}$	1
50	1 $\frac{1}{4}$	2—1 $\frac{1}{2}$	1—1 $\frac{1}{2}$	2
100	2	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
150	2	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
200	2 $\frac{1}{2}$	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
250	3	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
300	3	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
350	3	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
400	3 $\frac{1}{2}$	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
450	4	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
500	4	2—2 $\frac{1}{2}$	1—2	2
750	4	3—2 $\frac{1}{2}$	1—2	3
1000	6	3—2 $\frac{1}{2}$	1—2	4
1250	6	3—2 $\frac{1}{2}$	1—2	4
1500	8	3—2 $\frac{1}{2}$	1—2	5
2000	8	3—2 $\frac{1}{2}$	1—2	5 <sup>d</sup>

Tabla 27: Diametros minimos segun caudal de bomba



Figura 71: Válvula OS&Y ranura-ranura

- Marca: Victaulic
- Serie: 771P
- Conexiones: ranura-ranura (ANSI 150)
- Tamaños: 6" (DN65 – DN300)
- Aprobaciones: cULus Listed, FM Approved
- Max. presión de trabajo: 300 psi
- Cuerpo: Hierro dúctil conforme a ASTM A536 grado 65-45-12

### 6.7.2. Válvula antirretorno o check

Se usarán 3 válvulas antirretorno de 6" en las descargas de las bombas y en la entrada de agua por medio de la válvula siamesa, además se agregará una a la salida de la bomba jockey de 2  $\frac{1}{2}$ ".



Figura 72: Válvula check-linea principal

- Marca: United wáter products
- Conexiones: Bridas
- Tamaños: 6"
- Aprobaciones: UL, ULC y FM Approved
- Max. Presión de trabajo: 300 psi
- Cuerpo: hierro dúctil



Figura 73: Válvula check-bomba jockey

- Marca: Victaulic
- Conexiones: Bridas
- Tamaños: 2 1/2"
- Max. Presión de trabajo: 300 psi
- Cuerpo: acero inoxidable

### 6.7.3. Válvula de aire y válvula de recirculación

En las bombas de carcasa partida se deberá colocar una válvula de purga de aire automática en la parte superior y una válvula de recirculación, esto se debe a que la bomba si bien puede trabajar a caudal cero, con el paso del tiempo el agua adentro de la carcasa se calienta generando vapores pudiendo reducir la vida útil de la bomba.



Figura 74: Válvula de aire

- Marca: Cla-val
- Tamaños: 3/4"
- Rango de presión de trabajo: 175-300 psi
- Aprobaciones: UL y FM Approved
- Cuerpo: acero inoxidable



Figura 75: Válvula de recirculación

- Marca: Cla-val
- Tamaños: 3/4"
- Rango de presión de trabajo: 100-300 psi
- Aprobaciones: UL y FM Approved
- Cuerpo: Bronce

#### 6.7.4. Caudalímetro

Usaremos un medidor de flujo de 6" el cual tiene que poder manejar no menos de un 175 % del caudal nominal, en nuestro caso es 1312 GPM



Figura 76: Caudalimetro-Victaulic

- Marca: Victaulic
- Serie: S
- Aprobación: FM
- Max. Presión de trabajo: 500 psi
- Caudal nominal: 750 GPM
- Rango: 450 a 1500 GPM
- Dial: 4 ½"
- Carcasa: Acero – tamaños de 4"/100 mm y menores, Cédula 40, conforme a ASTM A-53; 5"/125 mm y mayores conforme a ASTM A-53 Clase B.

#### 6.7.5. Manómetros

Contaremos con 4 manómetros tanto en la succión como en la descarga de cada bomba, deberán tener una escala no menor al doble de la presión nominal en nuestro caso será mayor a 430 psi. Su carcasa no deberá ser menor de 89mm.



Figura 77: Manómetro-Ceni

- Marca: Ceni
- Rango: 0-580 psi
- Diámetro: 125 mm
- Salida: Inferior
- Rosca: 1/2"
- Clase: 1 %
- Baño de glicerina

### 6.7.6. Válvula mariposa

En la cañería de descarga usaremos válvulas mariposas de 6za que esta permitido, en este caso serán 4, tanto para manipular las descargas de las bombas como para habilitar el uso de la cañería de prueba.



Figura 78: Válvula mariposa-Victaulic

- Marca: Victaulic
- Serie: 707C
- Conexiones: ranura-ranura (ANSI 150)
- Tamaño: 6" (DN50 – DN200)
- Aprobaciones: cULus Listed, FM Approved
- Max. presión de trabajo: 300 psi
- Cuerpo: Hierro dúctil conforme a ASTM A536 grado 65-45-12

### 6.7.7. Válvula de alivio

Por normativa se necesitará colocar una válvula de alivio en caso de contar con una bomba impulsada por un motor Diesel siempre y cuando los elementos colocados no soporten la presión máxima generada por la bomba más la presión estática proporcionada por los tanques de agua. Además de esto hay que tener en cuenta la variación de velocidad del motor por lo cual deberemos multiplicar la máxima presión de la bomba por un 121 %.

$$\text{Presión máxima de la bomba} = 225 \text{ psi}$$

$$\text{Presión estática del tanque de agua} = 6 \text{ psi}$$

$$\text{Presión total} = (225 + 6) \cdot 1.21 = 279.5 \text{ psi}$$

Es decir que no necesitaremos válvula de alivio siempre y cuando nuestros accesorios de la sala de bombas superen los 279,5 psi. En nuestro caso los elementos soportan hasta 300 psi por lo tanto no contaremos con dicha válvula.

### 6.7.8. Toma siamesa

La toma de bomberos contara con dos entradas diferentes de 2 1/2 como lo exige la tabla 27



Figura 79: Toma siamesa de bomberos

- Construida totalmente de bronce
- Posee rosca hembra de 2 1/2"

### 6.7.9. Placa anti-vórtice

La placa anti-vortice debe como mínimo tener el doble del diámetro de la cañería de succión tanto de largo como de ancho, en nuestro caso como mínimo debe medir 12" x 12" y de altura debe ser de  $\frac{1}{2}$  del diametro con un mínimo de 6". El material será de hierro.

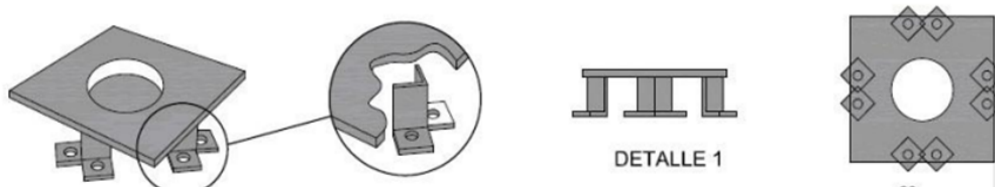


Figura 80: Detalles de placa Antivórtice

## 7. Dimensionamiento Electrico

### 7.1. Descripción de equipos

Se considerará que la sala de bomba tendrá su propio circuito seccional desde el transformador, asegurando que un posible corte de energía en el Tablero Principal del Hospital no deje fuera de servicio la bomba principal, se realizaran los cálculos de manera tal que abastezca la potencia máxima requerida por la electrobomba y la bomba jockey.

Según relevamiento realizado el transformador del cual se tomará la alimentación eléctrica es el siguiente.






 <b>FICHA TÉCNICA DE TRANSFORMADOR</b> 	
<b>TRANSFORMADOR: 10</b>	
<b>Fabricante: TMC</b>	<b>Ubicación:</b> Buenos Aires y 25 de Mayo (Hospital)
<b>TIPO:</b> TRANSFORMADOR TRIFASICO SECO ENCAPSULADO	<b>Sección:</b> Redes- Alumbrado Público
	N° 44152 REV.A
Datos técnicos generales	
TIPO	ONAN
AÑO DE FABRICACION	1995
POTENCIA	1000kVA
FRECUENCIA	50Hz
ENFRIAMIENTO	AN
TENSION	13200/400-230
ACOPLAMIENTO	DYN5.YNyn6
MASA TOTAL	3140
TENSION DE CC%	4,91%
INTENSIDAD	43,7/2444
NORMA IRAM	2250
ACEITE AISLANTE	930L
DURACION MAXIMA CC(s)	2
MATERIAL AROLLAMIENTO	COBRE/COBRE
Chapa Caracteristica	
	
Ubicación	
	
Foto de Transformador	
	
Realizado por: ALVAREZ, BALCEDA, LLANOS, MARTINEZ	
5/11/2023	

Figura 81: Ficha tecnica-transformador del hospital

Existirá un cable que alimentara desde el transformador directamente con el tablero seccional de la sala de bombas, en este caso no se considerará el uso de un tablero general de baja tensión ubicado dentro del hospital, debido a que en caso de falla del mismo por incendio o por otra razón no debe sin alimentación el TS inutilizando la bomba principal eléctrica, pasando directamente a la bomba impulsada por el motor Diesel. La sección nominal del conductor que alimenta el TS de la sala de bomba, como así también el de la electrobomba y bomba jockey, se calculan en función de su intensidad de corriente máxima admisible, la caída de tensión máxima permitida y la sollicitación térmica por cortocircuito.

Se seleccionará la protección del circuito interruptores magnéticos que actúen única-

mente sobre cortocircuito según exigido por NFPA 20. La protección de los motores, como así también los contactores, serán dimensionados junto al tablero con las prestaciones que demanda la NFPA.

Con respecto al dimensionamiento de los conductores de alimentación de tableros que abastecen a un grupo de motores deben estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad nominal del motor de mayor potencia más la intensidad nominal de todos los demás con una simultaneidad del 100 %, según AEA 90364 [771.16.2.5]. En nuestro caso el motor de mayor potencia es el de la electrobomba principal con la siguiente chapa característica:

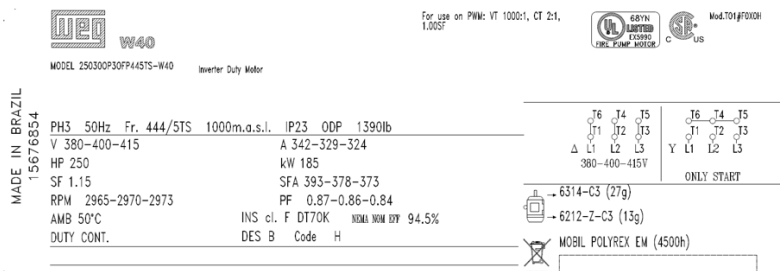


Figura 82: Chapa característica-motor WEG

Con respecto a la Bomba Jockey el motor a utilizar es el siguiente:

Descripción	Valor
Potencia (P2) requerida por la bomba:	18.5 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 220-240D/380-415Y V
Intensidad nominal:	59,5–56,5/34,5–32,5 A
Tensión solicitada:	380 V
Intensidad nominal con esta tensión:	56.5 A
Intensidad de arranque:	830–980 %
Cos phi - factor de potencia:	0.89–0.85
Velocidad nominal:	2940–2950 rpm
Clase eficiencia IE:	IE3
Eficiencia del motor a carga total:	92.4 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4:	93.2–93.0 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2:	93.2–92.2 %
Número de polos:	2
Grado de protección (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección de motor integrada:	PTC
Motor N.º:	85U07528
<b>Paneles control:</b>	
Convertidor de frecuencia:	None
<b>Otros:</b>	
Posición de caja de conexiones:	6
Índice de eficiencia mínima, IE min:	0.0
Peso neto:	198 kg
Peso bruto:	237 kg
Volumen de transporte:	0.805 m <sup>3</sup>
País de origen:	DK

Tabla 28: Especificaciones técnicas del motor-bomba jockey

Esta bomba se conectará con tipo de arranque directo(DOL). Se procede a realizar sumatoria de la potencia instalada con la potencia nominal de la electrobomba afectada y la bomba jockey.

Componente	Potencia	Unidad
Electrobomba	231,25	kW
Bomba Jockey	12,5	kW
<b>Potencia total</b>	<b>243,75</b>	<b>kW</b>

Tabla 29: Consumo de componentes

La corriente de línea que demandara la sala de bombas se puede calcular como:

$$I_P = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi)} = \frac{246875 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0.85} = 419.21 \text{ A}$$

Se decide a utilizar cable tetrapolar de cobre aislado Payton XLPE 1,1 k V Superflex IMSA según el consumo electrico calculado se precisara de una sección nominal de 150 [mm<sup>2</sup>] para la alimentación a la sala de bombas, esto considerando que el conductor es multipolar y enterrado.

#### TABLA DE CABLE

Procedemos a calcular la corriente nominal requerida por cada una de las bombas tanto la Jockey como la Principal, y luego se dimensiona el conductor que las alimentara desde el tablero seccional en la sala de bombas.

$$I_{\text{Electrobomba}} = \frac{P_{\text{Electrobomba}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi)} = \frac{185000 \cdot 1.25}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = 392.68 \text{ A}$$

$$I_{\text{Jockey}} = \frac{P_{\text{Jockey}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi)} = \frac{15625}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = 26.53 \text{ A}$$

Por lo tanto, la sección en estos tramos es de:

Componente	Corriente admisible por conductor	Sección del conductor tripolar	Resistencia eléctrica
Electrobomba	392,68	150 [mm <sup>2</sup> ]	0,37 [V/A km]
Bomba Jockey	26,53	4 [mm <sup>2</sup> ]	8,4 [V/A km]

Tabla 30: Características de los conductores

## 7.2. Cálculo de corrientes de corto circuito

Es necesario determinar la máxima corriente de cortocircuito a la que pueden someterse. El reglamento de AEA 90.909 describe: “El cálculo de la impedancia de cortocircuito se basa en general a partir de los valores asignados del equipamiento (4) eléctrico y de la configuración topológica de la red, y presenta la ventaja de poder aplicarlo en sistemas existentes y para sistemas en etapa de planificación:

Para los cálculos deben tenerse en cuenta dos corrientes de cortocircuito, las cuales difieren en su magnitud:

- La corriente máxima de cortocircuito, que determina la capacidad o el régimen asignado del equipamiento eléctrico;
- Y la corriente mínima de cortocircuito, que puede servir como base, por ejemplo, para la selección de fusibles, para la regulación de los dispositivos de protección y para la comprobación de la posibilidad de arranque de motores.”

### 7.2.1. Impedancia de cortocircuito

Para calcular la corriente de cortocircuito, se debe calcular la impedancia de cortocircuito que existe entre el transformador y el TS, esto se realiza teniendo en cuenta la corriente que aportan los motores al cortocircuito. Precisamos calcular la impedancia de la red, del transformador y de los conductores.

### 7.2.2. Impedancia de la red

Calculamos la impedancia de la red referida al lado de baja tensión, se sigue la siguiente ecuación:

$$Z_{\text{RED}} = \frac{U_P^2}{S_{cc} \cdot \left(\frac{U_P}{U}\right)^2} = \frac{13,200^2}{250,000,000 \cdot \left(\frac{13,200}{400}\right)^2} = 6.4 \times 10^{-4}$$

**Donde:**

$Z_{\text{RED}}$  = Impedancia de la red [ $\Omega$ ]

$U_P$  = Tensión de línea asignada lado de alta tensión [kV]

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red distribuidora [MVA]

$U$  = Tensión de línea asignada lado de baja tensión [kV]

Y las componentes real e imaginaria son:

$$R_{\text{RED}} = 0.85 \cdot Z_{\text{RED}} \quad ; \quad X_{\text{RED}} = 0.15 \cdot Z_{\text{RED}}$$

Siendo que la tensión de línea primaria igual 13,2 [Kv] y considerando una potencia de cortocircuito de red de 250 [MVA], las variables mencionadas serán:

$$R_{\text{RED}} = 0.85 \cdot Z_{\text{RED}} = 0.85 \cdot 6.4 \times 10^{-4} = 5.44 \times 10^{-4} [\Omega]$$

$$X_{\text{RED}} = 0.15 \cdot Z_{\text{RED}} = 0.15 \cdot 6.4 \times 10^{-4} = 9.6 \times 10^{-5} [\Omega]$$

### 7.2.3. Impedancia del transformador

La impedancia del transformador se calcula mediante:

$$Z_{\text{transformador}} = u_{cc} \cdot \frac{U^2}{S_n} = 4.81 \cdot \frac{400 \text{ V}}{1\,000\,000 \text{ VA}} = 7.696 \times 10^{-3} \Omega$$

**Donde:**

$Z_{\text{transformador}}$  = Impedancia del transformador [ $\Omega$ ]

$u_{cc}$  = Relación de tensión de cortocircuito [%]

$U$  = Tensión de línea asignada lado de baja tensión [V]

$S_n$  = Potencia nominal aparente del transformador [kVA]

Se procede calcular resistencia de las perdidas en el cobre según datos del fabricante teniéndose en cuenta también, la potencia y tensión secundaria nominal del transformador:

$$R_{\text{transformador}} = \frac{P_{cc}}{\left(\frac{S_n}{U}\right)^2} = \frac{14500}{\left(\frac{1\,000\,000}{400}\right)^2} = 2.32 \times 10^{-3} \Omega$$

Se calcula la reactancia como:

$$X_{\text{transformador}} = \sqrt{Z_{\text{transformador}}^2 - R_{\text{transformador}}^2} = 7.34 \times 10^{-3} \Omega$$

#### 7.2.4. impedancia del conductor

La impedancia que produce el conductor se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Z_{\text{Conductor}} = (r + jx) \cdot \text{long}$$

$$R_{\text{cond}} = r \cdot \text{long}$$

$$X_{\text{cond}} = x \cdot \text{long}$$

$$Z_{\text{cond}} = \text{Impedancia del conductor } [\Omega]$$

$$R_{\text{cond}} = \text{Resistencia del conductor } [\Omega]$$

$$X_{\text{cond}} = \text{Reactancia del conductor } [\Omega]$$

$$r = \text{Resistencia específica del conductor } [\Omega/\text{km}]$$

$$x = \text{Reactancia específica del conductor } [\Omega/\text{km}]$$

$$\text{long} = \text{Longitud del conductor } [\text{km}]$$

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Longitud [Km]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	Rcond [Ω]	X [Ω]
Transformador a TS Sala de bombas	4x150	0,01	0,37	0,101	0,0037	0,00101
TS a control electro-bomba	3x150	0,005	0,37	0,088	0,00185	0,00044
TS a control Bomba Joc-key	3x4	0,005	8,4	0,048	0,042	0,00024

Tabla 31: Impedancia conductores según circuito

#### 7.2.5. Corriente de cortocircuito a bornes de transformador

Considerando falla trifásica las corrientes de cortocircuito a bornes del transformador pueden determinarse aplicando la siguiente formula:

$$I_{k3\text{max}} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{\text{red}} + R_{\text{transformador}})^2 + (X_{\text{red}} + X_{\text{transformador}})^2}}$$

$$I_{k3\text{max}} = \frac{1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{((5.44 \times 10^{-4} + 2.32 \times 10^{-3})^2 + (9.6 \times 10^{-5} + 7.34 \times 10^{-3})^2)}} = 28,981.71 \text{ [A]}$$

$$I_{k3\min} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{\text{red}} + R_{\text{transformador}})^2 + (X_{\text{red}} + X_{\text{transformador}})^2}}$$

$$I_{k3\min} = \frac{0.95 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{((5.44 \times 10^{-4} + 2.32 \times 10^{-3})^2 + (9.6 \times 10^{-5} + 7.34 \times 10^{-3})^2)}} = 27,532.63 \text{ [A]}$$

**Donde:**

$c$  = Factor de tensión

$I_{k3}$  = Corriente presunta de cortocircuito trifásico

### 7.2.6. Corriente de cortocircuito aguas abajo del transformador

Se calcula de la misma manera que la mostrada en el inciso anterior con el agregado de que se debe sumar la impedancia de cortocircuito total, aquella de la del conductor de cada circuito considerado, siendo la ecuación, de la siguiente manera:

$$I_{k3} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{\text{red}} + R_{\text{transformador}} + R_{\text{cond}})^2 + (X_{\text{red}} + X_{\text{transformador}} + X_{\text{cond}})^2}}$$

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Longitud [Km]	Rcc total	Xcc total	Ik max	Ik min
Transformador a TS Sala de bombas	4x150	0,01	0,0065	0,0084	21589,69	20510,20
TS a control electrobomba	3x150	0,005	0,0047	0,0078	25159,74	23901,75
TS a control Bomba Jockey	3x4	0,005	0,0448	0,0076	5073,83	4820,13

Tabla 32: Impedancia conductores segun circuito

### 7.3. Corriente aportada al circuito por los motores

Cuando ocurre un cortocircuito en un sistema de baja tensión que incluye motores asíncronos, estos motores pueden contribuir temporalmente a la corriente de cortocircuito. El estator del motor está alimentado por corriente alterna, lo que genera un campo magnético rotatorio. El rotor, que gira a una velocidad inferior a la de sincronismo, genera su propio campo magnético por inducción a partir del estator. Durante un cortocircuito, la alimentación al estator se interrumpe, lo que también corta la excitación del campo magnético del rotor. Sin embargo, debido a la inercia de la carga y el campo magnético residual en el rotor, el motor continúa entregando corriente hacia la red durante un breve periodo, aumentando temporalmente la corriente de cortocircuito.

Por lo general, la contribución de los motores asíncronos a la corriente de cortocircuito en sistemas de baja tensión es considerada insignificante si su aporte no supera el 5% de la corriente de cortocircuito inicial, que es la corriente calculada sin considerar los motores. Esto se debe a que la corriente que un motor aporta durante el cortocircuito es similar a la que consume en el momento de su arranque, el cual suele ser varias veces mayor que la corriente nominal del motor (entre 5 y 7 veces, dependiendo del tipo de

arranque). Esta corriente solo se mantiene durante un corto período, ya que el motor se detiene rápidamente debido a la pérdida de excitación en el rotor.

En el caso de dos motores, cuya corriente de arranque ha sido especificada por el fabricante, la contribución de estos motores a la corriente de cortocircuito puede ser despreciada si no supera el 5 % de la corriente base de cortocircuito. Esto significa que, aunque los motores puedan aumentar la corriente de cortocircuito momentáneamente, su efecto en el sistema es mínimo y no afecta significativamente al comportamiento global del sistema durante un cortocircuito. En consecuencia, este aporte puede no ser necesario de considerar en los cálculos de protección de la instalación, simplificando el diseño y la evaluación del sistema.

$$I_{\text{arranque electrobomba}} = 6 \cdot 392,68 \text{ A} = 2356,08 \text{ A}$$

$$I_{\text{arranque bomba jockey}} = 6 \cdot 26,53 \text{ A} = 159,18 \text{ A}$$

Verificamos que la sumatoria de corrientes de los motores sea inferior al 5 % de la corriente de cortocircuito para poder despreciarla:

$$\sum_{i=1}^n I_{\text{arranque bomba}} \leq 0,05 \cdot I_k \text{ mínima}$$

$$2354,08 + 159,18 \leq 0,05 \cdot 7707,04$$

$$2513,26 \text{ [A]} \leq 385,35 \text{ [A]}$$

Debido a que la sumatoria de las corrientes de arranque de los motores es mayor al 5 % de la corriente de cortocircuito en los bornes del transformador, se tendrán en cuenta las mismas para el cálculo de corriente de cortocircuito. Quedando un total de corrientes de cortocircuitos:

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Longitud [Km]	Rcc total	Xcc total	Ik max	Ik min
Transformador a TS Sala de bombas	4x150	0,01	0,0065	0,0084	24102,95	23023,46
TS a control electrobomba	3x150	0,005	0,0047	0,0078	27673	26415,01
TS a control Bomba Jockey	3x4	0,005	0,0448	0,0076	7587,09	7333,39

Tabla 33: Corrientes de cortocircuitos

## 7.4. Verificación de conductores

Se realiza la verificación de los conductores seleccionados para cada tramo de circuitos por caída de tensión y sollicitación térmica.

### 7.4.1. Verificación por caída de tensión

Según la normativa de NFPA 20, el voltaje en los terminales de carga del contactor a los que está conectado el motor no debe descender más del 5 % por debajo del voltaje nominal cuando el motor funcione al 115 % de la corriente nominal de carga completa del motor. Por otro lado, también se debe considerar que el voltaje en los terminales del controlador

en condiciones de encendido del motor, considerándose una corriente de arranque de 6 veces la nominal Para esta verificación, recurrimos a la siguiente ecuación:

$$\Delta U[\%] = \left( \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot \text{long}}{U} \right) \cdot [r \cdot \cos(\varphi) + x \cdot \sin(\varphi)] \cdot k \cdot 100\%$$

**Donde:**

$\Delta U[\%]$ = Caída de tensión porcentual.

$I_p$ = Corriente de proyecto [A].

$l$ = Longitud entre suministro y la bomba [km].

$U$ = Tensión de línea nominal [V].

$r$ = Resistencia por unidad de longitud según tipo y sección del conductor [ $\Omega/\text{km}$ ].

$x$ = Reactancia por unidad de longitud según tipo y sección del conductor [ $\Omega/\text{km}$ ].

$\cos(\phi)$ = Factor de potencia de la instalación [Adimensional].

$\phi$ = Ángulo del factor de potencia.

$k$ = Coeficiente en función del régimen nominal (1.15) o de arranque (6).

En cuanto al ángulo de factor de potencia, para régimen nominal se tomará correspondiente a un factor de potencia de 0,85 en tanto para el arranque de motores considerara aquel que devenga de un factor de potencia igual a 0,3.

$$\phi_{\text{nominal}} = \cos^{-1}(0.85) = 31.78^\circ$$

$$\phi_{\text{arranque}} = \cos^{-1}(0.3) = 72.5^\circ$$

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Corriente [A]	Longitud [Km]	r [ $\Omega/\text{km}$ ]	x [ $\Omega/\text{km}$ ]	V %
Transformador a TS Sala de bombas	4x150	419,21	0,01	0,37	0,101	0,18 %
TS a control electrobomba	3x150	392,68	0,005	0,37	0,088	0,09 %
TS a control Bomba Jockey	3x4	26,53	0,005	8,4	0,048	0,17 %
<b>Caída de tensión en EB</b>						0,35
<b>Caída de tensión en BJ</b>						0,66

Tabla 34: Cálculo de caídas de tensión en régimen nominal.

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Corriente [A]	Longitud [Km]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	V %
TGBT a TS Sala de bombas	4x150	419,21	0,01	0,37	0,101	3,48 %
TS a control electrobomba	3x150	392,68	0,005	0,37	0,088	1,63 %
TS a control Bomba Jockey	3x4	26,53	0,005	8,4	0,048	2,46 %
<b>Caída de tensión en EB</b>						<b>6,51</b>
<b>Caída de tensión en BJ</b>						<b>9,85</b>

Tabla 35: Cálculo de caídas de tensión en régimen de arranque.

Las caídas de tensión obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables. Además, los valores hallados anteriormente responden a una hipótesis de trabajo que en la realidad es muy poco probable, es decir, es poco común que la electrobomba y la bomba jockey trabajen en simultaneo, cuando la bomba sostenedora de presión no logre compensar la caída de carga como producto de la apertura de una bomba contra incendio y la presión en el sistema caiga por debajo de lo programado para el arranque de la bomba contra incendio, lo que producirá a la vez , la parada de la bomba jockey y es aún más improbable que arranquen a la vez. Además, la electrobomba está preparada para realizar el encendido en estrella-triangulo logrando reducir la corriente de arranque a valores de entre 1,5 y 2,6 veces la corriente nominal.

#### 7.4.2. Verificación por solicitud térmica

En la AEA 90.364 establece que para los cortocircuitos cuya duración es de entre 0,1 y 5 segundos, se considera protegido el conductor si su sección nominal cumple con la siguiente expresión:

$$s = I_{k3} \cdot \sqrt{t}/k$$

Donde:

$S$ = Sección del conductor [mm<sup>2</sup>].

$I_{k3}$ = Corriente de cortocircuito máxima presunta en el conductor [A].

$t$ = Tiempo de retardo en la actuación de las protecciones en segundos. Se adopta 0,2 segundos.

$K$ =Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura, la capacidad térmica volumétrica del conductor y las temperaturas inicial y final del mismo.

Aislación de conductores	PVC 300mm <sup>2</sup>	PVC 300	EPR/XLPE	Goma 60 Celsius
Temperatura inicial en Celsius	70	70	90	60
Temperatura final en Celsius	160	140	250	200
Material: Cobre	115	103	143	141
Conductor: Aluminio	76	68	94	94

Tabla 36: Propiedades térmicas según tipo de aislación y conductor.

## 7.5. Selección de protecciones de la sala de bomba

Se debe asegurar que la bombas contra incendio no deje de operar bajo ninguna circunstancia, el diseño del circuito se basa en que la operación del sistema es primaria sobre la protección de los motores conectados, prevalece la continuidad del servicio sobre la protección de los elementos del sistema. Por eso se seleccionara protecciones del tipo magnéticas y no térmicas para evitar el corte de suministro por una eventual sobrecarga. Se ajusta el valor de corriente de protección del interruptor de manera que esta sea apenas superior a la corriente de arranque de ambos motores y de la carga total de luminarias y tomacorrientes para la protección general y superior a la corriente de arranque de cada motor de bomba por separado para su respectivo circuito en el tablero seccional. La formula cumplir es:

$$I_m = \left( \frac{\sum_{i=1}^n I_i \text{ tramo circuito correspondiente}}{I_{\text{nom}}} \right) \cdot I_{\text{nom}}$$

### 7.5.1. Verificación de conductores a la solicitud térmica

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Ik max	t	k	Sección Mínima	Verifica
Transformador a TS Sala de bombas	4x150	21589,69324	0,2	143	67,51891147	SI
TS a control electrobomba	3x150	25159,74492	0,2	143	78,68377615	SI
TS a control Bomba Jockey	3x4	5073,830868	0,2	143	15,86773528	NO

Tabla 37: Verificación de secciones de conductores para diferentes circuitos.

La sección del TS a control Bomba Jockey NO verifica por solicitud térmica por lo tanto va a su superior 3x16mm<sup>2</sup> Quedando la tabla de la siguiente forma:

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Ik max	t	k	Sección Mínima	Verifica
Transformador a TS Sala de bombas	4x150	21589,69324	0,2	143	67,51891147	SI
TS a control electrobomba	3x150	25159,74492	0,2	143	78,68377615	SI
TS a control Bomba Jockey	3x4	5073,830868	0,2	143	15,86773528	SI

Tabla 38: Verificación de secciones de conductores para diferentes circuitos(corrección).

Como hemos mencionado al principio, debemos asegurar que la bomba contra incendio no deje de operar en ninguna circunstancia, salvo que se produzca un cortocircuito que pueda agravar la situación.

El diseño del circuito eléctrico se basa en que la operación del sistema es primaria sobre la protección de los motores conectados, es decir, prevalece la continuidad del servicio sobre la protección de los elementos del sistema. Por ello, se seleccionará protecciones tipo magnéticas y no termicas para evitar el corte de suministro por una eventual sobrecarga. En caso de no satisfacer lo anterior, la norma NFPA 20 exige determinadas garantías a cumplir con respecto a la repuesta de la protección frente a sobrecorrientes. De este modo, se seleccionaron ciertas protecciones de entre los productos ofrecidos por Schneider Electric.

Se ajusta el valor de corriente de protección del interruptor de manera que esta sea apenas superior a la corriente de arranque de ambos motores y de la carga total de luminarias y tomacorrientes para la protección general, y superior a la corriente de arranque de cada motor de bomba por separado para su respectivo circuito en el tablero seccional. La relación a cumplir es entonces:

$$I_m = \left( \sum_{i=1}^n I_i \text{ tramo circuito correspondiente} \right) \frac{I_{nom}}{I_{nom}}$$

Circuito	Sección conductor [mm <sup>2</sup> ]	Corriente de ajuste para protección magnética [A]	Ik max [A]	Poder de corte [kA]	Corriente nominal [A]	Modelo Interruptor
Transformador a TS Sala de bombas	4x150	1337,22	21589,6932	36	630	NSX630F
TS a control electrobomba	3x150	1178,04	25159,7449	36	400	NSX400F
TS a control Bomba Jockey	3x16	159,18	5073,83087	36	160	CVS250B

Tabla 39: Selección de interruptores magneticos.

### 7.5.2. Interruptor de potencia TS



Interruptor Bastidor Básico Compact Nsx630F 36 Ka A 415 Vca 5060 Hz 630 A Sin Unidad De Disparo 3 Polos

C63F3

Figura 83: Interruptor de potencia del tablero-Schneider

### 7.5.3. Interruptor de potencia de Electrobomba



Interruptor Compact Nsx400F 36 Ka A 415 Vca Unidad De Control Micrologic 2.3 400 A 3 Polos 3D

C40F32D400

Figura 84: Interruptor de potencia bomba principal-Schneider

#### 7.5.4. Interruptor de potencia de Bomba Jockey



### Interruptor termomagnético EasyPact CVS 25kA TMD 3P 3d 250A

LV525323

Figura 85: Interruptor de potencia bomba Jockey-Schneider

#### 7.5.5. Contactores de Bomba Principal

Para la correcta selección del contactor se debe considerar 3 aspectos principales:

1. Categoría de empleo según norma IEC 60947-4-1: Fijan los valores de corriente que el contactor debe establecer o cortar.

Dependen:

- De la naturaleza del receptor controlado; motor de jaula de anillos, resistencias.
- De las condiciones en las que se realicen los cierres y las aperturas: Motor lanzado o calado en curso de arranque, inversión del sentido de la marcha frenado a contra corriente.

Categoría AC-1:	Se aplica a todos los aparatos de uso de corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ( $\cos \varphi \geq 0,95$ ). Ejemplos de utilización: calefacción, distribución.
Categoría AC-2	Esta categoría rige el arranque, el frenado a contracorriente y la marcha "a sacudidas" de los motores de anillos. ■ En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, aproximadamente 2,5 veces la corriente nominal del motor. ■ En la apertura, deberá cortar la corriente de arranque, con una tensión igual a la tensión de la red.
Categoría AC-3	Se aplica a los motores de jaula en los que el corte se realiza con el motor lanzado. ■ En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. ■ En la apertura, el contactor corta la corriente nominal absorbida por el motor; en ese momento, la tensión en las bornas de sus polos se acercará al 20% de la tensión de la red. El corte resulta sencillo. Ejemplos de utilización: todos los motores de jaula habituales: ascensores, escaleras mecánicas, cintas transportadoras, elevadores de cangilones, compresores, bombas, trituradoras, climatizadores, etc.
Categoría AC-4	Esta categoría se aplica a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha "a sacudidas" con motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra bajo un pico de corriente que puede alcanzar de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. Al abrirse, corta esta misma corriente bajo una tensión tan elevada que la velocidad del motor se debilita. Esta tensión puede llegar a ser igual que la tensión de la red. El corte resulta brusco. Ejemplos de utilización: máquinas de impresión, máquinas de tréfil, elevadores, equipos de la industria metalúrgica.

Figura 86: Categoría de contactores

2. Potencia de la carga (Motor). Contamos con los siguientes datos:

$$P_{\text{Mecánica}} = 185 \text{ kW}$$

$$\eta = 94,5 \% = 0,945$$



$$V = 380 \text{ V}$$

$$P_{\text{Eléctrica}} = \frac{P_{\text{Mecánica}}}{\eta} = \frac{185 \text{ kW}}{0,945} = 195,77 \text{ kW}$$

3. Tensión de alimentación de la bobina.

La bobina a utilizar sera de 220V.

Se seleccionó el siguiente contactor para el arranque estrella triangulo de la bomba principal.

HOJA DE DATOS		
Contactores		
	<b>Características principales</b>	
	Referencia	: CWM
Codigo del producto	: 11747363	
Corriente nominal Ie AC-3 (Ue ≤ 440 V)	: 400 A	
Contactos principales (potencia)	: 3 NA	
Contactos auxiliares	: 2 NA + 2 NC	
Tensión de control	: 100-240V 50/60Hz/100-220V DC	
Tipo de terminal	: Tornillo	



Valores orientativos de potencia (IEC) - Motores de inducción trifásicos (50/60Hz) - IV pólos - 1800rpm		
Tensión	kW	cv o HP
220 / 240 V	110 kW	150 cv
380 / 400 V	200 kW	270 cv
415 / 440 V	200 kW	270 HP
500 V	220 kW	300 cv
660 / 690 V	250 kW	335 cv

Figura 87: Contactor de bomba principal-Weg

### 7.5.6. Contactor de Bomba Jockey

Contamos con los siguientes datos:

$$P_{Eléctrica} = 12.6 \text{ kW}$$

HOJA DE DATOS		
Contactores		
	<b>Características principales</b>	
	Referencia	: CWB
Codigo del producto	: 12527895	
Corriente nominal Ie AC-3 (Ue ≤ 440 V)	: 38 A	
Contactos principales (potencia)	: 3 NA	
Contactos auxiliares	: 1 NA + 1 NC	
Tensión de control	: 230V 50/60Hz	
Tipo de terminal	: Tornillo	

Valores orientativos de potencia (IEC) - Motores de inducción trifásicos (50/60Hz) - IV pólos - 1800rpm		
Tensión	kW	cv o HP
220 / 240 V	9,2 kW	12,5 HP
380 / 400 V	18,5 kW	25 HP
415 / 440 V	18,5 kW	25 HP
500 V	18,5 kW	25 HP
660 / 690 V	18,5 kW	25 HP

Figura 88: Contactor bomba Jockey-Weg

## **8. Inspección, prueba y mantenimiento**

### **8.1. Registros**

Los planos originales de instalación, cálculos hidráulicos, registros de pruebas de aceptación originales y hojas de datos del fabricante de los aparatos se deben guardar durante toda la vida del sistema.

Los registros subsiguientes deben guardarse por un período de 5 años después de la siguiente inspección, prueba o mantenimiento requerido por la norma.

### **8.2. Inspección**

#### **8.2.1. Rociadores**

Los rociadores deben inspeccionarse desde el nivel del suelo anualmente.

Los rociadores no deben mostrar señales de filtraciones; deben estar libres de corrosión, materias extrañas, pintura y daño físico; y deben estar instalados en la orientación correcta (ej., montante, colgante o en pared lateral).

Cualquier rociador que muestre señales de filtraciones; se haya pintado, por persona diferente al fabricante, esté oxidado, dañado, o cargado; o en orientación impropia debe reemplazarse.

Los rociadores de ampolla de vidrio deben reemplazarse si las ampollas se han vaciado.

Los rociadores instalados en espacios ocultos como encima de cielorrasos suspendidos no requieren inspección.

El surtido de rociadores de repuesto debe inspeccionarse anualmente para lo siguiente:

1. El número y tipo adecuado de rociadores
2. Una llave de rociadores para cada tipo de rociador

#### **8.2.2. Tuberías y accesorios**

Las tuberías de rociadores y accesorios deben inspeccionarse anualmente desde el nivel del suelo.

La tubería y los accesorios deben estar en buenas condiciones y libres de daños mecánicos, filtraciones y corrosión.

La tubería de los rociadores no debe someterse a cargas externas de materiales, ya sea apoyados sobre la tubería o colgados de la tubería.

La tubería y accesorios instalados en espacios ocultos como sobre cielorrasos suspendidos no requiere inspección.

#### **8.2.3. Soportes colgantes y abrazaderas sísmicas**

Los soportes colgantes y abrazaderas sísmicas de tuberías de rociadores deben inspeccionarse anualmente desde el piso.

Los soportes colgantes y abrazaderas sísmicas no deben estar dañados o sueltos.

Los soportes colgantes y abrazaderas sísmicas que estén dañados o sueltos deben reemplazarse o reajustarse.

Los soportes colgantes y abrazaderas sísmicas instalados en espacios ocultos como encima de cielorrasos suspendidos no requieren inspección.

#### 8.2.4. Manómetros

Los manómetros en sistemas de rociadores de tubería húmeda deben inspeccionarse mensualmente para garantizar que estén en buen estado y que se mantiene la presión correcta en el suministro de agua.

#### 8.2.5. Edificios

Anualmente, antes de la llegada de las temperaturas de congelación, los edificios con sistemas de tubería húmeda deben inspeccionarse para verificar que las ventanas, claraboyas, lucetas, puertas, ventiladores, otras aberturas y cierres, espacios ciegos, áticos sin uso, torres de escaleras, albergues de techo, y espacios bajos debajo de los edificios no exponen la tubería de rociadores llena de agua a congelación y para verificar que se provee el calor adecuado [mínimo 4.4°C (40°F)].

**Dispositivos de Alarma:** Los dispositivos de alarma deben inspeccionarse trimestralmente para verificar que están libres de daño físico.

**Rótulo Hidráulico.:** El rótulo hidráulico de los sistemas diseñados hidráulicamente debe ser inspeccionado trimestralmente para verificar que está asegurado firmemente a la columna del rociador y está legible.

<p>Este sistema como se muestra en el impreso No. _____ de la compañía _____ de fecha _____ para _____ en _____ Contrato No. _____, está diseñado para descargar a una densidad de _____ L/min por m<sup>2</sup> (gpm por pie<sup>2</sup>) de área de piso sobre un área máxima de _____ m<sup>2</sup> (pies<sup>2</sup>) cuando se alimenta con agua a un flujo de _____ L/min (gpm) a _____ bar (psi) en la base de la columna. Se incluye una tolerancia de chorro de manguera de _____ L/min (gpm) en lo anterior.</p>
--

Figura 89: Ejemplo de rotulo hidraulico

#### 8.2.6. Bomba de Incendio

El objeto de la inspección será verificar que el equipo de la bomba aparece en condiciones de operación y está libre de daño físico.

Las siguientes observaciones visuales pertinentes deben hacerse semanalmente:

1. Condición de la caseta de bombas:
  - El calor es adecuado, a no menos de 4.4°C (40°F) [no menor de 21°C (70°F) para el cuarto de bombas con bombas diesel sin calentadores de motor].
  - Las rejillas de ventilación están libres para operación.
2. Condición del sistema de bombas:
  - La succión y descarga de las bombas y válvulas de paso están totalmente abiertas.

- La tubería está libre de filtraciones.
  - La lectura del indicador de presión en la línea de succión es normal.
  - La lectura del manómetro, indicador de presión de la línea del sistema es normal.
  - El depósito de succión está lleno.
3. Condición del sistema eléctrico:
- La luz piloto del regulador de encendido
  - La luz piloto normal del conmutador de transferencia está iluminada.
  - La luz piloto de la fase de alarma está apagada o la luz piloto de la fase normal de rotación está encendida.
4. Condición del sistema de máquina diesel:
- Tanque de combustible lleno a dos tercios.
  - Selector del regulador en posición automática.
  - Lecturas de voltaje de las baterías (2) dentro de lo normal
  - Lecturas de carga de corriente de las baterías (2) normales
  - Luces pilotos de las baterías (2) encendidas o las luces piloto de falla de las baterías (2) apagadas
  - Todas las luces pilotos de alarma apagadas
  - Totalizador de tiempo de funcionamiento de las máquinas dando lectura
  - Nivel de aceite en el mando por engranaje de ángulo recto está dentro del rango aceptable
  - Nivel de aceite en el cárter dentro de lo normal
  - Nivel de agua de enfriamiento dentro del límite aceptable
  - Nivel de electrolitos en baterías dentro del límite normal
  - Terminales de baterías libres de corrosión
  - Calentador de camisa de agua operando

### 8.2.7. Tanques de almacenamiento

**Nivel de agua:** Los tanques no equipados con alarmas supervisadas de nivel de agua conectados a un sitio con atención permanente deben inspeccionarse mensualmente.

**Temperatura del Agua.:** La temperatura de los tanques de agua no debe ser menor de 4.4° C (40° F).

**Inspección exterior:** El exterior del tanque, estructura de soporte, desfuegos, cimientos, y pasarelas o escaleras, donde las haya, se deben inspeccionar trimestralmente para buscar señales de daño o debilitamiento.

**Inspección interior:** El interior de todos los otros tipos de tanques debe inspeccionarse cada 5 años. El interior del tanque debe inspeccionarse para detectar señales de picaduras, corrosión, desconchado, pudrimiento, otras formas de deterioro, material de desecho y escombros, plantas acuáticas, y fallas locales o general del revestimiento interior. La placa antivórtice debe inspeccionarse para detectar deterioro o bloqueo

### 8.2.8. Válvulas de Control en Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua.

Todas las válvulas se deben inspeccionar semanalmente.

La inspección de la válvula debe verificar que las válvulas estén en la siguiente condición:

1. En la posición normal abierta o cerrada

2. Debidamente sellada, cerrada o supervisada
3. Accesibles
4. Equipadas con la correspondiente llave inglesa
5. Libre de filtraciones externas
6. Provistas de la identificación apropiada

#### **8.2.9. Valvulas de retención**

Las válvulas se deben inspeccionar internamente cada cinco (5) años para verificar que todas sus partes operan correctamente, se mueven libremente y están en buenas condiciones.

#### **8.2.10. Valvulas de mangueras**

Las válvulas de mangueras se deben inspeccionar trimestralmente. Se deben inspeccionar las válvulas de mangueras para asegurarse que las tapas de las mangueras están en su lugar y no están dañadas. Se deben inspeccionar las roscas de las mangueras para buscar daños. Las manijas de las válvulas deben estar presentes y sin daños. Las empaquetaduras se deben inspeccionar para asegurarse que no hay daño o deterioro. Las válvulas de mangueras se deben inspeccionar para filtraciones. Las válvulas de mangueras se deben inspeccionar para asegurarse que no hay obstrucciones. Las válvulas de mangueras se deben inspeccionar para asegurarse que están los dispositivos restrictivos.

#### **8.2.11. Conexión de bomberos**

Las conexiones para el cuerpo de bomberos se deben inspeccionar trimestralmente. La inspección debe verificar lo siguiente:

1. Las conexiones de bomberos estén visibles y accesibles.
2. Los acoples o articulaciones no estén dañados y giren fácilmente.
3. Los obturadores o tapas estén en su lugar y sin daño.
4. Los empaques estén en su lugar y en buen estado.
5. Los rótulos de identificación estén colocados.
6. La válvula de retención no esté filtrando.
7. La válvula automática de desagüe esté colocada y operando adecuadamente.
8. La clapeta o charnela de la conexión de bomberos (siamesa) esté colocada y operando adecuadamente.

## **8.3. Pruebas**

### **8.3.1. Rociadores**

Se deben someter rociadores de muestra a un laboratorio de pruebas reconocido aceptable a la autoridad competente para prueba de campo sobre el servicio.

Cuando los rociadores han estado en servicio por 50 años, deben reemplazarse o se deben probar muestras representativas de una o más áreas. Los procedimientos de prueba deben repetirse a intervalos de 10 años.

La muestra representativa de rociadores para prueba según debe consistir de un mínimo de 4 rociadores o 1 por ciento del número de rociadores por cada tipo de rociador, lo que sea mayor.

Cuando un rociador dentro de una muestra representativa no cumple los requisitos de la prueba, todos los rociadores dentro del área representada por esa muestra deben reemplazarse.

### **8.3.2. Manómetros**

Los manómetros deben reemplazarse cada 5 años o probarse cada 5 años por comparación con un indicador calibrado.

Los manómetros que no son exactos hasta dentro de 3 por ciento de la escala plena deben recalibrarse o reemplazarse.

### **8.3.3. Dispositivos de alarma**

Los dispositivos de flujo de agua incluyendo, pero sin limitarse a, timbres de motor de agua mecánicos y de tipo de interruptor a presión deben probarse trimestralmente.

Las pruebas de alarmas de flujo de agua o sistemas de tubería húmeda deben realizarse abriendo la conexión de prueba de inspección.

### **8.3.4. Bombas de incendio**

#### **Pruebas**

Debe realizarse una prueba semanal de los equipos de bombas de incendio sin flujo de agua. Esta prueba debe conducirse iniciando la bomba automáticamente

La bomba eléctrica debe funcionar por un mínimo de 10 minutos.

La bomba diesel debe funcionar por un mínimo de 30 minutos.

Debe permitirse que una válvula instalada para abrir como elemento de seguridad descargue agua.

#### **Pruebas semanales**

Debe haber personal operador calificado durante la operación semanal de las bombas.

Deben hacerse las observaciones visuales o ajustes pertinentes.

especificados en la siguiente lista de verificación mientras la bomba está funcionando.

#### 1. Procedimiento para el sistema de las bombas:

- Registrar las lecturas del indicador de presión de succión y descarga del sistema
- Revisar los sellos, empaquetadura de la bomba para detectar descargas leves (goteo).
- Ajustar las tuercas de los sellos de empaquetadura si es necesario
- Detectar ruido o vibración inusual
- Revisar las cajas de empaquetadura, cojinetes, o la caja de la bomba para detectar sobrecalentamiento
- Registrar la presión inicial de la bomba

## 2. Procedimiento para el sistema eléctrico:

- Observar el tiempo que toma el motor para acelerar a velocidad plena
- Registrar el tiempo que el regulador está en el primer paso (para arranque de voltaje o corriente reducida)
- Registrar el tiempo que la bomba funciona después de arrancar (para reguladores de parada automática)

## 3. Procedimiento para motor Diesel:

- Observar el tiempo que toma el motor para arrancar
- Observar el tiempo que toma el motor para alcanzar velocidad total
- Observar periódicamente el indicador de presión del aceite del motor, el indicador de velocidad, indicadores de temperatura de agua y aceite mientras el motor está funcionando.

### **Pruebas anuales**

Debe hacerse una prueba anual de cada equipo de bomba a flujo mínimo, nominal, y máximo de la bomba de incendio, controlando la cantidad de agua descargada por medio de dispositivos de prueba aprobados.

Si las fuentes de succión disponibles no permiten el flujo a 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba, se permite operar la bomba a la descarga máxima permisible.

Uso de la Descarga de la Bomba Vía Indicador de Caudal de Derivación hacia el Drenaje o Depósito de Succión.

Las presiones de succión y descarga de la bomba y las medidas del indicador de flujo deben determinar el gasto total de la bomba.

Las observaciones visuales pertinentes, medidas y ajustes especificados en las siguientes listas de comprobación deben realizarse anualmente con la bomba en funcionamiento y flujo de agua bajo la condición de salida especificada:

### 1. Sin flujo (agitación):

- Verificar si la válvula de alivio de circulación está operando y descarga agua.
- Verificar si la válvula de alivio de presión (si está instalada) está operando adecuadamente
- Continuar la prueba por 30 minutos

### 2. En cada condición de flujo:

- Registrar el voltaje del motor eléctrico y la corriente (todas las líneas)
- Registrar la velocidad de la bomba en rpm
- Registrar las lecturas simultáneas (aproximadamente) de las presiones de succión y descarga de la bomba y flujo de descarga de la bomba

### **Resultados**

Una desviación mayor de 5 por ciento de la presión de la curva de la prueba de aceptación inicial no ajustada o de la placa de identificación debe investigarse para descubrir la causa de la desmejora del desempeño.

Las lecturas de corriente y voltaje cuyo resultado no exceda el resultado del voltaje y la corriente de carga máxima nominales multiplicados por el factor permitido de servicio del motor deben considerarse aceptables.

Las lecturas de voltajes en el motor que estén dentro de 5 por ciento menos o 10 por ciento más que el voltaje nominal (ej., placa de identificación) se deben considerar aceptables.

### **Registros**

Cualquier anomalía que se observe durante la inspección o prueba debe reportarse inmediatamente a la persona responsable de corregir la anomalía.

Deben registrarse todos los intervalos de retrasos temporales relacionados con el arranque, parada y transferencia de la fuente de energía de la bomba.

#### **8.3.5. Drenaje de tubería principal**

Prueba de Drenaje de Tubería Principal. Se debe hacer una prueba del drenaje principal anualmente en cada columna del sistema de protección de incendio a base de agua para determinar si ha habido cambios en la condición de la tubería de suministro de agua y válvulas de control

#### **8.3.6. Válvulas de manguera**

Las válvulas de mangueras que son difíciles de operar o que se filtran deben repararse o cambiarse.

## **8.4. Mantenimiento**

### **8.4.1. Rociadores**

Los rociadores de reemplazo deben tener las características adecuadas para la aplicación deseada. Estas deben incluir lo siguiente:

1. Estilo
2. Diámetro de orificio y factor K.
3. Margen nominal de temperatura
4. Revestimiento, si lo tiene
5. Tipo de deflector (ej., montante, suspendido, de pared lateral)
6. Estipulaciones de diseño

Se debe mantener una provisión de rociadores de repuesto (no menos de seis) en las instalaciones para que cualquier rociador que haya sido operado o dañado de alguna forma pueda ser reemplazado prontamente.

Los rociadores deben corresponder a los tipos y márgenes de temperatura de los rociadores en las instalaciones.

Los rociadores se deben guardar en un gabinete situado donde la temperatura a la cual estén sujetos no exceda en ningún momento los 38°C (100°F).

La existencia de rociadores de repuesto debe incluir todos los tipos y regímenes instalados y debe ser como sigue:

1. Para instalaciones protegidas con menos de 300 rociadores —mínimo 6 rociadores
2. **Para instalaciones protegidas con 300 a 1000 rociadores — mínimo 12 rociadores**
3. Para instalaciones protegidas con más de 1000 rociadores — mínimo 24 rociadores

Se debe proveer y mantener en el gabinete una llave especial para rociadores para usar en la remoción e instalación de los rociadores. Debe tenerse una llave para cada tipo de rociador instalado.

### **8.4.2. Válvula de retención**

Las partes internas se deben limpiar, reparar o reemplazar si es necesario, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

### **8.4.3. Válvulas de mangueras**

Las válvulas de mangueras que no operan fácilmente o no abren totalmente se deben lubricar, reparar o reemplazar.

## 8.5. Resumen de inspecciones, pruebas y mantenimientos

Ítem	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Manómetros (sistemas de tubería húmeda)	Mensual
Rótulo hidráulico	Trimestral
Edificios	Anualmente (antes de la estación de heladas)
Abrazaderas/soportes sísmicos	Anual
Tubos y conexiones	Anual
Rociadores	Anual
Rociadores de repuesto	Anual
<b>Prueba</b>	
Drenaje principal	Anual
Solución anticongelante	Anual
Manómetros	5 años
Rociadores	A 50 años y cada 10 años después

Tabla 40: Resumen de Inspección y Prueba de Sistemas de Rociadores

Ítem	Frecuencia
<b>Inspección</b>	
Caseta de bombas, rejilla de ventilación de calefacción	Semanal
Sistema de bombas de incendio	Semanal
<b>Prueba</b>	
Operación de la bomba	
Sin flujo	Semanal
Con flujo	Anual
<b>Mantenimiento</b>	
Hidráulico	Anual
Transmisión mecánica	Anual
Sistema eléctrico	Variable
Regulador, diferentes componentes	Variable
Motor	Anual
Sistema de máquina diésel, diferentes componentes	Variable

Tabla 41: Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento bombas de incendio

<b>Item</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Inspección</b>	
Estado del agua en el tanque	Mensual/trimestral*
Temperatura del agua	Diaria/semanal*
Válvulas de control	Semanal/mensual
Agua – nivel	Mensual/trimestral
Exterior del Tanque	Trimestral
Área circundante	Trimestral

Tabla 42: Resumen de Inspección de Tanques de Almacenamiento de Agua

<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>
<b>Inspección</b>	
<i>Válvulas de Control</i>	
Cerradas o abiertas	Semanal
Selladas	Mensual
Interruptores de manipulación	Mensual
<i>Válvulas de Alarma</i>	
Exterior	Mensual
Interior	5 años
Filtros, tamices, orificios	5 años
<i>Válvulas de Retención</i>	
Interiores	5 años
<b>Prueba</b>	
<i>Drenajes Principales</i>	Anual/trimestral
<i>Alarmas de Flujo de Agua</i>	Trimestral/semestral
<i>Válvulas de Control</i>	
Posición	Anual
Operación	Anual
Supervisión	Semestral
<b>Mantenimiento</b>	
<i>Válvulas de Control</i>	Anual

Tabla 43: Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Válvulas

## 9. Extintores de Fuego

### 9.1. Incendio en salas críticas como quirófano

Diseñar una red contra incendios en un quirófano requiere cumplir con estrictos estándares de seguridad debido a la naturaleza crítica del entorno.

Los quirófanos suelen considerarse áreas de alto riesgo por el uso de equipos eléctricos, gases anestésicos inflamables y oxígeno.

Por lo cual se ha de tener diversas consideraciones claves para implementar tales como normativas y estándares como la NFPA 99 (Instalaciones de atención médica) y la NFPA 101 (Códigos locales de construcción y seguridad contra incendios), como así también hacer un análisis de riesgos, lo cual implica realizar un análisis detallado del quirófano para identificar las fuentes críticas susceptibles a incendios, metros de superficie, flujos de aire, etc. Se ha de tener en cuenta también los componentes de la red contra incendios a instalar como los sistemas de detección de incendios, sistemas de detección automática (rociadores automáticos, agentes limpios), red de hidrantes y mangueras, extintores portátiles; como así también los sistemas complementarios como el control de gases medicinales y los sistemas de ventilación.

También se debe realizar énfasis en la capacitación y mantenimiento, es decir entrenar al personal médico y de mantenimiento en protocolos de emergencia, realizar simulacros de periódicos para verificar la eficacia del sistema, como así también la inspección y mantenimiento regular de equipos de detección y extinción.

La norma NFPA que aplica a los quirófanos es la “NFPA 99”, titulada *Health Care Facilities Code*; (Código de Instalaciones de Atención Médica). Esta norma establece requisitos relacionados con la seguridad eléctrica, gases médicos, protección contra incendios y sistemas mecánicos en instalaciones médicas, incluyendo quirófanos. En cuanto a los aspectos relevantes de la NFPA 99 para quirófanos, podemos decir que la norma clasifica las áreas según el nivel de riesgo para el paciente. Los quirófanos suelen ser considerados áreas de “riesgo crítico” debido al equipo médico y la proximidad al paciente.



Figura 90: Incendio en Quirofano

De acuerdo con la edición 2009 de la Guía de Dispositivos Médicos el ECRI (Emergency Care Research Institute- Instituto de Investigación de Atención de Emergencia), los incendios ocurridos en quirófanos están en el tercer lugar del top 10 de riesgos tecnológicos en hospitales. El Instituto de Investigación de Atención de Emergencia (ECRI) estima que ocurren entre 550 y 650 incendios en quirófanos en Estados Unidos. Entre 20 y 30 pacientes pueden tener eventos adversos graves y 1 o 2 mueren.

Varios estudios indican que los lugares más comunes en los que se presentaron igniciones fueron la cabeza, cara, cuello y parte superior del pecho lo cual significa que los pacientes de cirugía están desproporcionadamente expuestos a riesgo de incendio, en comparación con pacientes en otras áreas del hospital.

Los incendios en este tipo de lugares son especialmente mortales porque pueden ocurrir directamente en la piel o las vías respiratorias de los pacientes en ambientes enriquecidos con oxígeno. Los diseñadores y planificadores de hospitales deben centrarse primero en la prevención y, con la ayuda de expertos médicos, crear un entorno en el que la probabilidad de que se produzca un incendio se mantenga al mínimo, y donde los médicos y enfermeras tengan acceso y medios para apagar incendios y mantener a los pacientes fuera de peligro y daño.

### **9.1.1. Fuentes de fuego mas comunes**

Las fuentes de fuego más habituales que se pueden encontrar en este tipo de entornos son los EPI médicos (Equipos Protectores Individuales Médicos), como batas, capuchas y máscaras, cortinas, toallas y esponjas que cubren o se utilizan sobre la piel del paciente, así como tubos de plástico y accesorios directamente adheridos al paciente y eso podría ir a las vías respiratorias. También existen diferentes tipos de productos químicos inflamables y soluciones a base de alcohol que se utilizan para preparar y limpiar al paciente y la presencia de gases medicinales. La piel y el cabello del paciente también pueden considerarse fuentes de fuego, cuando se cumplen ciertas condiciones, como altas concentraciones de oxígeno en el aire.

Según la guía y datos estadísticos de la ECRI (El Instituto de Investigación de Atención de Emergencia), el 68 % de los incendios en quirófanos fueron provocados por equipos de electrocirugía y otros dispositivos hemostáticos eléctricos. En estos entornos propensos a altas concentraciones de oxígeno, cualquier chispa puede convertirse en una fuente potencial de ignición. Entre los equipos médicos que pueden provocar chispas se encuentran: taladros quirúrgicos de alta velocidad, desfibriladores, láseres y electrocauterios. Por supuesto, las fuentes de ignición más obvias que se encuentran en un quirófano son cables y alambres dañados.

La NFPA 99 (Norma para la protección contra incendios en las instalaciones sanitarias) considera que los sistemas de distribución de aire y gas médicos tienen un riesgo inherente de incendio y explosión asociado a ellos, porque estos gases pueden actuar como oxidantes y crear condiciones ideales para la ignición. Muchos estudios indican que casi cualquier material puede encenderse con concentraciones de oxígeno en el aire superiores al 30 % (la concentración normal de O<sub>2</sub> en el aire es del 21 %). También es importante mencionar que el óxido nitroso utilizado en la anestesia favorece la combustión de la misma manera que el oxígeno.

### **9.1.2. Tipos de incendios y cómo minimizar su riesgo**

Los incendios en el entorno del quirófano se pueden dividir en incendios que ocurren en el entorno del quirófano, como igniciones en equipos médicos o materiales almacenados o ubicados alrededor de la mesa de operaciones, y los incendios que se encienden directamente sobre la piel y las vías respiratorias del paciente en el quirófano. Numerosos estudios consideran que el 44 % de los incendios sobre la piel del paciente son en la cara, el cuello, la cabeza o la parte superior del tórax y el 21 % en las vías respiratorias. Los elementos básicos de un incendio siempre están presentes durante la cirugía. La reacción lenta o el uso de técnicas y herramientas inadecuadas para combatir incendios pueden provocar daños, destrucción o la muerte. Esto requiere la participación activa del personal médico, incluidos cirujanos y anestesiólogos, en la capacitación en prevención de incendios y la planificación previa a la cirugía.

Las instituciones como la ECRI y la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) recomiendan encarecidamente que los cirujanos y enfermeras incluyan la prevención de incendios y la identificación de posibles peligros durante la planificación previa a la cirugía. Cada uno controla un lado específico del tetraedro del fuego y manejando adecuadamente

su técnica y parte de la ecuación, se pueden evitar los incendios quirúrgicos.

El personal médico debe identificar la ubicación de las válvulas de cierre de gas y oxígeno y evaluar la necesidad de concentraciones de oxígeno superiores al 25 %. Organizaciones como la OMS (Organización Mundial de la Salud) recomiendan evitar el uso de fuentes de oxígeno abiertas en la cara durante los procedimientos y, en su lugar, utilizar tubos traqueales o máscaras laríngeas. Además, es una buena práctica usar cortinas del piso al techo para crear una barrera entre la atmósfera enriquecida con oxígeno alrededor de la mesa de operaciones y el resto de la habitación.

Además, se recomienda que todo el personal participe en simulacros y capacitación sobre el uso de equipos de extinción de incendios, métodos de rescate y escape. En caso de incendio, es necesario gestionar todas las fuentes de oxígeno y gases médicos, y retirar o reubicar el equipo médico (si es posible) si se ven directamente afectados por el fuego o si el fuego se extingue en el lugar.

Es importante tener en cuenta que la institución como la ECRI (Instituto de Investigación de Atención de Emergencia) y otras instituciones, como la Organización Mundial de la Salud, recomiendan que los extintores de incendios se utilicen solo después de que el paciente se haya retirado de forma segura del peligro. En casos extremos de incendios sobre la piel del paciente, ECRI (Instituto de Investigación de Atención de Emergencia) dice que es preferible un extintor de CO<sub>2</sub> porque minimizan la contaminación y el daño de los tejidos; aunque en la actualidad existen otros tipos de extintores con agentes extintores limpios más eficientes que el de Dióxido de carbono, que son aquellos agentes que contienen halogenuros como el F-200 y el Novec 1230 que no afectan a la capa de ozono como así también no contribuyen al calentamiento global; estos tipos de agentes extintores son del tipo químicos, no son tóxicos, pero la desventajas es su alto costo y alta demanda por lo cual a de tenerse en cuenta al momento de elegir entre uno u otro tipo.

### **9.1.3. Equipos de protección contra incendio en la sala de operaciones**

El IFC (International Fire Code-Código Internacional de Incendios) y la NFPA 99 y 101 (Código de seguridad humana) proporcionan varias pautas para gestionar la seguridad contra incendios en las instalaciones de atención médica. Los medios de protección contra incendios pueden ser pasivos o activos, y uno de ellos no excluye al otro. La protección pasiva contra incendios sirve para minimizar la propagación del fuego a través de la ventilación, el cableado eléctrico y las aberturas a través de paredes y ventanas. Deben diseñarse para mantener las llamas y el humo de los incendios cercanos lejos de la sala de operaciones, y para evitar que el humo y las llamas que puedan ocurrir dentro de una sala de operaciones se propaguen a las áreas cercanas.

Estas protecciones incluyen, pero no se limitan a:

- Las paredes, los pisos y los techos no solo deben tener clasificación contra incendios durante 120 minutos y las puertas durante al menos  $\frac{3}{4}$  de ese tiempo, sino que deben construirse de manera que estén sellados para evitar fugas de humo y llamas dentro y fuera.
- Uso de barreras contra incendios en todos los conductos de ventilación, eléctricos y de otro tipo que atraviesen paredes, pisos o techos con clasificación de incendio.
- Utilización de revestimientos intumescentes en todos los elementos estructurales y no estructurales.
- Uso de muebles ignífugos, aunque es importante que casi ningún material sea ignífugo en atmósferas donde la concentración de oxígeno sea superior al 30 %.
- Compuertas y sistemas de control de humo.

Todos los sistemas de distribución de oxígeno, aire médico y gases deben diseñarse siguiendo la guía de códigos internacionales, como la NFPA 99. Y los sistemas eléctricos, así

mismo, siguiendo guías especializadas como la NFPA 70, National Electrical Code o la IEC 60601 (Requerimientos Generales para Seguridad Básica en el Uso de Equipos Médicos).

### 9.1.4. Algoritmo o plan de acción para la prevención y manejo del fuego en el quirófano

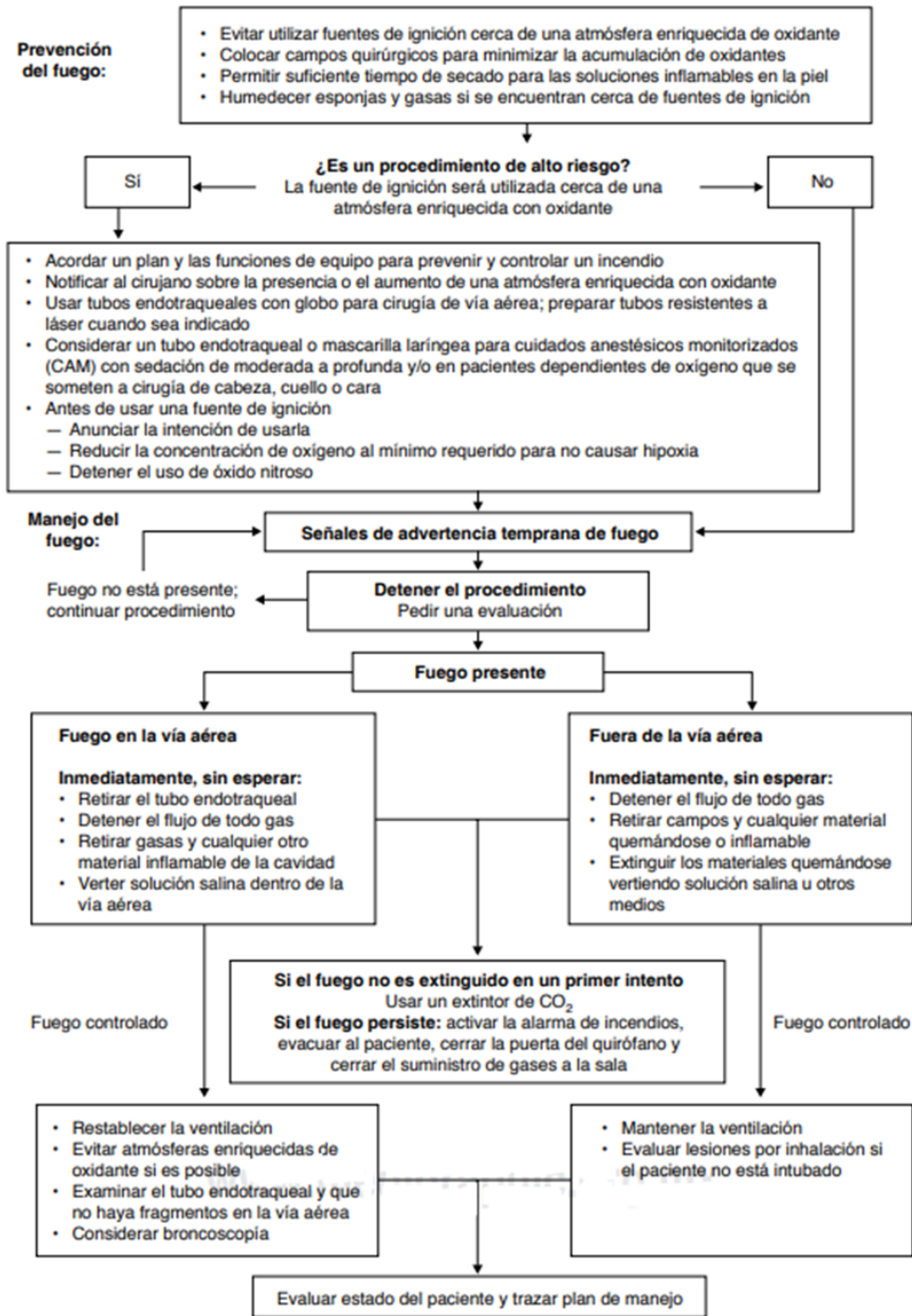


Figura 91: Manejo del fuego en Quirófano

## 9.2. Protección activa contra incendios

La protección activa contra incendios incluye detección automática, medidas de alarma y extinción. Los extintores de incendios deben ubicarse de manera que sea de fácil acceso y deben estar claramente identificados mediante un cartel de plástico desde la pared hasta el techo. Aunque la NFPA 101 reconoce que los rociadores contra incendios son obligatorios en las instalaciones de atención médica, no deben activarse durante una cirugía activa porque esta agua podría contaminar las heridas abiertas. De hecho no se recomienda el uso de extintores de incendios a base de agua en los quirófanos, incluidos los sistemas de agua nebulizada. Además el agua que se acumula cerca o debajo de los equipos médicos puede causar descargas eléctricas a los ocupantes.

Con respecto a la detección y alarma automáticas, los detectores de humo de tipo puntual no se recomiendan para este tipo de aplicación porque pueden acumular polvo y el polvo regular contiene niveles de tejido humano muerto que podrían contaminar el medio ambiente.

### 9.2.1. Detección temprana contra incendios

Los quirófanos requieren una detección temprana para evitar daños a los costosos equipos médicos, pero lo más importante es minimizar el riesgo y la exposición al humo y las llamas del personal y los pacientes. El método de detección preferido para este tipo de aplicación es la detección de humo por aspiración. Teniendo en cuenta que los quirófanos suelen utilizar ventilación forzada, las directrices internacionales proponen el uso de detectores de alta sensibilidad. La EN 54-20; es decir EN 54 Parte 20 es el nuevo estándar de producto europeo para detectores de humo por aspiración (ASD, por sus siglas en inglés). Unas de las características principales de EN 54-20 es su nuevo sistema de clasificación (véase Tabla 44). Este prescribe el uso de detectores con sensibilidad Clase 1 o Clase 2 en este tipo de ambiente. Es importante diseñar el sistema de forma que, además de tener alta sensibilidad, minimice la posibilidad de alarmas no deseadas que puedan ser potencialmente letales.

Clase	Sensibilidad y aplicación
A	Muy alta sensibilidad para la alerta de humo más temprana posible en diversos entornos de importancia crítica para la actividad, de alta circulación de aire o alto riesgo.
B	Sensibilidad mejorada para una eficaz detección temprana en entornos difíciles o dentro de equipos de importancia crítica.
C	Sensibilidad normal para detección de incendios en general en espacios normales o inaccesibles.

Tabla 44: Clases de sensibilidad definidas en EN 54-20

Es posible encontrar en el mercado un tipo de sensor, conocido como “Sensor Invisible”. Este tipo de detector es completamente plano, y no cuenta con una cámara detectora dentro de la cual se pueda acumular el polvo. A diferencia de los sensores puntuales, usa un arreglo de sensores ópticos con tecnología de punta, que permite que el detector sea plano y no tenga ningún tipo de apertura. Este detector es de fácil limpieza y desinfección, no acumula partículas de ninguna clase en su superficie, y cuenta con un accesorio que lo vuelve IP66.

Es necesaria la instalación de detectores de ducto en el sistema de aire acondicionado para garantizar la activación de dámper y el sistema de control de humo. Usualmente los quirófanos poseen ductos de ventilación y retorno de aire individuales, no compartidos con las zonas contiguas y que cuentan con etapas de filtrado para evitar la fuga o ingreso de patógenos. Los detectores de ducto deben colocarse antes de estos filtros, en cada uno de estos ductos individuales.

Así como los extintores, las estaciones manuales deben estar ubicadas en lugares de fácil acceso y apropiadamente identificadas, para permitir al personal médico dar alerta en caso de un incendio.

### 9.2.2. Aparatos de notificación

En caso de incendio, los dispositivos de notificación se activan en áreas específicas del hospital, relacionadas con la ubicación y el riesgo del incendio. Dentro de los quirófanos solo se recomienda la notificación visible, ya que las señales audibles pueden afectar el bienestar del paciente. La evacuación por voz debe activarse en las áreas comunes y de preparación cercanas a los quirófanos. Todos los dispositivos de detección y notificación de incendios deben estar conectados a un panel central de alarma de incendios (FACP) para permitir que el personal a cargo de la respuesta ante incendios y evacuación; y el mismo reciba información oportuna y tome decisiones en tiempo real.

El panel, así como todos los sistemas relacionados a la detección y notificación deben instalarse siguiendo la guía de códigos internacionales, como la NFPA 72, National Fire Alarm Code, EN 54-14, BS 5839 o cualquier otro código local relevante. Además, es importante reiterar la importancia del mantenimiento apropiado de todos los sistemas de protección contra incendio, activos y pasivos. Así como el entrenamiento constante y regular a todo el personal médico, este entrenamiento es crítico para minimizar el riesgo de incendio en quirófanos. La prevención es el primer paso, pero cuando los incendios ocurren, los resultados óptimos dependen de esfuerzos coordinados del equipo médico. Así mismo, un completo programa de protección y prevención debe implementarse en todas las áreas del hospital, incluyendo los quirófanos.

En caso de un incendio en el quirófano se aplicara básicamente el protocolo denominado **RACE**.

**R:** Remover al paciente del peligro inmediato de incendio.

**A:** Alertar, activando la estación manual más cercana.

**C:** Confinar, cerrando puertas y aperturas para evitar la propagación del humo y las llamas a los compartimentos contiguos.

**E:** extinguir, si el incendio se encuentra en etapa incipiente el personal presente debe estar capacitado para la extinción. En caso de no poder controlarse por los medios disponibles, debe alertarse a los cuerpos de respuesta públicos.

En un quirófano, debido a las características específicas del entorno (equipos eléctricos sensibles, gases médicos y materiales potencialmente inflamables), el tipo de extintor de incendios debe seleccionarse cuidadosamente para garantizar la seguridad y evitar daños. En cuanto a las líneas de gases de usos medicinales se procederá a su restricción parcial en cuanto a las concentraciones o bien en caso de que el fuego se des controle en el recinto se procederá al corte total de las líneas de gases con el fin de no empeorar más la situación.



Figura 92: Líneas de gases de usos medicinales

El tipo más recomendado para un quirófano es el extintor de agentes limpios como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) por cuestiones económicas, el cual actúa por restricción o desplazamiento del oxígeno; lo cual hay que tener ciertos cuidados al aplicarse en el quirófano ya que este eliminaría el oxígeno mismo presente en el recinto y podría comprometer la vida de los ocupantes del mismo; pero en líneas generales no presenta riesgo en pequeñas proporciones siempre y cuando también se evacue el lugar afectado (quirófano, sala de internación intermedia, terapia intensiva, etc). Aunque existen otros tipos de tecnologías actuales en cuanto a extinción del fuego como son los agentes químicos a base de halocarburos de poca difusión masiva como son el F- 200 y el Novec, estos no tienen un gran impacto a la capa de ozono y no contribuyen al calentamiento global. Estos tipos de agentes extintores están permitidos y abalados por la norma NFPA 2001 pero son muchos más costosos y logísticamente a veces muchas más complicado de conseguir en el mercado debido a su alta demanda; pero sin duda serian buena opción para emplear su uso en dichos recintos críticos.

En cuanto a los sistemas de detección y alarmas podemos decir que el objetivo principal de los sistemas de detección y alarmas de incendios es identificar en forma temprana condiciones de emergencia por incendio, con el objetivo de salvar guardar la vida de las personas y garantizar su evacuación en forma oportuna y adecuada.

Nuestro sistema contra incendio propuesto a partir de rociadores para la mitigación del fuego además contara con un sistema conservador y complementario basado o centrado en establecer conductas preventivas dentro de dichos recintos sensibles o críticos como lo son los quirófanos, salas de terapia intensiva, internación, etc; para que el fuego no se propague más allá de dichas áreas y perjudique a otras áreas cercanas y ocasionen consecuentemente una catástrofe en cadena en la que pueda darse grandes pérdidas de personas, equipos y materiales; ya que el sistema de extinción por rociadores a base de agua como agente extintor; en dichas áreas sensibles no sería conveniente aplicar porque podría comprometer la salud (infecciones de heridas abiertas) de las personas que son intervenidas quirúrgicamente ahí en dichos recintos. En caso de que el fuego o incendio se produzca dentro de dichos recintos, se actuara en la aplicación en primera instancia de un plan preventivo integral dentro del quirófano. Si mediante la aplicación de dicho plan preventivo no es suficiente y el fuego incipiente o inicial se produce se tratara de controlar el fuego internamente en el recinto y en caso de que fuego no pueda controlarse y sobrepase dichas áreas se aplicara el protocolo denominado RACE.

Existen escenarios en el ámbito médico poco frecuente para los que nunca se está del todo preparado. El fuego en el área quirúrgica, constituye una situación poco frecuente, pero con consecuencias devastadoras, que pueden conducir a la muerte del paciente y lesiones del personal en caso surjan.

Si bien mediante la aplicación de procedimientos preventivos en las salas críticas como el quirófano no es suficiente, puede que este no pueda ser controlado en dicho recinto y en

caso de fuego lo que básicamente haremos en primera medida será lo descripto.

En caso que aun tomando las medidas preventivas dentro del quirófano en cuanto a procedimientos, tipos de elementos a emplear y el fuego se produzca; se tratara de controlar el mismo siguiendo algunas de las siguientes acciones:

- Apagar fuentes de gases medicinales y cerrar válvulas.
- Retirar el material que se esté quemando cerca del paciente para resguardar su integridad física.
- Mantener la respiración manual del paciente con ambú.
- Utilizar suero fisiológico o sofocar colocando compresas y paños estériles sobre el paciente.
- Desenchufar artefactos y equipos eléctricos.

En caso de que la situación pase a mayores, se deberá tratar de extinguir el fuego a través de extintores adecuados para tal fin. Y en caso de que no se pueda controlar en una primera instancia, se deberá proceder a la activación de la alarma, cerrar el recinto afectado y procederá la evacuación.

Para dar aviso cada una de estas áreas críticas contara básicamente con un dispositivo de accionamiento manual (Señal de entrada) que dará aviso a un panel de control de la existencia de incendio no controlado en el quirófano; esta señal de entrada a través del panel de control que comanda o tiene acceso el personal de seguridad o vigilancia (responsable) dará aviso a dicho personal que existe una emergencia de incendio en dicho recinto, como así también se podrá o existirá la posibilidad de dar aviso de manera telefónica a través de un interno de comunicación. El panel de control efectuara el nexo entre la señal de entrada (pulsador manual de alarma) y la señal de salida (luces estroboscópicas, sirenas, etc) que de alguna manera notifiquen al responsable o vigilador; como así también tener la opción de efectuar un aviso directo del área afectada para activar el protocolo de manera parcial o total de ser necesario. Es decir mediante la activación de la alarma, pasando por el panel de control, este activara un sistema de salida como una alarma sonora y luces estroboscópicas que notificaran primeramente al personal encargado de la evacuación, este tratara de actuar consecuentemente para efectuar un control del fuego que se ha producido parcialmente en un determinado sector como el quirófano y consecuentemente en caso de que la situación no sea controlada en esta primera instancia, el responsable de las emergencia o vigilancia del hospital comunicara a la gente de la manera más conveniente que se encuentra en el recinto para efectuar el plan de evacuación correspondiente.

En cuanto a la parte interna del quirófano se colocara únicamente un dispositivo de activación manual de alarma que permita su activación por parte del personal médico que se encuentra dentro del recinto en caso de ser necesario como a su vez se dispondrá elementos de señalización luminosas de tal manera de no ocasionar ninguna alteración o perturbación tanto al paciente como a todo el equipo médico que de alguna manera los bloquee en su accionar.

### **9.2.3. Sistema de detección de incendios**

Los sistemas de detección de incendios son medios muy eficaces para proteger a las personas, las instalaciones, los equipos, los bienes y los materiales de los peligros derivados de un incendio, si son instalados, mantenidos y utilizados adecuadamente. La tecnología relacionada a estos sistemas ha ido evolucionando a lo largo de su existencia y hoy en día gracias al avance de las tecnologías y a la experiencia en su utilización se han transformado en un componente indispensable a la hora de detectar un incendio, especialmente en su fase inicial, que es el momento más crítico, donde el incendio puede ser sofocado más fácilmente; en cambio, una detección tardía del mismo que retrasaría las actuaciones de emergencia previstas, puede provocar grandes pérdidas y elevar exponencialmente la dificultad de extinguirlo.

Un sistema de detección de incendio se vuelve indispensable en ciertos tipos de establecimiento, tanto en el ámbito público como privado, desde colegios y universidades, hospitales, edificios, oficinas, plantas industriales, depósitos de mercadería, centros comerciales, entre otros.

La principal función de un sistema de detección de incendios es justamente detectar un incendio lo más temprano posible y generar las señales de alarma correspondientes para poder tomar las medidas pertinentes de extinción y evacuación. Para ello el sistema debe emitir señales acústicas y/o visuales tanto a los ocupantes del edificio como a quien se encuentre realizando el monitoreo (vigilador en el sitio, monitoreo remoto, etc.). La detección puede ser realizada de manera automática mediante el uso de equipos de detección automática como por personas mediante los accionadores manuales, y en general los sistemas cuentan con ambas modalidades de aviso. Asimismo es importante que el sistema pueda funcionar de manera satisfactoria limitando la ocurrencia de falsas alarmas. En algunos casos el sistema de detección puede estar vinculado con un sistema de audio para posibilitar una evacuación más ordenada y también con sistemas de extensión fija para su accionamiento automático controlado.

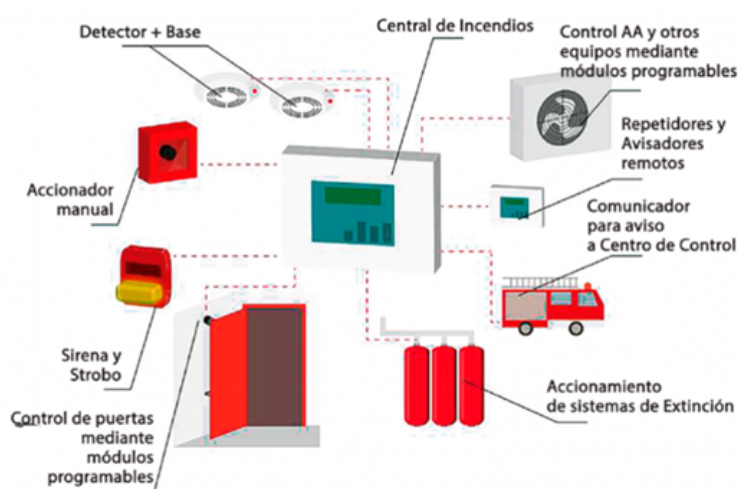


Figura 93: Componentes de un sistema de detección de incendios

- Unidad de Control (Panel o grupo de Paneles en red).
- Equipos de detección (Existen distintos tipos acorde a las características del sitio).
- Accionadores manuales.
- Señalización (Sirenas, Strobos, Audio).
- Líneas de conexión (Cableado).
- Alimentación (Energía y backup)- baterías.
- Elementos auxiliares (Módulos de entradas y salidas para censado y control opcional de otros equipos y sistemas).

**Consideraciones de diseño:** Proponemos algunas recomendaciones a considerar al momento de diseñar una solución de detección de incendios:

- Abarcar en lo posible la mayor superficie posible que pueda ser afectada por un incendio en el espacio a proteger.
- Dividir el área protegida en zonas para facilitar la identificación y accionamiento de sirenas y otros dispositivos por sectores. La superficie máxima recomendada por zona es de 1600m<sup>2</sup> por planta diferenciando cada planta en distintas zonas salvo que el tamaño de la planta sea inferior a 300m<sup>2</sup>. Se recomienda aprovechar las zonas ya delimitadas en el edificio (alas, pisos, ambientes).

- No existe un único detector adecuado para todas las aplicaciones, por ello se deben seleccionar los más adecuados al tipo de incendio más probable que se pueda producir en cada sector y considerando la altura y tipo de montaje para una correcta eficacia.
- Considerar los espacios en entretechos o pisos técnicos para ubicar detectores si las dimensiones y condiciones lo requieren.
- Posibilidad de falsas alarmas o pérdida de efectividad por corrientes de aire (en general mayores a 5 m/s), evitando colocar detectores cercanos a salidas de ventilación o aire acondicionado y considerando la radiación que pudiera haber (solar o maquinarias en el sitio).
- Se recomienda utilizar dispositivos listados por Underwriters Laboratories, Inc. (UL) y no mezclarlos con equipos no certificados.
- Utilizar resistencias de final de línea en los circuitos (salvo Clase A) y comprobar la polaridad al realizar el conexionado.
- Verificar las distancias máximas de cableado para la zona o lazo según las especificaciones del fabricante así como la cantidad máxima de dispositivos por circuito que soporta el panel.
- Utilizar borneras de las bases o módulos para derivaciones cuando sea necesario, evitar cortar o empalmar en los lazos).

Los sistemas de detección de incendios son críticos al momento de proteger un edificio y se debe garantizar su operatividad en todo momento ya que se está protegiendo no sólo el patrimonio sino las vidas humanas presentes en el establecimiento, un aviso a tiempo puede salvar vidas y evitar tragedias como ya hemos visto suceder en nuestro país. Alcance del monitoreo: El sistema de detección y alarma de incendios debería cubrir el 100 % del edificio a proteger. Solamente pueden quedar sin cobertura de detectores automáticos aquellos sectores con cargas de fuego extremadamente bajas, con nulas probabilidades de propagación de incendios o sectores en los que por sus condiciones ambientales sea imposible su instalación. En esta última excepción, se exigirá que cuenten con pulsadores de alarma para que el personal de aviso rápido en caso de incendio. Hay que tener especial atención a la hora de proteger sectores como ser espacios debajo de los pisos técnicos y por encima de los cielorrasos suspendidos (cielorrasos técnicos) cuando corresponda. En las siguientes tablas se puede observar la protección recomendada, teniendo en cuenta distintos parámetros al momento de especificar la instalación de un sistema de detección y alarma contra incendio.

#### **Abreviaturas:**

- P: Pulsador manual
- DPH: Detector Puntual de Humo
- DPT: Detector Puntual de Temperatura
- DLL: Detector de Llama
- DG: Detector de Gas
- HL: Detector de haz lineal
- DEL: Detector Estático Lineal.
- DA: Detección por Aspiración.

**Clasificación y Tipo:** Los detectores de incendio se clasifican en función de los principios de activación:

- Detectores de humo
- Detectores de temperatura
- Detectores de llama

Los distintos tipos de detectores presentan diferente eficiencia en los distintos tipos y

etapas del desarrollo del fuego. Los detectores revelan la presencia de un incendio por la alteración de alguna característica del ambiente en donde se encuentran: Cambios de temperatura, presencia de humos o radiaciones, etc. Si analizamos la curva de las distintas fases de un incendio en su desarrollo ideal, se puede interpretar que los detectores más apropiados para un incendio son los que detectan las partículas ionizadas invisibles al ojo humano o en su defecto, los de humo. Sin embargo, esta curva es general y no responde a todas las situaciones y materiales que encontramos en la realidad, En ciertos casos, como por ejemplo en un incendio que evolucione lentamente, un detector de humo suele ser el primero en funcionar, pero en un incendio que se desarrolle rápidamente se generará poco humo y mucho calor, por ende, un detector de calor funcionará antes que uno de humo

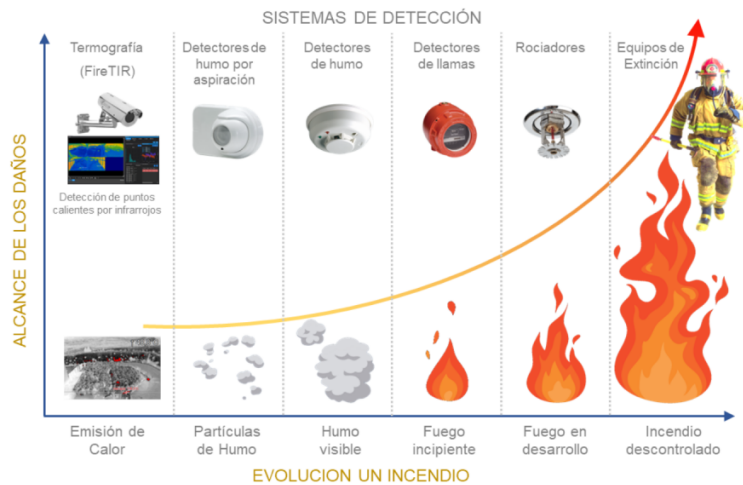


Figura 94: Sistemas de detección

#### 9.2.4. Pulsadores Manuales

Los pulsadores manuales son elementos que permiten a los ocupantes dar alarma de incendio a través de su activación manual. Están conectados con la central de alarmas.

- Se usan con el propósito de activar una alarma de incendio.
- Se deben instalar de modo que sean claramente visibles, sin obstrucciones y accesibles.
- Deben estar ubicadas dentro de 1.5 m (5 ft) del vano de la puerta de salida de cada uno de los pisos o en lugares estratégicos como ser en la cercanía de hidrantes, sistemas de extinción locales o puntos cercanos a zonas de riesgo.
- La distancia de recorrido hasta el pulsador manual más cercano no exceda 61m (200 ft) medida horizontalmente en el mismo piso.



Figura 95: Pulsador manual

En nuestro caso como no se ha podido efectuar un relevamiento detallado y exhaustivo de las instalaciones y a modo de simplificar el sistema se anexaran y colocaran estos

dispositivos a los ya existentes; en todo el hospital según sea conveniente; respetando lo que establece la norma NFPA; en cuanto a distancias a colocar, alturas adecuadas, cantidad, tipo de riesgo, etc. Estos estarán vinculados a la central o panel de control por medio del cableado correspondiente, para que posteriormente active los dispositivos de salida como sirenas, luces estroboscópicas, etc. A modo de comentario, cuando se efectuó el relevamiento se pudo constatar que los dispositivos de activación de alarmas existentes a simple vista eran insuficientes y aquellos que se encontraban alojados en diferentes sectores del hospital, como en los corredores o pasillos de circulación común, se hallaban fuera de servicio, sin conexión alguna y totalmente fuera de servicio. En nuestro proyecto proponemos disponer de la colocación e instalación de dichos dispositivos de activación de alarmas en cantidad adecuada, siempre respetando y ajustando lo que establece a respectiva norma NFPA 72

### 9.2.5. Panel de control

Un Panel de Control de un Sistema Contra Incendios, según la NFPA (National Fire Protection Association), es un componente central del sistema de detección y alarma de incendios diseñado para supervisar y controlar los dispositivos del sistema, emitir señales de alarma y realizar acciones automáticas o manuales en respuesta a una condición de incendio.

Las funciones principales son:

- Supervisión del sistema:
  1. Monitorea constantemente los dispositivos conectados, como detectores de humo, sensores de calor, estaciones manuales y dispositivos de notificación.
  2. Detecta fallos en el sistema, como interrupciones en el cableado o problemas de alimentación.
- Procesamiento de señales:
  1. Recibe señales de los dispositivos de entrada (detectores y estaciones manuales).
  2. Evalúa si se trata de una condición de alarma, prealarma, supervisión o fallo.
- Activación de respuestas:
  1. Emite señales audibles y visuales para notificar a los ocupantes del edificio.
  2. Activa sistemas automáticos de extinción de incendios, como rociadores o sistemas de supresión de agentes limpios, si están integrados.
  3. Controla otros dispositivos, como ventiladores de extracción de humo, cerraduras magnéticas y puertas cortafuegos.
- Registro de eventos: Registra cronológicamente todos los eventos del sistema, como alarmas, fallos y restablecimientos.
- Comunicación remota: Puede estar conectado a una estación central de monitoreo o a sistemas de notificación remota para informar sobre emergencias en tiempo real.

En cuanto a las normativas de la NFPA relacionadas; la NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas de Incendios y Señales establece los requisitos de diseño, instalación, pruebas y mantenimiento de los sistemas de detección y alarma de incendios, incluyendo los paneles de control. Este dispositivo denominado por la NFPA por sus siglas en inglés como FACU (Fire Alarm Control Unit), o anteriormente conocido FACP (Fire Alarm Control Panel), es la parte central de todo el sistema de detección y alarma de incendios. Vulgarmente hablando sería como el cerebro del sistema que recibe señales de entrada por parte de los dispositivos de entrada como detectores de humo, temperatura, llama, actuadores manuales, en su transición los evalúa, analiza y procesa; para luego emitir las órdenes correspondientes de actuación a los sistemas de salidas como sirenas, luces estroboscópicas,

luces de emergencia led, parlantes, etc; y así de esta manera notificar a las personas responsables de activar el plan de emergencia y evacuación.

De acuerdo a la NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización, no existe una ubicación específica para las unidades de control. Esta decisión se la toma en base a los códigos o normas locales.

Para el caso de nuestro país Argentina la normativa dice que el panel principal de control de incendio deberá estar instalado en una ubicación adecuada y conveniente; que pueda ser atendida permanentemente por el personal responsable a cargo. Según el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios de nuestra área local establece que un sistema de detección y alarma de incendios debe contar con una central de detección y alarma ubicado en un lugar vigilado permanentemente.

Debido a esto es muy común en nuestro medio ubicarlos en lugares como las garitas de control o cuartos de vigilancia. Por lo tanto nuestra normativa local como la NFPA no especifican un lugar dónde ubicar a las unidades de control, sin embargo, queda claro que debemos buscar un lugar que sea conveniente y donde se le de atención permanentemente.

En nuestro caso el panel de control estará ubicado en áreas convenientes donde se encuentra el personal responsable de la seguridad, vigilancia y mantenimiento a este lugar llegaran todos los avisos de algún evento de incendio ya sea parcial o de consideraciones especiales que pueda surgir en algún área o recinto específico del hospital. En dicho lugar se activaran las alarmas de señalización ya sean sonoras y/o visibles correspondientes en caso de un evento de incendio ya sea parcial en un recinto o área determinada del hospital o bien en áreas de gran importancia y considerables. Los responsables al visualizar y detectar la activación o las señales de aviso en el panel de control, deberán activar el protocolo de emergencia inmediatamente, deberán comunicarse con el responsable que se encuentre en el quirófano inmediatamente en caso de que el fuego provenga de dichas áreas con el fin de que le informe la situación real si el fuego está controlado o no, a su vez de ser posible deberá llamar y convocar al personal de mantenimiento con el fin de que evalúen conjuntamente la evolución del fuego y en caso de ser necesario eliminar el inicio del fuego. A su vez ante una situación descontrolada estos deberán dar aviso a los entes externos correspondientes como el cuerpo de bomberos para que acudan al lugar inmediatamente y poner en marcha el plan de emergencia y evacuación de ser necesario; avisando a todos los sectores del hospital para que se pueda efectuar una evacuación de manera ordenada y efectiva.

En cuanto a nuestro caso la unidad o panel de control se instalara en una ubicación conveniente aceptable para la autoridad competente, de tal manera que sea, visible, accesible por el personal responsable de vigilancia y seguridad como así también el personal que debe efectuar el mantenimiento del sistema en general de tal manera que pueda realizar de manera cómoda y eficiente dichas tareas.

El tipo de panel de control a emplear será el modelo NFS2- 3030 NOTIFIER, aprobado y certificado por la UL y NFPA; es decir cumple con los requisitos de aprobación de acuerdo a la UL y la NFPA 72 para los sistemas de alarmas contra incendio. Este panel de control es compatible con la mayoría de los dispositivos de entrada como alarmas de activación manuales, detectores de humo, de calor de temperatura; como a su vez de los dispositivos de salida como parlantes de audio, sirenas , luces estroboscópicas, etc. Posee una fuente de alimentación de respaldo a base de baterías en caso de quedar sin la provisión de la fuente de alimentación de energía principal en caso de incendio, para que de esta manera el panel de control pueda seguir operando normalmente.

El mismo se encuentra comercialmente disponible en nuestro país por eso ha de ser una buena opción ya que se adapta a todos los requerimientos del proyecto en cuestión.



Figura 96: Resumen del esquema adoptado

### 9.2.6. Alarmas de aviso

Las alarmas sonoras y visibles de incendio son dispositivos esenciales en los sistemas de detección y alarma de incendios. Según la NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas de Incendios y Señales, están diseñados para alertar a los ocupantes de un edificio sobre la necesidad de evacuar en caso de incendio. Estas alarmas deben cumplir con requisitos específicos de diseño, instalación y funcionamiento para garantizar que sean efectivas en diferentes condiciones.

El modelo seleccionado será el siguiente:



Figura 97: TOLION-BRZ1L

- Marca: Tolion
- Línea: Incendio
- Modelo: BRZ1L
- Cantidad de piezas: 1
- Tipo de dispositivo: Alarma
- Tipo de sensores: Sirena con Led de Incendio
- Tipo de detectores: Sirena de evacuación
- Dispositivos compatibles: Alarmas domiciliarias- hospitales
- Material: Plástico
- Tipo de alimentación: 12 y 24 VCC
- Con respaldo de batería: No
- Nivel de sonido: 100 dB
- Es resistente a la intemperie: No

- Con Wi- Fi: No
- Es inalámbrico: No
- Con discado automático: No
- Con alarma sonora: Si
- Con alarma discreta: No
- Cantidad de zonas:1

### 9.3. Agentes Extintores en Salas Críticas

Como se ha de saber en las salas críticas se debe tener en cuenta que tipo de agente extintor se ha de utilizar ya que como se trata de áreas sensibles donde se efectúan distintas acciones quirúrgicas a personas, si el agente extintor empleado para la mitigación del fuego no es el adecuado puede ocasionar graves daños al paciente como así también a todo el cuerpo médico que se encuentra en el recinto.

La norma NFPA 2001 hace referencia a los sistemas de extinción con agentes limpios. En esta norma se incluye una lista de los agentes limpios aptos para el empleo según sea el caso. En la misma se indican los criterios necesarios para las consideraciones de los agentes limpios en las instalaciones nuevas. Presenta información sobre las concentraciones de diseño, toxicidad, tiempos de descarga y características físicas. En las salas críticas se empleara el uso de extintores con gases a base de agentes limpios con el fin de no comprometer las instalaciones, equipos y por sobre toda las cosas no afecte la salud y la vida humana de las personas que se encuentre dentro de las mismas.

La extinción de incendios con gases, también llamada extinción de incendios con agentes limpios, consiste en el uso de gases inertes o agentes químicos (halocarburos) para extinguir un incendio . Estos agentes se rigen por la norma para sistemas de extinción de incendios con Agentes Limpios de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) en EE. UU., con diferentes normas y regulaciones en otros países. El sistema suele constar del agente, sus contenedores de almacenamiento, las válvulas de liberación, los detectores de incendios , el sistema de detección de incendios (panel de control cableado, señalización de accionamiento), las tuberías de suministro del agente y las boquillas de dispersión. Básicamente según lo que establece la norma NFPA 2001 en cuanto a los agentes limpios se puede clasificar básicamente en dos (2) grandes grupos:

- **Agente naturales (Gases inertes):**son todos aquellos agentes que de alguna manera son naturales por así decirlo, ya que dichos gases inertes como el Argón, Nitrógeno y Dióxido de Carbono se encuentran de manera habitual en la naturaleza, es decir que no se no requieren de ningún proceso químico para su obtención. Estos agente como lo son los gases inertes actúan por eliminación o desplazamiento del oxígeno.
- **Agentes químicos:** son todos aquellos agentes que a contraposición de los agentes naturales (gases inertes) se obtienen artificialmente por así decirlo ya que son compuestos químicos a base de halocarburos compuestos en diferentes proporciones de Hidrogeno, Cloro, Flúor y Carbono en distintas proporciones según sea conveniente, de ahí derivan muchos tipos de agentes extintores los cuales tienen diferentes nombres comerciales. Estos actúan por interrupción química y enfriamiento.

En un quirófano, la selección del tipo de extintor y agente extintor debe cumplir con los requisitos de la NFPA 99 (Norma para Instalaciones de Cuidado de la Salud), la NFPA 10 (Norma para Extintores Portátiles de Incendio) y la NFPA 2001 (Norma sobre Sistemas de Extinción de Incendios con Agentes Limpios). Estas normativas destacan la importancia de elegir equipos y agentes que no dañen los equipos médicos, no dejen residuos, y sean seguros para las personas en áreas sensibles.

Los requisitos a tener en cuenta para quirófanos según la NFPA:

- Tipo de extintor
  1. Se usaran extintores de agentes limpios que sean adecuados para incendios de Clase A, B y C.
  2. Los extintores a emplear son portátiles, accesibles y estarán ubicados en puntos estratégicos según el diseño y las dimensiones del quirófano.
- Agentes extintores recomendados
  1. FK-5-1-12 (Novec 1230): Es el agente más recomendado por ser no tóxico, dejar cero residuos y tener un bajo impacto ambiental.
  2. HFC-227ea (FM-200): También es seguro para equipos electrónicos y personas, aunque tiene un mayor impacto ambiental que Novec 1230.
  3. Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>): Puede utilizarse, pero no es ideal en quirófanos ocupados porque desplaza el oxígeno y puede ser peligroso para las personas. En algunos casos puede utilizarse pero siempre y cuando se tenga bien aceitado el plan preventivo dentro de las salas críticas como quirófanos y el plan de evacuación; de tal manera que dicho agente no comprometa la vida humana.
  4. Agentes inertes (Inergen, IG-541): Son seguros y eficaces, pero generalmente se emplean en sistemas de supresión fija más que en extintores portátiles.
- Riesgos específicos de quirofanos
  1. Los quirófanos tienen altos riesgos asociados a la presencia de personas, equipos eléctricos sensibles, gases médicos inflamables y superficies combustibles.
  2. Por ello, el agente extintor básicamente deberá ser:
    - No conductor: Para proteger equipos eléctricos en general y electroquirúrgicos, no debe ser conductor de la electricidad.
    - Respetuoso con los equipos: No debe dejar residuos, ni efectos corrosivos, a fin de no dañar el equipamiento médico.
    - Seguro para personas: No debe generar humos tóxicos ni desplazar oxígeno en concentraciones peligrosas, que afecte a las personas que ocupen dichos recintos críticos.
- Cumplimiento con normativas locales: o Además de las normativas NFPA, los extintores deberán cumplir y verificar las regulaciones específicas de la región o país para garantizar el cumplimiento legal como la norma IRAM que rige a nivel nacional.

Recomendación general para quirofanos:

- Extintores portátiles con Novec 1230 o FM-200:
  1. Eficaces contra incendios Clase A (materiales sólidos combustibles como cortinas), Clase B (líquidos inflamables) y Clase C (equipos eléctricos).
  2. No dañan los equipos médicos sensibles ni dejan residuos.
  3. Son seguros para su uso en presencia de personas.
  4. Ideales para su uso en salas quirúrgicas.
- Consideraciones adicionales:
  1. Realizar un mantenimiento periódico de los extintores y sistemas de supresión.
  2. Capacitar al personal en el uso adecuado de los extintores y las de respuesta en caso de incendio.

Para las salas críticas como quirófanos, salas de internación intermedias, terapia intensiva, sala de anestesia, etc; este tipo de agente extintor se adecua a todas las necesidades requeridas bajo la norma NFPA 2001, anteriormente se usaba el halón 1301.

El Halón 1301, cuyo nombre químico es bromotrifluorometano ( $\text{CBrF}_3$ ), era un agente extintor utilizado ampliamente en sistemas de supresión de incendios debido a su eficacia y rapidez para extinguir incendios en espacios cerrados. El Halón 1301 se utilizó para:

- Supresión rápida de incendios:
  1. El Halón 1301 era extremadamente eficaz para extinguir incendios de Clase A (materiales combustibles sólidos), Clase B (líquidos inflamables) y Clase C (equipos eléctricos).
  2. Funcionaba al interrumpir las reacciones químicas de la combustión, sofocando el fuego sin necesidad de desplazar grandes cantidades de oxígeno.
- Protección de equipos sensibles
  1. Se utilizaba en áreas con equipos electrónicos delicados
  2. Era ideal porque no dejaba residuos, lo que evitaba daños secundarios a los equipos.
- Áreas críticas o inaccesibles:
  1. Instalaciones militares, barcos, aviones y espacios cerrados donde era difícil aplicar otros métodos de extinción.

El Halón 1301 se dejó de utilizar básicamente por tres (3) razones:

- Impacto ambiental:
  1. El Halón 1301 es un compuesto que contribuye gravemente a la destrucción de la capa de ozono. Pertenece a los clorofluorocarbonos halogenados (CFC), que tienen un alto potencial de agotación del ozono (ODP) .
  2. Además, tiene un alto potencial de calentamiento global (GWP).
- Regulaciones Internacionales:
  1. El uso del Halón 1301 fue prohibido o restringido tras la adopción del Protocolo de Montreal (1987), un acuerdo internacional para eliminar gradualmente sustancias que dañan la capa de ozono.
  2. A partir de los años 90, su producción fue reducida y eventualmente eliminada en la mayoría de los países.
- Disponibilidad de alternativas más seguras:
  1. Se desarrollaron agentes extintores alternativos, como el FM-200 (heptafluoropropano), el Novec 1230 y otros gases inertes (argón, nitrógeno, dióxido de carbono), que son eficaces y menos perjudiciales para el medio ambiente.

Aunque actualmente ya no se fabrica de manera generalizada, el Halón 1301 todavía puede encontrarse en ciertos sistemas antiguos y en aplicaciones muy específicas (como algunas aeronaves militares), pero bajo regulaciones estrictas. Su recuperación y reciclaje son prácticas comunes para minimizar el impacto ambiental. En reemplazo de este se empleara en las salas críticas extintores a base de agentes extintores Novec 1230.

### **Extintores a base de Novec 1230**

El Novec 1230 es un agente extintor de última generación ampliamente utilizado en sistemas de supresión de incendios debido a su eficacia, seguridad para las personas y bajo impacto ambiental. Su nombre químico es dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona ( $\text{C}_6\text{F}_{12}\text{O}$ ). A continuación, se detalla su uso, su idoneidad para hospitales y quirófanos, y sus características principales

Se utiliza para la supresión rápida de incendios en aplicaciones críticas donde no se pueden utilizar métodos de extinción tradicionales como agua o espuma. Es eficaz contra

incendios de:

**Clase A:** Materiales combustibles sólidos (madera, papel, textiles).

**Clase B:** Líquidos inflamables (aceites, combustibles).

**Clase C:** Equipos eléctricos energizados.

Se emplea en:

- Centros de datos y salas de servidores.
- Instalaciones industriales.
- Museos, archivos y bibliotecas (por su capacidad de proteger bienes valiosos sin dañarlos).
- Áreas de telecomunicaciones y laboratorios.
- Aviones y embarcaciones.
- Hospitales y entornos médicos (quirófanos, salas de equipos médicos).

El Novec 1230 es apto para hospitales y quirófanos debido a las siguientes razones:

- No es tóxico para las personas: Tiene un amplio margen de seguridad, lo que lo hace seguro para su uso en áreas ocupadas. Las concentraciones necesarias para extinguir incendios están muy por debajo de los niveles tóxicos para humanos.
- No afecta a los equipos sensibles: Es ideal para proteger equipos médicos y electrónicos, ya que no es conductor y no deja residuos tras su descarga.
- Cumple con las regulaciones ambientales y de seguridad: Está aprobado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.) y cumple con los estándares internacionales de seguridad y cuidado ambiental.
- No desplaza el oxígeno: A diferencia de otros gases extintores como el CO<sub>2</sub>, el Novec 1230 no reduce significativamente el oxígeno en el ambiente, lo que es crucial en espacios donde puede haber pacientes o médico personal.

En cuanto a las características principales del Novec 1230 podemos destacar las siguientes:

- **Eficacia:** Extingue los incendios en segundos al absorber el calor y detener la reacción de combustión.
- **Seguridad para las personas:** No es tóxico y tiene un bajo impacto fisiológico. Es seguro para usar en espacios ocupados.
- **Precaución ambiental:** Posee un Potencial de Calentamiento Global (GWP) muy bajo (1) y un tiempo de vida atmosférico de apenas 5 días. Es una opción respetuosa con el medio ambiente, ideal para cumplir con las regulaciones internacionales.
- **No deja residuos:** Tras su descarga, no deja residuos líquidos, sólidos o corrosivos, minimizando el riesgo de daños secundarios.
- **Compatibilidad:** Es químicamente estable y compatible con una amplia gama de materiales y equipos electrónicos.
- **Diseño flexible de sistemas:** Se utiliza en sistemas de supresión de incendios preingenierizados y sistemas diseñados a medida para espacios específicos.

En cuanto a las ventajas que posee el Novec 1230 frente a otros agentes extintores, podemos destacar que es:

- Más seguro que el CO<sub>2</sub> en espacios ocupados.
- Mejor para el medio ambiente que el Halón 1301 y los hidrofluorocarbonos (HFC).
- Compatible con normas y estándares médicos, lo que lo hace ideal para hospitales y quirófanos.

En resumen, el Novec 1230 es una solución altamente eficaz, segura y respetuosa con el medio ambiente, ideal para proteger tanto a personas como a equipos críticos en hospitales

y quirófanos.

### 9.3.1. Parámetros característicos a tener en cuenta en el uso de agentes limpios a base de halocarburos

**Peligro para las personas:** Todos los agentes limpios reconocidos en la norma y los que están en proceso de reconocimiento, son evaluados de una manera equivalente por un proceso usado por la U.S Environmental Protection Agent ´s (EPA) programa SNPA. En concentraciones superiores al LOAEL son perjudiciales para las personas.

**Seguridad de las Personas:** Se debe evitar una exposición innecesaria a los gases de extinción. La descomposición de algunos de los productos gaseosos a altas temperaturas puede ser peligrosa.

Evacuación de la zona durante el plazo de la pre- alarma.

Prohibición del acceso después de la descarga del gas.

#### **Extintores de uso y aplicación convencional**

**Extintores de polvo – A, B y C** Los extintores de polvo son los más frecuentes ya que son los que se recomiendan para el hogar, y son los adecuados para la extinción de fuegos de Clase A (sólidos), Clase B (líquidos) y Clase C (gaseosos o gases).

#### **Extintores de espuma – A, B y K**

Se utilizan para los fuegos de Clase A y Clase B y especialmente para los de Clase K (aceites y grasas), lo que lo hace el extintor idóneo para tenerlo en cocinas y estas son sus características principales:

- Genera una capa de espuma sobre el combustible que lo enfría y lo aísla
- Cuando se utiliza no se pierde visibilidad, ya que no tiene polvo
- No deteriora los objetos con los que entra en contacto
- No existe riesgo de asfixia en espacios cerrados, algo que sí ocurre con los extintores de polvo y CO<sub>2</sub>
- Sus compuestos son biodegradables

Para las salas críticas se utilizara extintores a base de agentes limpios especificados según la norma NFPA 2001, como el Novec 1230 o en caso de no conseguir en el mercado local se empleara alguno de características similares como el F- 200 o HCFC 236; los cuales son menos nocivos que halón 1301 los cuales están prohibidos debido a que presentan mayor grado de impacto ambiental. Los mismos se dispondrán en ubicaciones o zonas estratégicas, según distancias establecidas según la normativa NFPA 10, con las identificaciones correspondientes.

### 9.3.2. Ubicación de los extintores

Cuando NFPA 10 aborda la ubicación del extintor, utiliza el término "distancia máxima de recorrido hasta el extintor". Esto significa que en cualquier punto dentro del edificio nunca debería tener que viajar más de la distancia máxima para alcanzar un extintor. Según la NFPA establece por normativa que se debe colocar extintores según el tipo de riesgos. Según la NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Incendios) establece por normativa NFPA 10, que la distancia de instalación de los extintores depende del tipo de riesgo, clase o tipo de fuego a apagar y del extintor en cuanto a su agente extintor a emplear. A continuación se especifica las distancias correspondientes a colocar los extintores clasificados según el tipo de riesgo y la clase de fuego:

- **Riesgos comunes (sólidos) o de clase A:** Los extintores deben estar colocados de manera que ninguna persona tenga que recorrer más de 23 metros (75 pies) para alcanzar el extintor

- **Riesgos de líquidos inflamables o de clase B:** La distancia máxima de recorrido varía entre 9 y 15 metros (30 a 50 pies).
- **Riesgos eléctricos o de clase C:** Se aplican los mismos criterios de distancia que para riesgos de clase A o B, ya que estos extintores están clasificados según el riesgo asociado.
- **Riesgos de metales combustibles o de clase D:** Los extintores deben estar ubicados a una distancia máxima de 23 metros (75 pies).
- **Riesgos de cocinas o de clase K:** Los extintores deben estar ubicados a una distancia máxima de 9 metros (30 pies).

En cuanto al hospital de Rio Gallegos con el fin de complementar la mitigación o extinción del fuego a través del sistema de rociadores a base de agua, se colocaran una cierta cantidad de extintores necesarios, a parte de los ya existentes en las distintas áreas del hospital; con el objetivo de reforzar el sistema contra incendio a base de rociadores y así de alguna manera tener todo el hospital cubierto en caso de que se produzca un evento de incendio. El tipo de extintor que se colocara en las distintas áreas o sectores del hospital serán de acuerdo al tipo de riesgo que represente dicho sector; si corresponde a un riesgo leve, ordinario, mediano o grave; como así también de acuerdo al tipo de elementos que comprendan o tengan dichos sectores, es decir según la carga de fuego asociada a la misma. Si es un sector como un corredor o pasillos se colocara un extintor más convencional de polvo químico seco de clase A, B y C; ya que este abarca y contempla cualquier tipo de fuego que pueda surgir en dicha área; y dentro de todo se consigue a nivel local y sus costos no son tan elevados como los de agentes limpios a base de halocarburos. En el sector de cocina se colocara extintores para fuegos de clase K (grasas, aceites), el mismo generalmente utiliza una solución de acetato de potasio o sales similares que actúan químicamente para sofocar las llamas y enfriar las superficies. Este proceso se conoce como saponificación, en el que el agente convierte los aceites en una espuma jabonosa que evita la reignición.

En resumen según lo que establece la NFPA 10 en cuanto a la cantidad de extintores, la misma estable que se debe colocar al menos 1 matafuego cada 200 m<sup>2</sup>, como a su vez se debe respetar las distancias establecidas anteriormente dependiendo del tipo de fuego, es decir la clase de fuego, ambiente del cual se trate y la carga de fuego. Estableciendo distancias máximas de recorrido de 23 m aproximadamente en el caso de riesgo bajo (Clase A); y distancias entre 9 m a 15 m según un tipo de riesgo moderado (Clase B o C), según el agente extintor también; esto está especificado de tal manera con el fin de que en caso de incendio las personas que se encuentren en el hospital acceda rápidamente al extintor sin realizar grandes distancias de recorrido que dificultaría llegar a los matafuegos para apagar el fuego. En la disposición de los planos cabe destacar que en cuanto a su distribución se utilizó el criterio común ingenieril; se dispuso de extintores en áreas críticas, en acceso a corredores, pasillos, puestas de acceso y salida, a las alturas correspondientes y con la cartelería adecuada para que los mismos puedan distinguirse y vistos fácilmente para acceder a los mismos.

En cuanto al peso y altura del montaje de extintores según lo que establece la norma establece que:

**Extintores que pesan hasta 40 libras (18 kg):**

- La parte superior del extintor no debe estar a más de 5 pies (1,52 metros) del piso .del piso.
- La parte inferior del extintor debe estar al menos a 4 pulgadas (10 cm) del piso.

**Extintores que pesan más de 40 libras (18 kg):**

- La parte superior del extintor no debe estar a más de 3.5 pies (1.07 metros) del piso.
- La parte inferior también debe estar al menos a 4 pulgadas (10 cm) del piso.

Teniendo en cuenta la superficie de cada planta, las cuales en su totalidad suman un

total aproximado de 18.000 m<sup>2</sup> de superficie cubierta, y según la norma establece que se debe colocar cada 200 m<sup>2</sup> un matafuego, calculamos aproximadamente la cantidad de extintores totales que se necesitan para complementar a la red contra incendio a base de rociadores automáticos que tiene como agente extintor “agua”; lo cual serian alrededor de 100 extintores distribuidos adecuadamente y convenientemente.

<b>1 matafuego</b>	<b>Cada 200 m<sup>2</sup></b>
Planta baja:	7349 m <sup>2</sup>
Primer Piso:	5999 m <sup>2</sup>
Segundo Piso:	4854 m <sup>2</sup>
<b>Superficie Total</b>	<b>18202 m<sup>2</sup></b>
Se necesita 92 matafuegos aproximadamente para cubrir los 18202 m <sup>2</sup>	Redondeamos a un total de 100 extintores distribuidos adecuadamente

Tabla 45: Cantidad de extintores

Con esto podemos realizar un cálculo aproximado del costo total en matafuegos tomando como promedio un valor.



Figura 98: Matafuego Acetato Potasio Clase Ak 6 Lts Oblea Opds “Para Cocinas”: \$350.000



Figura 99: Matafuego Hcfc 5k Reglamentario Melisam Yukon “Para Salas críticas (quirófanos)” :\$361.000



Figura 100: Matafuegos Yukon Con Iram Abc X5kg Nuevo + Soporte. Precio: \$85.000



Figura 101: Extintor Manual a base de HFC- 236- FA Bajo Presion

### 9.3.3. Relevamiento de cantidad de matafuegos especiales (agentes limpios) a colocar en salas criticas del Hospital de Rio Gallegos

Ambientes críticos- sensibles considerados en la colocación de matafuegos:

Planta Baja:

Quirófanos de urgencia: 2 matafuegos

- B-50
- B-54

Primer piso (1° piso): No existen salas de internación.

Segundo piso (2° piso): Quirófanos: 5 matafuegos

- 2-1 (5)
- 2-12 (4)
- 2-22 (3)
- 2-29 (2)
- 2-35 (1)

Sala de partos: 3 matafuegos

- 2-50 (3)
- 2-53 (2)
- 2-68 (1)

Sala de rayos X: 1 matafuego Sala de revelado: 1 matafuego Sala de anestesia: 1 matafuego

Sala de endoscopia: 1 matafuego Sala de internación: 7 matafuegos Terapia intensiva

- 2-110
- 2-111
- 2-112

Terapia intermedia

- 2-113
- 2-114
- 2-115
- 2-117

Como se expresó anteriormente para la mitigación del fuego en las zonas de quirófanos se utilizará un total de aproximadamente 21 matafuegos de agente extintor Novec 1230 los cuales se usan para la extinción de fuegos de Clase A, Clase B y Clase C, y son los ideales para aquellos lugares donde existen elementos delicados, personas y equipamientos eléctricos. Los mismos se dispondrán en las áreas o ambientes descriptos anteriormente como quirófano, sala de partos, terapia intensiva e intermedia, sala de anestesia y endoscopia, etc. de acuerdo y según lo estipula la reglamentación de la NFPA 10 (Extintores Portátiles Contra Incendios); la cual establece ubicación de los matafuegos según área a cubrir y distancias convenientes de los matafuegos para su alcance en caso de incendio.

#### 9.3.4. Lista Precios Sugeridos CEMERA (Cámara Argentina de Protección Contra Incendios) año 2024

TIPO	CAPACIDAD	UNITARIOS SIN IVA	UNITARIOS CON IVA
<b>AGUA</b>			
AGUA B/P	10 Lts	\$ 462.672,00	\$ 559.833,12
SOLUCION ACETATO DE POTASIO AK	6 Lts	\$ 453.348,00	\$ 548.551,44
SOLUCION ACETATO DE POTASIO AK	10 Lts	\$ 532.224,00	\$ 643.991,04
<b>POLVO QUIMICO</b>			
POLVO ABC	2,5 Kg	\$ 90.090,00	\$ 109.009,80
POLVO ABC	5 Kg	\$ 128.520,00	\$ 155.509,20
POLVO ABC	10 Kg	\$ 221.760,00	\$ 268.330,32
POLVO ABC	25 Kg	\$ 750.078,00	\$ 907.595,28
POLVO ABC	50 Kg	\$ 1.329.804,00	\$ 1.609.062,84
POLVO ABC	100 Kg	\$ 2.280.600,00	\$ 2.759.526,36
<b>CO2</b>			
CO2	2 Kg	\$ 236.554,02	\$ 286.231,32
CO2	3,5 Kg	\$ 358.054,02	\$ 433.246,32
CO2	5 Kg	\$ 463.992,30	\$ 561.431,52
CO2	7 Kg	\$ 618.494,94	\$ 748.379,52
CO2	10 Kg	\$ 770.086,44	\$ 931.805,64
<b>ESPUMA</b>			
AFFF	10 Lts	\$ 441.000,00	\$ 533.610,72
<b>HCFC/HFC</b>			
HCFC123 / HFC236	2,5 Kg	\$ 329.868,00	\$ 399.141,00
HCFC123 / HFC236	5 Kg	\$ 914.760,00	\$ 1.106.859,60
HCFC123 / HFC236	10Kg	\$ 1.781.010,00	\$ 2.155.022,28

Figura 102: Lista de eprecios-Agosto 2024

Teniendo en cuenta los tipos de extintores descriptos anteriormente a utilizar y analizando sus precios actuales en promedio entre los tipos de extintores tenemos un precio de \$ 265.000 por cada matafuego. Considerando un total de 100 extintores que son el total a colocar en el hospital distribuidos adecuadamente y convenientemente; tenemos un costo total de \$265.000.000 pesos argentinos; lo que equivale a \$26500 dólares, considerando un valor del dólar a \$1000 pesos argentino.

### 9.3.5. Inspección, Pruebas y Mantenimiento de extintores

#### Inspección

Según la NFPA, los extintores deben inspeccionarse visualmente mensualmente. Esto incluye verificar si presentan daños físicos, asegurar que los sellos de seguridad estén intactos y que el manómetro esté en el rango adecuado (si corresponde). La inspección también debe incluir la comprobación del peso del extintor y asegurar que esté correctamente cargado. Además, es importante verificar la ubicación del extintor, asegurándose de que sea fácilmente accesible y no esté bloqueado por ningún obstáculo.

#### Pruebas

La norma NFPA 10 establece que los extintores deben someterse a pruebas hidrostáticas. La frecuencia de las pruebas depende del tipo de extintor. Esta prueba verifica la integridad de la carcasa, el cilindro y el conjunto de válvulas del extintor. Si el extintor no supera la prueba hidrostática, debe retirarse del servicio y reacondicionarse o reemplazarse.

Entre una de las pruebas claves que se le realiza a los extintores esta la prueba hidráulica. La prueba hidráulica (o hidrostática) a los extintores es un procedimiento técnico diseñado para verificar la resistencia estructural de los extintores es un procedimiento diseñado para verificar la resistencia técnica estructural y la integridad del cilindro o recipiente del extintor bajo presión, asegurando que pueda soportar las condiciones de uso sin riesgo de fallas.

#### Propósito de la prueba hidráulica

- Evaluar la resistencia del cilindro ante presiones superiores a las de operación normal.
- Detectar posibles defectos estructurales, como fisuras, corrosión interna o deformaciones, que puedan comprometer la seguridad del extintor.

#### Etapas del procedimiento

- Inspección previa:
  1. Verifique el estado físico externo del cilindro.
  2. Confirmar que no haya abolladuras, corrosión o daños visibles.
  3. Retirar válvulas, mangueras y otros accesorios que puedan interferir en la prueba.
- Preparación del cilindro:
  1. Vaciar completamente el extintor, eliminando cualquier agente extintor o gas presurizado.
  2. Limpie el interior del cilindro para evitar residuos que puedan afectar los resultados.
- Conexión al equipo de prueba hidráulica:
  1. Conecte el cilindro a una máquina de prueba hidráulica mediante adaptadores específicos.
  2. Llenar el cilindro con agua (nunca con aire u otros gases comprimibles, para evitar explosiones en caso de falla).
  3. Conecte el cilindro a una máquina de prueba hidráulica mediante adaptadores específicos.
  4. Llenar el cilindro con agua (nunca con aire u otros gases comprimibles, para evitar explosiones en caso de falla).
- Aplicación de presión:

1. Aumentar la presión del agua dentro del cilindro hasta alcanzar el nivel especificado en las normas (generalmente 1,5 veces la presión máxima de trabajo del extintor).
  2. Mantenga esta presión durante un tiempo determinado (normalmente entre 30 segundos y 1 minuto).
- Inspección visual:
    1. Observe si hay fugas de agua, deformaciones permanentes o cualquier signo de fallo estructural.
  - Despresurización y secado:
    1. Reduzca gradualmente la presión y vaciar el cilindro.
    2. Seque completamente el interior para evitar la corrosión.
  - Resultado de la prueba:
    1. Si el cilindro no presenta fugas, deformaciones u otros defectos.
    2. Rechazado: Si se detectan fallas, el extintor debe ser retirado del servicio y desechado según las regulaciones locales.

### **Frecuencia de la prueba hidráulica**

La NFPA 10 establece los siguientes intervalos:

- **Cada 5 años:** Para extintores de agua, espuma, químicos húmedos o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- **Cada 12 años:** Para extintores de polvo químico seco, polvo químico especial y halones.

### **Requisitos adicionales**

- Realización por personal autorizado: La prueba debe ser ejecutada por técnicos certificados en instalaciones equipadas adecuadamente.
- Registro de la prueba: Los resultados deben documentarse en un registro y reflejarse en una etiqueta colocada en el extintor, indicando: Fecha de la prueba, Presión aplicada. y Nombre del técnico o empresa que realizó la prueba.

Este procedimiento es fundamental para garantizar la seguridad del equipo y prevenir accidentes en caso de que el extintor sea sometido a presiones extremas.

### **Mantenimiento**

El mantenimiento regular es crucial para garantizar el correcto funcionamiento de los extintores. Esto incluye recargar o reemplazar la carga, reemplazar las piezas dañadas y repintar el extintor si es necesario. También es importante mantener registros de todas las inspecciones, pruebas y mantenimientos realizados al extintor. La norma NFPA 10 exige que los extintores sean revisados anualmente por un técnico certificado, lo que incluye una inspección exhaustiva y, si es necesario, mantenimiento, pruebas y recarga.

## 10. Plan de Emergencia y Evacuación

Un Plan de Emergencia y Evacuación en caso de incendio en un hospital es fundamental para garantizar la seguridad de pacientes, personales y visitantes. Este plan debe ser específico, adaptado a las características del hospital y cumplir con las normativas locales e internacionales de seguridad contra incendios.

Las medidas de respuesta de emergencias deben estar escritas y divulgadas a través de un plan de emergencias y contingencia con protocolo y procedimientos claros y precisos.

El objetivo del plan de emergencia y evacuación de un hospital es garantizar la evacuación rápida, ordenada y segura de todas las personas en caso de incendio, minimizando riesgos y daños a la vida y la propiedad.

En cuanto a la organización del plan tendremos los siguientes actores a cargo o responsables

### 10.1. Responsables

- Coordinador General de Emergencias:
  1. Dirige y supervisa el plan de evacuación.
  2. Toma decisiones clave durante la emergencia.
  3. Comunica con los servicios externos (bomberos, policía, ambulancias).
- Brigada de Emergencia:
  1. Uso de extintores y equipos contra incendios.
  2. Control inicial del incendio (si es seguro).
  3. Auxiliar en la evacuación
- Jefes de Área:
  1. o Encargados de coordinar la evacuación en zonas específicas (habitaciones, quirófanos, oficinas).
- Encargados de Pacientes Críticos
  1. Personal médico y de enfermería responsable de trasladar a pacientes inmovilizados o en estado crítico

### 10.2. Pasos a seguir en caso de incendio

#### DetECCIÓN

- Identificación del incendio mediante:
  1. Detectores de humo y calor.
  2. Avisos del personal o visitantes.

#### ALARMA

- Activación del sistema de alarma contra incendios:
  1. Señales acústicas y visuales.
  2. Anuncio por parlantes o megafonía con instrucciones claras.

#### EVALUACIÓN

- El Coordinador General evalúa la magnitud del incendio:
  1. Si es controlable, se utiliza el equipo de extinción.
  2. Si no, se inicia la evacuación total o parcial.

## Evacuación

- Evacuación Prioritaria:
  1. Se evacuan primero las áreas más cercanas al fuego.
  2. Orden de evacuación: Pacientes ambulatorios y personales en áreas de menor riesgo, Pacientes hospitalizados que puedan desplazarse con ayuda y Pacientes inmovilizados o críticos (con apoyo médico y técnico).

## Uso de las rutas de evacuación señalizadas

- No utilizar ascensores.
- Priorizar rampas y escaleras.

## Comunicación

- Notificación inmediata a los servicios de emergencia externos:
  1. Proveer información sobre el incendio (ubicación, magnitud, condiciones).

## Reubicación y control

- Reubicación de evacuados en puntos seguros dentro o fuera del hospital.
- Brigadas de emergencia ayudan a los bomberos y verifican que no queden personas en zonas de riesgo.

## 10.3. Señalización

### Rutas de evacuación

- Flechas que indican salidas.
- Letreros iluminados o fotoluminiscentes con "SALIDA.º .EXIT".



### Puntos de encuentro

- Señales claras para identificar áreas seguras.



### Equipos de emergencia:

- Ubicación de extintores, mangueras, gabinetes de hidrantes y alarmas manuales.



**Prohibiciones:**

- Indicaciones de "NO USAR ASCENSOR EN CASO DE INCENDIO".



**10.4. Cronología del plan**

**0-1 Minuto:**

- Activación de la alarma y notificación al Coordinador General.
- Brigada de emergencia acude al lugar.

**1-3 minutos:**

- Evaluación de la situación.
- Inicio de evacuación prioritaria.

**3-5 minutos:**

- Notificación a los servicios de emergencia externos.
- Continuación de la evacuación de áreas críticas.

**5-10 minutos:**

- Llegada de los bomberos y transferencia de control.
- Finalización de la evacuación y verificación.

**0+ minutos:**

- Control del incendio por los bomberos.
- Revisión de las instalaciones para determinar condiciones seguras.

## 10.5. Simulacros

Realizar simulacros de periódicos para:

- Capacitar al personal en sus roles
- Evaluar la eficacia del plan.
- Detectar áreas de mejora.

## 10.6. Documentación

- Planos actualizados con rutas de evacuación y ubicación de equipos
- Lista de responsables y sus funciones.
- Registro de simulacros y capacitaciones.



Figura 103: Ejemplo de plano de evacuación

## 11. Cómputo y presupuesto de materiales

El costo de Ingeniería se calculó según la tabla de honorarios sugeridos del CPAIA (Consejos de Profesionales de la agrimensura, ingeniería y arquitectura) para la fecha del 03/03/2025, y su valor se convirtió en dólares con un valor de \$1080 por unidad de dólar. Con respecto a la mano de obra se realizó análisis por sala de máquina, planta baja,

1):		Honorarios por proyecto y dirección (9%):
Referencia		Alan Alvarez
Costo estimado por m2:	\$/m2	750.000
Superficie estimada a construir m2:	m2	18000
Costo estimado de la obra \$:	\$	13500000
Total Honorarios \$	\$	1215000

Figura 104: Simulación de honorarios profesionales de obra nueva

primer piso y segundo piso. Se contempla para la sala de bomba una cuadrilla de (1) Oficial especializado y (3) medio oficiales, para la planta baja, primer piso, segundo piso la cuadrilla está compuesta por (3) medio oficiales y (2) oficiales.

El plazo de obra para la sala de bomba es de 28 días, en los cuales se realizará montaje de tanques, bombas, tablero eléctrico, cañerías y accesorios. Para la puesta en marcha y ajuste se estimó 2 días operativos.

Se estima una duración por piso de 45 días para el montaje de la totalidad de cañerías, accesorios y rociadores por piso.

Mano de Obra - RCI HRRG			
Etiquetas de fila	Cuenta de Cuadrilla	Suma de Precio	Total USD
<b>Planta Baja</b>	<b>5</b>	<b>USD</b>	<b>57.953,33</b>
Medio Oficial	3	USD	30.320,00
Oficial	2	USD	27.633,33
<b>Primer Piso</b>	<b>5</b>	<b>USD</b>	<b>54.243,33</b>
Medio Oficial	3	USD	30.320,00
Oficial	2	USD	23.923,33
<b>Sala de bomba</b>	<b>4</b>	<b>USD</b>	<b>19.616,30</b>
Medio Oficial	3	USD	13.475,56
Oficial	1	USD	6.140,74
<b>Segundo Piso</b>	<b>5</b>	<b>USD</b>	<b>54.243,33</b>
Medio Oficial	3	USD	30.320,00
Oficial	1	USD	10.106,67
Oficial	1	USD	13.816,67
<b>Ingenieria</b>	<b>1</b>	<b>USD</b>	<b>12.500,00</b>
Ingeniero	1	USD	12.500,00
<b>Total general</b>	<b>20</b>	<b>USD</b>	<b>198.556,30</b>

Figura 105: Presupuesto de mano de obra

Equipamiento, Insumos y accesorios - RCI HRRG			
Etiquetas de fila	Suma de Cantidad	Suma de Precio Total	
<b>Accesorios</b>	<b>1407</b>	<b>USD</b>	<b>53.803,36</b>
<b>Equipo Impulsión</b>			
Bomba Jockey	1	USD	4.300,00
Bomba principal	2	USD	16.600,00
Motor Diesel	1	USD	23.000,00
Motor Electrico	1	USD	18.000,00
<b>Material Electrico</b>			
Conductor electrico	140	USD	1.840,00
Contactador CWB 12527895	1	USD	720,00
Contactador CWM 11747363	3	USD	3.600,00
Gabinete Electrico	1	USD	2.500,00
Interruptor bastidor basico compact NSX630F	1	USD	2.500,00
Interruptor Batidor Basico Compact NSX160F	1	USD	750,00
Interruptor Compact NSX400F	1	USD	1.100,00
Presostato	3	USD	750,00
Temporizadores	1	USD	30,00
<b>Rociadores</b>			
Rociadores CMSA	102	USD	3.468,00
Rociadores Standard	718	USD	15.138,00
<b>Tanque</b>			
Tanque de Almacenamiento 10000L	1	USD	3.000,00
Tanque de Almacenamiento 25000L	3	USD	17.400,00
Tanque de combustible	1	USD	9.300,00
<b>Tuberia</b>			
Tuberia 150mm	450	USD	51.876,00
Tuberia 25mm	2000	USD	43.600,00
Tuberia 32mm	330	USD	9.075,00
Tuberia 40mm	300	USD	9.498,00
Tuberia 50mm	120	USD	4.818,00
Tuberia 65mm	350	USD	24.703,00
Tuberia 80mm	280	USD	27.798,40
<b>Total general</b>	<b>6219</b>	<b>USD</b>	<b>349.167,76</b>

Figura 106: Presupuesto de materiales