



Universidad del Azuay

Departamento de Posgrados

**MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD EN EL
TRABAJO**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA EL
CENTRO COMERCIAL BATAN SHOPPING PERTENECIENTE A LA
EMPRESA PIEDRA HUASI S.A.**

TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGISTER EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL CRISTIAN ERNESTO FLORES
PADILLA

DIRECTOR: INGENIERO INDUSTRIAL CESAR PATRICIO PALACIOS
RIVERA.

CUENCA – ECUADOR

2018.

Dedicatoria.

A DIOS.

Por darme la vida, a mis padres, a mi hija y a mi esposa.

A MI HIJA

Amelia, el mayor regalo que Dios me pudo dar y mi fuente de inspiración.

A MI ESPOSA

Por darme tanto amor, apoyo y comprensión.

A MIS PADRES

Por darme tanto ejemplos de vida, por enseñarme a ser cada vez mejor.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Cesar Palacios Rivera, por su aporte en la revisión para la edición del presente trabajo.

RESUMEN

El diseño del sistema de agua contra incendios consiste en un análisis de carga térmica inicial para los diferentes espacios del centro comercial.

La clasificación del riesgo por ocupación, los respectivos cálculos hidráulicos para determinar el volumen del tanque de agua, el caudal y la presión requeridos, el tipo de bombas contra incendio, las secciones de tuberías, los accesorios de conexión, y por lo tanto, el costo estimado del proyecto, también están considerados en el presente diseño.

El diseño del sistema contra incendios consta por exigencia de la autoridad competente de un sistema combinado de rociadores y bocas de incendio equipadas.

El diseño se fundamenta en la legislación ecuatoriana, de igual manera en lo que se refiere a las normas NFPA aplicables.

ABSTRACT

The design of the water firefighting system consisted of an initial thermal load analysis for the different spaces of the shopping center. A classification of the risk by occupation, flow and the pressure required, hydraulic calculations to determine the volume of the water tank, type of fire pumps, pipe sections, connection accessories and an estimated cost of the project were considered in this design. The design of this firefighting water system comprised of a combined system of sprinklers and hydrants. These were equipped by the requirement of the competent authority. The design was based on Ecuadorian legislation, and in the same way as it referred to the applicable NFPA standards.



A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, is positioned in the bottom right corner of the page.

Translated by:

Ing. Paúl Arpi

INDICE

CAPITULO I	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.6. ALCANCE	3
1.7. MARCO LEGAL.....	3
1.8. MARCO TEÓRICO	4
1.8.1. LA CARGA TÉRMICA	4
1.8.2. CARGA TÉRMICA PONDERADA.....	5
1.8.3. PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA PONDERADA.....	6
1.8.4. ACCESORIOS PARA LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO.	10
1.8.5. SISTEMAS RANURADOS CONTRA INCENDIO.....	10
1.8.6. Tipos de juntas	13
1.8.7. Tubería de acero negro.....	16
1.8.8. Rociadores automáticos.....	16
1.8.9. SECTORES DE INSTALACIÓN	17
1.8.10. TIPOS DE ROCIADORES.....	18
1.9. GLOSARIO.....	19
CAPÍTULO II	21
2. FUNDAMENTOS DE ESTUDIO.....	21
2.1. TIPO DE ESTUDIO	21
2.2. ÁREA DE ESTUDIO	21
2.3. TIEMPO DE ESTUDIO	21
2.4. POBLACIÓN MUESTRA.	21
2.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN EXCLUSIÓN	21
2.5.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	21
2.5.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.	21
2.6. VARIABLES.....	21
2.6.1. VARIABLE DEPENDIENTE.	21

2.6.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.	21
2.7. PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS.	22
CAPÍTULO III	23
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	23
3.1. RAZÓN SOCIAL Y DOMICILIO.....	23
3.2. ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	23
3.3. MISIÓN	23
3.4. VISIÓN	23
3.5. DATOS DE LA EMPRESA.....	23
3.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA PIEDRA HUASI S.A.....	24
3.7. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL BATÁN SHOPPING.....	25
3.7.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO.	25
3.7.2. DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL.	25
3.8. DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES NIVELES.....	26
3.9. PROYECCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL.....	27
CAPÍTULO IV.....	29
4. ANALISIS DE LAS NORMATIVAS LEGALES PARA LA PROTECCION Y DEFENZA CONTRA INCENDIOS.	29
4.1. EVOLUCIÓN DE LA LEGISLACIÓN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	29
4.2. BASE LEGAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.	30
4.3. NORMATIVAS INTERNACIONALES PARA LA PREVENCIÓN Y DEFENZA CONTRA INCENIDOS.	33
CAPÍTULO V.....	36
5. CALCULO DE CARGA DE FUEGO	36
5.1. CALCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE LOS DIFERENTES NIVELES DEL CENTRO COMERCIAL.	36
5.1.1. Tercer sub suelo (S3).....	37
5.1.2. Segundo subsuelo (S2).....	37
5.1.3. Primer subsuelo (S1).	38
5.1.4. Planta baja.....	39
5.1.5. Primera planta alta.....	42
5.1.6. Segunda planta alta.....	46
CAPÍTULO VI.....	49

6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS REQUERIDOS Y DISEÑO DE LA RED DE SISTEMA CONTRA INCENDIO.	49
6.1. PARÁMETROS TÉCNICOS.....	49
6.2. Criterios de diseño.	51
6.3. Cálculos hidráulicos.....	53
6.3.1. Procedimiento de cálculo	53
6.3.2. Cálculos hidráulicos del tercer, segundo y primer subsuelo.....	54
6.3.3. Cálculos hidráulicos de la planta baja, primera planta alta y segunda planta alta. 57	
6.3.4. Área de cobertura de rociador.....	60
6.3.5. Caudal de diseño teórico.	63
6.3.6. Número de rociadores en el área de diseño.....	64
6.3.7. Longitud del área de diseño.....	64
6.3.8. Número de rociadores por ramal.	64
6.3.9. La zona hidráulica más crítica.	65
6.3.10. Diagrama de nodos hidráulicos.....	65
6.3.11. Cálculos de presión y caudal en el sistema de rociadores.....	65
6.4. SECCIONES DE TUBERÍAS REQUERIDOS.	67
6.5. BOMBA ELÉCTRICA CONTRA INCENDIO.....	68
6.6. BOMBA MECÁNICA CONTRA INCENDIO.	68
6.7. BOMBA DE PRESIÓN O BOMBA JOCKEY.	68
6.8. ACCESORIOS DE MONTAJE.....	68
CAPÍTULO VII	70
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
7.1. CONCLUSIONES.....	70
7.2. RECOMENDACIONES.....	71
7.3. BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXO 1	73

INTRODUCCIÓN

El riesgo de incendio en instalaciones de tipo comercial está presente de forma especial en zonas de concentración de cargas térmicas combustibles, depósito y uso de combustibles, almacenamiento de mercaderías para la venta debido a la densidad de ocupación, áreas de parqueaderos, salas de cine, sobre todo por tratarse de un centro de afluencia de personas, a quienes se debe garantizar condiciones de seguridad para casos de incendio, de manera que se evite la ocurrencia de eventos mayores.

Es indispensable contar con un sistema de combate de incendios efectivo bien diseñado y por consiguiente bien instalado, para la instalación de dichos sistemas importante contar con el diseño previo del sistema de manera que se especifique técnicamente la capacidad de la cisterna, tiempo mínimo de operatividad, capacidad de las bombas contra incendio, secciones de tubería, número de accesorios a utilizar, número de gabinetes contra incendio a instalar, así como definir las zonas donde se instalarán las redes de rociadores todo el diseño en conjunto permitirá de forma adicional estimar el costo de todo el proyecto de manera que se justifica técnicamente los recursos necesarios para su construcción.

ANTECEDENTES

El desarrollo de nuevos y cada vez mejores proyectos de construcción de centros comerciales a nivel del Austro y varias provincias del país, que impulsadas por la visión de un grupo económico, ha traído consigo un aporte valioso para el desarrollo, el comercio y las fuentes de empleo, de la mano con las políticas de seguridad internas y las exigencias constructivas de seguridad humana para centros de afluencia masiva de personas, empiezan a ser cada vez más rigurosas, basadas en normas y estándares internacionales, mismos que dependiendo de la jurisdicción de la respectiva autoridad competente (Cuerpo de Bomberos Local), facultará la ejecución de los proyectos inmobiliarios en su fase de diseño, previo el cumplimiento de los requisitos técnicos de seguridad contra incendio exigidos.

CAPITULO I

1. GENERALIDADES.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La empresa Piedra Huasi S.A., cuya principal actividad económica es la compra construcción y alquiler de bienes inmuebles, ha emprendido un nuevo proyecto inmobiliario que comprende un nuevo centro comercial para la ciudad de Cuenca, llamado “Batán Shopping”, este centro comercial albergará una cantidad considerable de personas, vehículos, locales comerciales, bodegas y mercaderías, así como almacenar combustibles para los diferentes concesionarios de preparación de alimentos, debido a este precedente es necesario contar con un diseño de un sistema contra incendio a base de agua, que sea efectivo, es de suma importancia realizar el diseño para la optimización de los costos, funcionalidad, cumplimiento técnico – legal, además de cumplir las políticas de seguridad patrimonial y personal exigidas por el directorio del grupo corporativo.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué forma el realizar un análisis de riesgos por cargas térmicas y de riesgos por ocupaciones, ayudará establecer la importancia del cálculo hidráulico para el diseño de un sistema de agua para protección contra incendio en un centro comercial de manera que sirva como referencia para cualquier otro centro?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En el país los organismos encargados de hacer cumplir con lo establecido en la ley de defensa contra incendios y las Normas Ecuatorianas de la Construcción Contra Incendios, son los departamentos de prevención de los diferentes Cuerpos de Bomberos, organismo que, en el caso de la ciudad de Cuenca, está integrado por diferentes profesionales, que en los últimos años han sido parte de un proceso de formación técnico de alto nivel, y basados en la normativa nacional que acoge los estándares NFPA como de cumplimiento obligatorio en el país, es indispensable entonces contar con un diseño técnico, estudio de riesgo considerando la carga térmica y cálculos hidráulicos, acorde a las rigurosas exigencias que se plantean últimamente para poder emprender los proyectos inmobiliarios y en especial cuando en ellos se concentrarán personas de forma masiva.

Debido a las exigencias legales que deben cumplirse en materia de ingeniería y sistemas de protección contra incendios y principalmente a la política de responsabilidad empresarial que forma parte de la empresa, es indispensable realizar el diseño del sistema de agua contra incendio considerando todos los parámetros que deban integrarse para optimizar la funcionalidad y costo del proyecto, de manera que se cumpla con los requisitos exigidos y además sirva como referencia para otros proyectos.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de agua contra incendio para el centro comercial Batán shopping perteneciente a la empresa Piedra Huasi S.A.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis de riesgo de incendio por áreas considerando la carga térmica de cada una de ellas.
- Realizar los cálculos respectivos para el diseño de sistema contra incendio.
- Determinar el costo aproximado de la implementación del sistema contra incendios.
- Elaborar una plantilla estandarizada para determinar los cálculos de demanda de caudal y presión que deberá suministrar la bomba principal.

1.6. ALCANCE

El diseño del sistema de agua contra incendio, abarca las áreas internas del centro comercial, incluyendo por consiguiente, los tres niveles de subsuelos destinados a parqueaderos, la planta baja destinada a tiendas de ropa y a la sección de comisariato de Coral Hipermercados, la primera planta alta, destinada a tiendas de electrónica, farmacias, ópticas, bancos, ropa y a la segunda planta de Coral Hipermercados y sus diferentes secciones, la segunda planta alta está destinada a los locales de preparación y venta de alimentos, patios de comida y a la instalación de salas de cine, No se incluye en este estudio las áreas de terraza puesto no tendrá concentración de carga térmica considerable.

Se realizará una descripción general de la empresa, el cálculo de las cargas térmicas por planta y por área comercial, en función de eso se calculará lo concerniente a demanda de agua (caudal, presión y volumen de cisterna), necesario para hacerle frente a una posible emergencia contando con la autonomía de suministro de agua necesaria para asegurar el control de la emergencia, estimando además la metodología de cálculo de pérdida de presión en tuberías y el costo total del proyecto.

1.7. MARCO LEGAL

Para el diseño del sistema presente sistema de agua contra incendio se considera las siguientes reglamentaciones:

- Ley de defensa contra incendios
- Ordenanzas vigentes a nivel nacional.
- Reglamentaciones internacionales NFPA aplicables y que se han adoptado en el país mediante las Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC.

- NFPA 13 estándar para la instalación del sistema de rociadores automáticos contra incendio
- NFPA 14 estándar para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras.
- NFPA 20 estándar para la instalación de bombas estacionarias de protección de incendios.
- NFPA 22 estándar para el diseño de depósitos de agua para protección contra incendio.
- NFPA 24 estándar para la instalación de tuberías para el servicio privado de incendio y sus accesorios.

1.8. MARCO TEÓRICO

1.8.1. LA CARGA TÉRMICA

La densidad de carga térmica o carga de fuego se determina mediante el cálculo del sumatorio del producto de la cantidad de cada materia combustible por su poder calorífico respectivo y dividido por la superficie del local que contenga las materias consideradas. Este concepto representa la energía calorífica por unidad de superficie que se liberaría en el caso de incendio de todo el material combustible existente en el local.

En resumen se puede definir la carga de fuego como la suma de las energías caloríficas que se liberan en la combustión de todos los materiales combustibles existentes en un espacio (contenidos del edificio y elementos constructivos) (UNE-EN 1991-1-2:2004).

En las normativas de protección contra incendios se han introducido unos coeficientes correctores que ponderan la facilidad de ignición de las materias combustibles existentes. Este nuevo cálculo ha recibido el nombre de carga térmica o carga de fuego ponderada.

El fundamento del cálculo de la carga térmica proviene de la existencia de una correlación con la resistencia al fuego exigible a los elementos constructivos del local que debe contener las materias combustibles. La justificación se basa en el tiempo que puede durar la combustión de esas materias combustibles, que se transforma en una exigencia de tiempo de resistencia al fuego para evitar la propagación del incendio a otras zonas colindantes, mientras es controlado por acción de personal entrenado o la acción de rociadores automáticos contra incendio. La zona protegida mediante unos elementos constructivos con características determinadas para que el incendio no se propague, recibe el nombre de **sector o compartimento de incendio**.

Para la realización del diseño de sistema contra incendio, se emplea el cálculo de la carga térmica ponderada, (densidad de carga de fuego ponderada y corregida) para determinar el nivel de riesgo intrínseco, alto, medio o bajo y por consiguiente su correspondencia a la clasificación de riesgos por ocupación de Leve, Ordinario 1 y 2, y Extra 1 y 2. Un mayor nivel de riesgo intrínseco lleva consigo mayores exigencias de protección, en los elementos constructivos de los edificios y en lo que refiere al propósito de la presente investigación, equipos de protección contra incendios que se deben instalar.

La fórmula de cálculo de la carga térmica ponderada o densidad de carga de fuego, en cuanto a concepto es la misma en todas las normativas usualmente empleadas para el efecto, salvo ciertas diferencias según la aplicación a la que se destine su cálculo y la normativa respectiva.

1.8.2. CARGA TÉRMICA PONDERADA

La fórmula general de cálculo de la carga térmica ponderada o de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de un sector de incendio conocido los materiales y su peso individual, que se almacenan en el sector de incendio, se expresa mediante la ecuación:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n G_i q_i C_i}{A} R_a$$

Donde:

Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, expresada en $\frac{Mjul}{m^2}$ o $\frac{Mcal}{m^2}$.

G_i = masa en kg, de cada uno de los combustibles que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

q_i = poder calorífico, en MJul / kg o Mcal / kg, de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad

de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

n = número de materiales combustibles.

Los valores del poder calorífico q_i , de cada combustible, pueden encontrarse en diferentes tablas.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i , de cada combustible constan en la tabla 1.1 del reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales RD 2267 / 2004, también se pueden encontrar en el Catálogo CEA “Clasificación de materias y mercancías según su riesgo de incendio”, o en tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación, R_a , se encuentran en la tabla 1.2 del RD. 2267/ 2004. En actividades no relacionadas en la lista, se puede adoptar el valor de una actividad similar. En el RD. 2267/ 2004, a R_a se le han asignado los valores 1, 1,5 y 2.

1.8.3. PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA PONDERADA

A continuación se exponen los criterios para la interpretación y aplicación práctica de los parámetros que intervienen en el cálculo. La utilización de megajulios por metro cuadrado (MJ/m²) o megacalorías por metro cuadrado (Mcal/m²) como unidad de carga térmica ponderada es indiferente.

Para la conversión debe tenerse en cuenta que:

1 caloría (cal) es igual a 4,184 julios (J).

1.8.3.1. Masa de los combustibles

Para calcular este primer parámetro, y dado las cantidades de materiales existentes, así como la extensión de superficie, se debe realizar una estimación de la masa en kg de cada uno de los productos, sustancias, materias, vehículos en el parqueadero, bodegas, patios de comidas, cocinas, hipermercado, etc., que son los combustibles existentes en el sector de incendio del cálculo.

Debe adoptarse el valor del inventario máximo, que es cuando se tiene mayor peligro y con la aproximación mejor que se pueda.

Para efectos del cálculo y diseño en esta investigación se realizará el cálculo basado en las actividades desarrolladas en cada sector de incendio, sin considerar la masa de los materiales presentes en los diferentes sectores, para ello se empleará la ecuación especificada en el punto 1.8.3.4.

1.8.3.2. Poder calorífico

El segundo parámetro es el poder calorífico, en Mjul/kg o Mcal/kg de cada uno de los combustibles, para el cálculo basado en actividades por sector de incendio el poder calorífico se expresa en Mjul/m² o Mcal/m². En ocasiones, el poder calorífico, también se puede encontrar con la denominación de potencia calorífica, calor de combustión (heat of combustion) y entalpía de combustión. Existen diversos documentos que proporcionan el poder calorífico de materias y productos muy diversos. Entre los más conocidos:

- Método Gretener. Evaluación del riesgo potencial de incendio. Edición 1973. Incluye una lista de productos comerciales usuales con su poder calorífico en Mcal/kg y en algunos da la densidad en kg/m³.
- Índice de incendio y explosión DOW. Incluye una lista de sustancias químicas con parámetros de inflamabilidad.
- Handbook of Chemistry and Physics.
- NFPA. Manual de Protección contra Incendios.
- Perry's Chemical Engineers Handbook.
- Hütte. Manual del Ingeniero.
- Weiss G., Hazardous Chemicals Data Book. Manual con fichas de datos de seguridad de productos.

1.8.3.3. Coeficiente de peligrosidad por combustibilidad.

El coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C_i pondera la facilidad de ignición de los productos existentes en el sector de incendio considerado. A una mayor facilidad de ignición se le da un coeficiente C_i de mayor valor. La combustibilidad está clasificada en tres niveles:

- Alta con $C = 1,6$;
- Media con $C = 1,3$;
- Baja con $C = 1$.

A continuación se presenta la tabla de coeficientes de peligrosidad por combustibilidad:

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	MEDIA	BAJA
- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B₁, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.	- Líquidos clasificados como subclase B₂ en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables.	- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 1. Clasificación del grado de peligrosidad C_i de los materiales.

Fuente: Guía técnica de aplicación del reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, real decreto 2267 / 2004

1.8.3.4. ALTERNATIVAS PARA EL CÁLCULO DE LA CARGA DE FUEGO

Para los casos en que la diversidad de productos es muy amplia y es complicado el cálculo aplicando todo lo anterior, el RD 2267/ 2004 en los Establecimientos Industriales, permite como alternativa, una estimación de la carga de fuego, aplicando las siguientes expresiones:

1. Para actividades de producción, venta, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_{si} S_i C_i}{A} R_a \frac{Mjul}{m^2} \text{ o } \frac{Mcal}{m^2}$$

Donde:

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en la fórmula general.

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, **q_{si}** diferente, en m^2 .

q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, el resultado de los cálculos se expresan en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$, su valor se la puede encontrar en la tabla 1.2 del reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales.

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Abonos químicos	200	48	1,5	200	48	1,0
Aceites comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Aceites comestibles, expedición	900	216	1,5	18.900	4.543	2,0
Aceites: mineral, vegetal y animal	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Acero	40	10	1,0			
Acero, agujas de	200	48	1,0			
Acetileno, llenado de botellas	700	168	1,5			

Tabla 2. Densidad de carga de fuego según las actividades.

Fuente: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, real decreto 2267 / 2004.

Los valores de la densidad de carga de fuego media, q_{si} , que constan en el reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, proceden del Método Gretener, Edición 1988, revisión de la Edición 1973.

2. Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \frac{Mjul}{m^2} \text{ o } \frac{Mcal}{m^2}$$

Donde:

Q_s , C_i , R_a y A , tienen la misma significación que en la fórmula general.

q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en MJul/m³ o Mcal/m³.

h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m.

s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio en m².

Los valores de la carga de fuego, por metro cúbico q_{vi} , aportada por cada uno de los combustibles, pueden obtenerse de la tabla 1.2 del Reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales.

Las fórmulas de cálculo anteriores se las emplea para determinar la carga térmica de un sector de incendio por separado.

En el RD se incluyen las fórmulas similares para determinar el nivel de riesgo intrínseco de un edificio formado por un conjunto de sectores de incendio y de un establecimiento industrial formado a su vez por un conjunto de edificios.

1.8.4. ACCESORIOS PARA LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO.

Para el montaje de sistemas de tuberías contra incendio, tradicionalmente se ha empleado los sistemas bridados, roscados y soldados, en la actualidad se emplea los sistemas de unión mecánica o ranurados, estos sistemas consisten en ensamblar sistemas de tuberías, mediante las uniones flexibles, mismas que juntan tuberías una con otra, con un empaque de goma intermedio y un anillo exterior que la une. A continuación se presenta un comparativo entre los diferentes sistemas de ensamblaje de tuberías para sistemas contra incendio.

Ventajas	Ranurado	Soldable	Bridado	Roscado
Una unión en cada junta	SI	NO	SI	NO
Amortiguación y vibración de ruido	SI	NO	NO	NO
Permite la contracción y expansión	SI	NO	NO	NO
Deflexión angular después del ajuste	SI	NO	NO	NO
Flexibilidad cuando se lo necesita.	SI	NO	NO	NO
Menos riesgo de incendio al instalar	SI	NO	SI	SI
Fácil mantenimiento o reparación.	SI	NO	SI	NO
Más económico	SI	NO	NO	NO

Tabla 3. Cuadro comparativo entre sistemas de unión de tuberías contra incendio

Fuente: Tyco Fire and Building Products.

1.8.5. SISTEMAS RANURADOS CONTRA INCENDIO

1.8.5.1. ACCESORIOS

Los accesorios para montaje de sistemas contra incendio ranurado forman un sistema fiable y versátil para la ejecución de instalaciones de tubería ranurada, constituyéndose en la solución perfecta para sistemas de protección contra incendios. Se instalan más rápidamente que con soldadura, y son más fiables que embridados o roscados. Los sistemas de tubería ranurada permiten ahorrar tiempo y dinero en sus instalaciones.

Las uniones de este tipo de sistemas han sido diseñadas para ser utilizadas con tubería ranurada. Las juntas, de diseño especial y de componentes distintos dependiendo del fluido a transportar, proporcionan un sellado perfecto bajo efecto de la presión.

Bajo este tipo de sistema se puede incluir en la red contra incendios todo tipo de válvulas, bombas, etc., de manera que la instalación de un sistema contra incendio queda compuesta en su totalidad por juntas y uniones de tuberías comprendidos por estos sistemas.

A continuación se realiza un análisis y breve descripción de los diferentes elementos que forman parte del sistema contra incendio, con elementos para tuberías ranuradas:

1.8.5.2. UNIÓN FLEXIBLE.

Las uniones flexibles se utilizan en sistemas de protección contra incendios y otras aplicaciones en las que se desea controlar los movimientos de la tubería (angulares, lineales o giratorios). Las uniones flexibles permiten también un excelente nivel de atenuación de vibraciones y ruidos.

Son apropiadas para aplicaciones con presión moderada, en las que pueden aparecer expansión, contracción o flexión causadas por cambios de temperatura, temblores sísmicos u otras causas de vibración, de forma general se emplean para unir dos tramos de tuberías entre sí, sustituyendo la unión por soldadura o bridada.



Figura 1. Unión flexible para sistemas de tuberías y accesorios ranurados.
Fuente: Victaulic.com

1.8.5.3. PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNIÓN FLEXIBLE.

a. Sujeción interna y externa

Las uniones flexibles, sujetan toda la circunferencia de una tubería ranura. Esto produce una sujeción adicional debida a la presión y una carga en las puntas de los tubos que permiten a las tuberías resistir los movimientos que se puedan producir debido a fuerzas internas o externas.

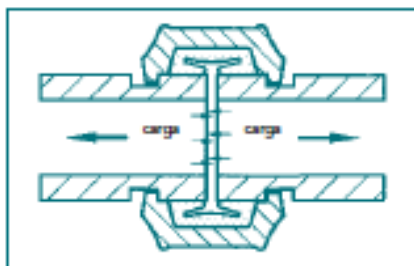


Figura 2. Unión de dos tramos de tubería ranurada con unión flexible.
Fuente: Victaulic.com

b. Fácil Acceso

Las uniones flexibles, se pueden desmontar tanto las uniones como los accesorios, permitiendo un fácil acceso al interior de las tuberías para limpieza, mantenimiento, sustitución de piezas o ampliaciones.

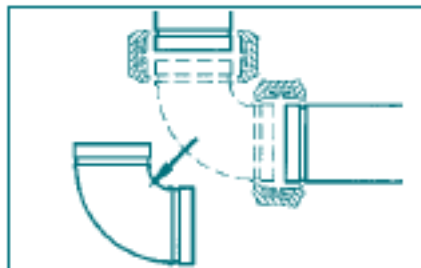


Figura 3. Instalación – sustitución de accesorios
Fuente: Victaulic.com

c. Flexibilidad

Estos accesorios permiten una unión fuerte y además una flexibilidad capaz de controlar una gran cantidad de factores tales como expansión, contracción o flexión producidas por variaciones de temperatura, temblores sísmicos y otras fuentes de vibración. El uso de uniones flexibles permite reducir o eliminar el uso de juntas de expansión o atenuadores de vibración o liras.

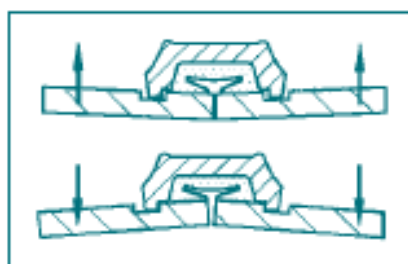


Figura 4. Flexión de tuberías instaladas.
Fuente: Victaulic.com

d. Fácil alineación

El sistema ranurado permite la rotación y el alineamiento de las tuberías, accesorios y válvulas antes de apretarlos. Esta característica permite además reducir la tensión entre los componentes de la tubería.

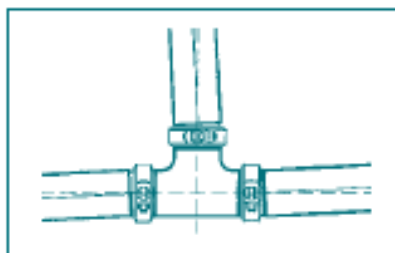


Figura 5. Rotación de tuberías instaladas.
Fuente: Victaulic.com

e. Absorción del ruido y de las vibraciones

La utilización de juntas elastoméricas en las uniones ranuradas reduce la transmisión de vibraciones y ruidos

1.8.5.4. “T” mecánica o unión derivación para ramal.

Este accesorio para sistema ranurado facilita la instalación de ramales, se emplean para el montaje de sistemas de rociadores, instalación de BIE’S (bocas de incendio equipadas) y otras aplicaciones con presiones de trabajo moderadas.



Figura 6. Montaje de una T mecánica.
Fuente: Victaulic.com

1.8.5.5. Strap o toma directa.

Las tomas directas empleadas para la instalación de rociadores automáticos (sprinklers) o manómetros. La presión de trabajo máxima es de 12 bar (175 psi).



Figura 7. Montaje de un strap.
Fuente: Victaulic.com

1.8.6. Tipos de juntas

Es necesario elegir la junta más adecuada para el uso en las instalaciones de sistemas contra incendios.

1.8.6.1. Juntas estándar

Las juntas estándar son las más utilizadas tanto en uniones rígidas como flexibles, son válidas para el transporte de la mayoría de los fluidos.



Figura 8. Junta de tubería estándar.
Fuente: Victaulic.com

1.8.6.2. Juntas GapSeal.

La junta GapSeal™ tiene un labio central que encaja entre los extremos de las dos tuberías. Cuando se aprietan los tornillos de fijación, este labio forma un cierre que impide que los fluidos entren a la zona de la junta. Normalmente se emplea esta junta para sistemas de rociadores de tubería seca, o cualquier otro sistema en el que no se desee retener fluido dentro de la tubería.



Figura 9. Junta de tubería Gap Seal.
Fuente: Victaulic.com

1.8.6.3. Junta de unión reductora

La junta para uniones reductoras está diseñada de manera que una retención impide que la tubería más pequeña se pueda introducir en la grande durante el montaje, eliminando la necesidad de las placas de acero o arandelas, las medidas son por ejemplo: (2" x 1-1/2", 2-1/2" x 2", 3" x 2-1/2").

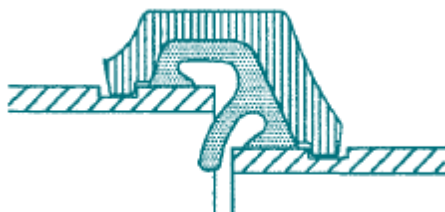


Figura 10. Junta de tubería de unión reductora.
Fuente: Victaulic.com

1.8.6.4. Junta de brida

La junta de brida sella tanto el enlace con la tubería como la unión de brida, sustituye los sistemas de unión de bridas soldadas.



Figura 11. Junta de tubería de bridas para sistemas emperrados.
Fuente: Victaulic.com.

1.8.6.5. Junta de unión con toma de ramal

Esta junta sella los extremos de las tuberías y el cuello de la salida.

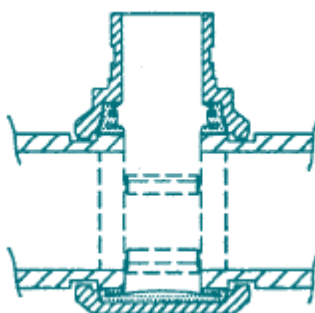


Figura 12. Junta de tubería con derivación en "T" para montaje de ramales.
Fuente: Victaulic.com.

1.8.6.6. Junta de Te mecánica

La junta en forma de C para "T" mecánica, responde a la presión y cierra en la curva externa de la tubería. La junta de la toma directa, es de forma cilíndrica y dispone de un borde curvo, cierra por compresión sobre cualquier tipo de tubería

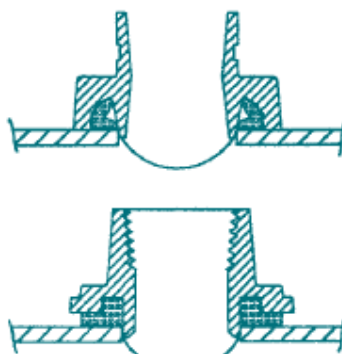


Figura 13. Junta de tubería para montaje de "T" mecánica.
Fuente: Victaulic.com.

1.8.7. Tubería de acero negro

La tubería para instalación de sistemas contra incendio, actualmente empleada posee diferentes características físicas y mecánicas las cuales se detallan:

ASTM A 53 – SCH 40 6 metros largo				
Diámetro exterior		Espesor	Peso	Presión de prueba
Pulg.	mm	mm	Kg/m	Lb/plg2
½	21,30	2,77	1,27	687
¾	26,7	2,87	1,69	687
1	33,4	3,38	2,5	687
1 ¼	42,2	3,56	3,39	980
1 ½	48,3	3,68	4,05	980
2	60,3	3,91	5,45	980
2 ½	73	5,16	8,64	980
3	88,9	5,49	11,29	980
3 ½	101,6	5,74	13,58	1176
4	114,3	6,02	16,09	1176
5	141,3	6,55	21,79	1176
6	168,3	7,11	28,29	1176

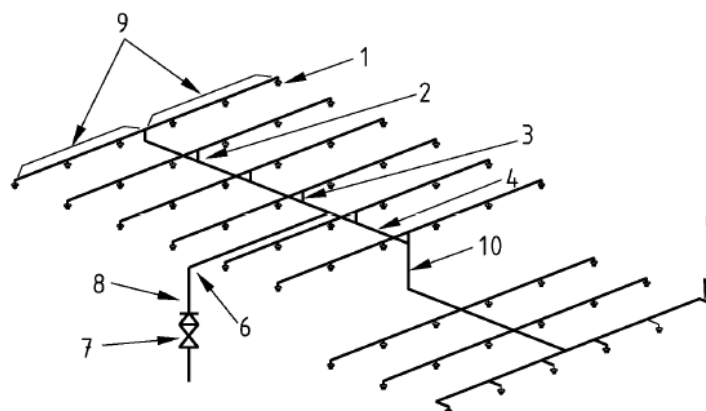
Tabla 4. Características mecánicas tubería contra incendio

Fuente: IPAC.

1.8.8. Rociadores automáticos.

Los sistemas de rociadores automáticos están concebidos para detectar un conato de incendio y apagarlo o controlarlo.

Un sistema de rociadores comprende uno o varios abastecimientos de agua y una o varias instalaciones de rociadores, cada instalación integra un puesto de control y una red de tuberías en las que se instalan los rociadores automáticos en posiciones específicas, una instalación típica se muestra a continuación:



1	Rociador	6	Colector principal
2	Subida	7	Puesto de control
3	Punto de diseño	8	Subida
4	Sub colector	9	Ramales
5	Antena	10	Bajada

Figura 14 Instalación típica de una red de rociadores automáticos.

Fuente: Norma UNE – EN 12845: 2005

Los rociadores funcionan a temperaturas predeterminadas para descargar agua sobre las superficies afectadas por el fuego, la temperatura de funcionamiento se elige en función de la temperatura ambiente, para efectos de funcionamiento únicamente actúan los rociadores que se encuentran cerca del incendio, es decir solo aquellos que se calientan lo suficientemente.

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

Tabla 5. Rangos de temperatura de operación de los rociadores y código de colores.

Fuente: NFPA 13, edición 2013

1.8.9. SECTORES DE INSTALACIÓN

Para el análisis de zonas donde la instalación de rociadores automáticos, se toma como referencia los cuerpos normativos siguientes:

Requerimientos de la autoridad competente a nivel de la ciudad (Cuerpo de Bomberos)

REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN:

(REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre), ANEXO III. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES, punto 11.

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

a. Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

- Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.

En la tabla 7, se muestran criterios para la instalación de sistemas contra incendio, según el área y carga térmica:

	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Producción, montaje, transformación, reparación, etc.	Almacenamiento	Producción, montaje, transformación, reparación, etc.	Almacenamiento	Producción, montaje, transformación, reparación, etc.	Almacenamiento
Sistema automático detección ⁽¹⁾	S ≥ 300 m²	S ≥ 150 m²	RM y S ≥ 2000 m² RA y S ≥ 1000 m²	RM y S ≥ 1000 m² RA y S ≥ 500 m²	RM y S ≥ 3000 m² RA y S ≥ 2000 m²	RM y S ≥ 1500 m² RA y S ≥ 800 m²
Sistema manual de alarma ⁽²⁾	S ≥ 1000 m² o no se requiere SADI	S ≥ 800 m² o no se requiere SADI	S ≥ 1000 m² o no se requiere SADI	S ≥ 800 m² o no se requiere SADI	S ≥ 1000 m² o no se requiere SADI	S ≥ 800 m² o no se requiere SADI
Sistema de hidrantes exteriores ⁽³⁾	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el art. 1 del Reglamento.					
	RM y S ≥ 300 m² RB (excepto si en la tabla 3 de la NTP 832 aparece como RB 1) y S ≥ 1000 m²		RA y S ≥ 1000 m² RM y S ≥ 2500 m² RB y S ≥ 3500 m²		RA y S ≥ 2000 m² RM y S ≥ 3500 m²	
Extintores ⁽⁴⁾	Se instalarán en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial. Dotación y eficacia mínima: para fuegos tipo A estará en función el NRI, y para fuegos tipo B en función del volumen máximo de combustible líquido en el sector, según tablas 3.1 y 3.2 del RD. Distribución: será tal que el recorrido horizontal desde cualquier punto del sector hasta el extintor ≤ 15 m.					
BIE ⁽⁵⁾	S ≥ 300 m²		RA y S ≥ 200 m² RM y S ≥ 500 m²		RA y S ≥ 500 m² RM y S ≥ 1000 m²	
Columna seca	En establecimientos de RM o RA y altura de evacuación ≥ 15 m					
RAA ⁽⁶⁾	RM y S ≥ 500 m²	RM y S ≥ 300 m²	RA y S ≥ 1000 m² RM y S ≥ 2500 m²	RA y S ≥ 800 m² RM y S ≥ 1500 m²	RA y S ≥ 2000 m² RM y S ≥ 3500 m²	RA y S ≥ 1000 m² RM y S ≥ 2000 m²

* RAA = Rociadores automáticos.

Tabla 6. Criterios para la instalación de sistemas contra incendio.

Fuente: NTP 831 Reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales.

1.8.10. TIPOS DE ROCIADORES.

Tipos de rociadores automáticos		
Clasificación	Tipo	Característica
Por su posición	Colgante	Se instala hacia el piso
	Montante	Se instala hacia la cubierta
	De pared	Se instala junto a paredes
Por el tipo de riesgo	Básicos	Para riesgos residenciales
	De almacenamiento	
	Riesgos especiales	Caudal y patrón de descarga específico
Deflector	Universal –	
	Pulverizador	
	Especial	Caudal y patrón de descarga específico
Por el tipo de respuesta	Respuesta rápida	RTI 50 (Índice de tiempo de respuesta)
	Respuesta especial	RTI entre 50 y 80
	Respuesta normal	RTI > 80

Tabla 7. Tipos de rociadores contra incendio

Fuente: Tyco Fire and. Building Products.

1.8.11. Características de descarga.

El caudal de descarga de los rociadores se calcula de acuerdo a la ecuación $Q = K * \sqrt{p}$, obteniéndose la constante K mediante tablas.

1.9. GLOSARIO.

Aprobado: Aceptable para la autoridad competente.

Autoridad competente: La organización de departamento de bomberos, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o una norma o de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento.

Listado: Equipos y materiales incluidos en una lista publicada por una organización que evalúa productos o servicios y establece que los equipos materiales o servicios cumplan con las normas apropiadas.

Norma: Documento cuyo texto contiene disposiciones obligatorias.

Rociador automático: Un dispositivo de supresión o control de incendios que opera automáticamente cuando su elemento termo activado es calentado hasta o por encima de su clasificación térmica permitiendo al agua descargarse sobre un área especificada.

Compartimento: Espacio completamente encerrado por muros y por un cielo raso.

Válvula de control: Válvula que controla el flujo hacia los sistemas de protección contra incendios a base de agua.

Sistema diseñado hidráulicamente: Sistema de rociadores calculado en el cual los diámetros de las tuberías son seleccionados en base a la pérdida de presión para proporcionar una densidad de aplicación de agua prescrita en galones por minuto por pie cuadrado o una presión mínima de descarga o flujo por rociador prescritos y distribuido por un grado razonable de uniformidad sobre el área específica.

Sistema de rociadores: Sistema que consta de una red integrada de tuberías diseñado de acuerdo con normas de ingeniería en protección contra incendio que incluye una fuente de suministro de agua, una válvula de control de agua, una alarma de flujo de agua y un drenaje y que generalmente se activa por el calor proveniente de un incendio.

Presión de trabajo: La máxima presión prevista aplicada a los componentes del sistema de rociadores.

Sistema de rociadores en rejilla: Sistema de rociadores en el cual las tuberías principales transversales y paralelas se conectan por medio de múltiples ramales haciendo que un rociador en funcionamiento reciba agua desde ambos extremos de su ramal.

Sistema de cédulas de tubería: (Pipe Schedule System), sistema de rociadores en el que el tamaño de las tuberías se selecciona de una cédula que está determinada por la clasificación de la ocupación y en el que se permite que una cantidad determinada de rociadores sean abastecidos desde tuberías de tamaños específicos.

Ramales: Son las tuberías que alimentan a los rociadores.

Alarma de flujo de agua: Accesorio del sistema de rociadores que detectan flujo de agua y que está conectado un sistema de alarma de incendio.

Bomba de incendios: Bomba que suministra un flujo de líquido y la presión para la protección contra incendios.

Gabinete de incendios: Instalación destinada al suministro de agua diseñado para contener las boquillas de mangueras necesarias, llaves de mangueras a ser utilizadas conjuntamente en la lucha contra incendios.

Válvula Check: Válvula que permite el flujo solamente en una dirección.

Clasificación de las ocupaciones: Es la clasificación de los niveles de riesgo de acuerdo a su ocupación es decir la actividad que se realiza en el lugar, está en función de la carga térmica generada de acuerdo a los materiales o almacenamientos empleados, está se divide: Riesgo leve, riesgo ordinario grupo 1, riesgo ordinario grupo 2, riesgo extra grupo 1 y riesgo extra grupo 2.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS DE ESTUDIO.

2.1. TIPO DE ESTUDIO

El estudio es de tipo descriptivo.

2.2. ÁREA DE ESTUDIO

El diseño del Sistema de agua contra incendio se realizará en todos los niveles del Centro Comercial, considerando los planos previamente aprobados.

2.3. TIEMPO DE ESTUDIO

El estudio se realizará en un plazo de 5 meses, a partir de la aprobación del proyecto de tesis.

2.4. POBLACIÓN MUESTRA.

El diseño se realizará incluyendo todas las áreas comerciales de los diferentes concesionarios de preparación de alimentos, áreas de parqueo interno, áreas de Salas de Cine, áreas de almacenamiento y distribución de Gas GLP.

2.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN EXCLUSIÓN

2.5.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

El diseño se realizará considerando las áreas internas del centro comercial.

2.5.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

Se excluye las áreas externas del centro comercial.

2.6. VARIABLES.

2.6.1. VARIABLE DEPENDIENTE.

Diseño del sistema contra incendio.

2.6.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Capacidad de la cisterna de agua contra incendio, capacidad de las bombas contra incendio, secciones de tuberías, presiones de trabajo, pérdidas de presión por fricción y accesorios requeridos para el montaje.

2.6.2.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.

Variable	Definición	Indicador	Escala
Capacidad de cisterna	Capacidad mínima de almacenamiento de agua requerida, para que garantice operatividad en cualquier punto durante un tiempo establecido.	Volumen en metros cúbicos del diseño de la cisterna.	M^3
Capacidad de la bomba contra incendios.	Capacidad que deberá suministrar la bomba contra incendios, para entregar presiones y caudales mínimos en cualquier punto.	Galones por Minuto, PSI, HP del motor.	Entre 500 a 1500 Gpm, entre 50 a 150 Psi y entre 50 a 100 HP.
Secciones de tuberías.	Diámetro interior de las tuberías, requerido para cada sección del sistema.	Diámetro de diseño para las diferentes secciones de la red contra incendio	1 a 8 pulgadas.
Presiones de trabajo	Presión mínima requerida en cualquier punto de la red contra incendio.	Presión de diseño	0 a 250 Psi.
Pérdida de presión por fricción	Reducción de presión dentro de la red contra incendio, debido a la fricción en las paredes interiores de la tubería y accesorios.	Pérdidas de presión calculadas.	Psi
Accesorios requeridos	Constituyen los diferentes materiales requeridos para la construcción de la red contra incendios	Número de tuberías, codos, válvulas, uniones, etc.	2 a 6 pulgadas.

Tabla 8. Variables independientes de estudio.

Realizado por: Cristian Flores P.

2.7. PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS.

Los resultados obtenidos posterior a los respectivos análisis, serán analizados en tablas de resumen de datos para la toma de decisiones, incluyendo costos, unidades de materiales requeridos, capacidades, etc.

CAPÍTULO III

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

3.1. RAZÓN SOCIAL Y DOMICILIO

La empresa tiene como razón social INMOBILIARIA PIEDRA HUASI S. A., las oficinas administrativas se encuentran ubicadas en la calle Felipe II S/N y Circunvalación Sur, interior del Centro Comercial Mall del Río, Parroquia Yanuncay, Ciudad de Cuenca, Provincia del Azuay.

3.2. ACTIVIDAD ECONÓMICA

La actividad económica principal de la empresa es la compra, venta, alquiler y explotación de Bienes Inmuebles, construcciones de obras civiles, alquiler de maquinaria y equipo de construcción.

INMOBILIARIA PIEDRA HUASI S. A., forma parte del Grupo Industrial Ortiz.

3.3. MISIÓN

Servir a los visitantes con eficiencia, ética, seguridad y confort mediante un armónico y planificado accionar de nuestros colaboradores y socios concesionarios.

3.4. VISIÓN

Convertir a la empresa en el ícono de los centros comerciales en el austro del país, brindando un completo mix de marcas nacionales e internacionales.

3.5. DATOS DE LA EMPRESA

1	RAZÓN SOCIAL:	Piedra Huasi S.A.
2	RUC N°:	0190122425001
3	REPRESENTANTE LEGAL:	Ing. Juan Carlos Benalcazar
4	EMPRESA:	Batán Shopping
5	DIRECCIÓN DE LA	Circunvalación Sur y Av. Felipe II, interior del
6	CENTRO COMERCIAL	Remigio Crespo y Santa Cruz
7	PROVINCIA:	Azuay
8	CANTÓN:	Cuenca
9	PARROQUIA:	Sucre
10	E - MAIL:	ssiisoo@gerardoortiz.com
11	ACTIVIDAD PRINCIPAL:	Construcción y concesión locales comerciales

Tabla 9. Datos de la empresa.
Realizado por: Cristian Flores P.

3.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA PIEDRA HUASI S.A.

3.6.1. En la figura 1 se muestra la estructura comercial de la empresa.

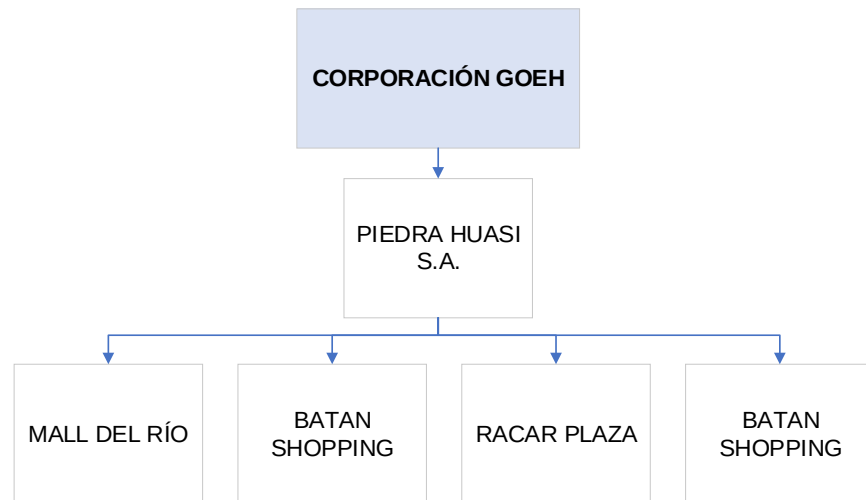


Figura 15. Estructura comercial de la empresa piedra Huasi S.A.
Fuente: Manual de funciones de la empresa
Autor: Ing. Cristian Flores

3.6.2. A continuación se muestra la estructura organizacional de la empresa (figura 2).

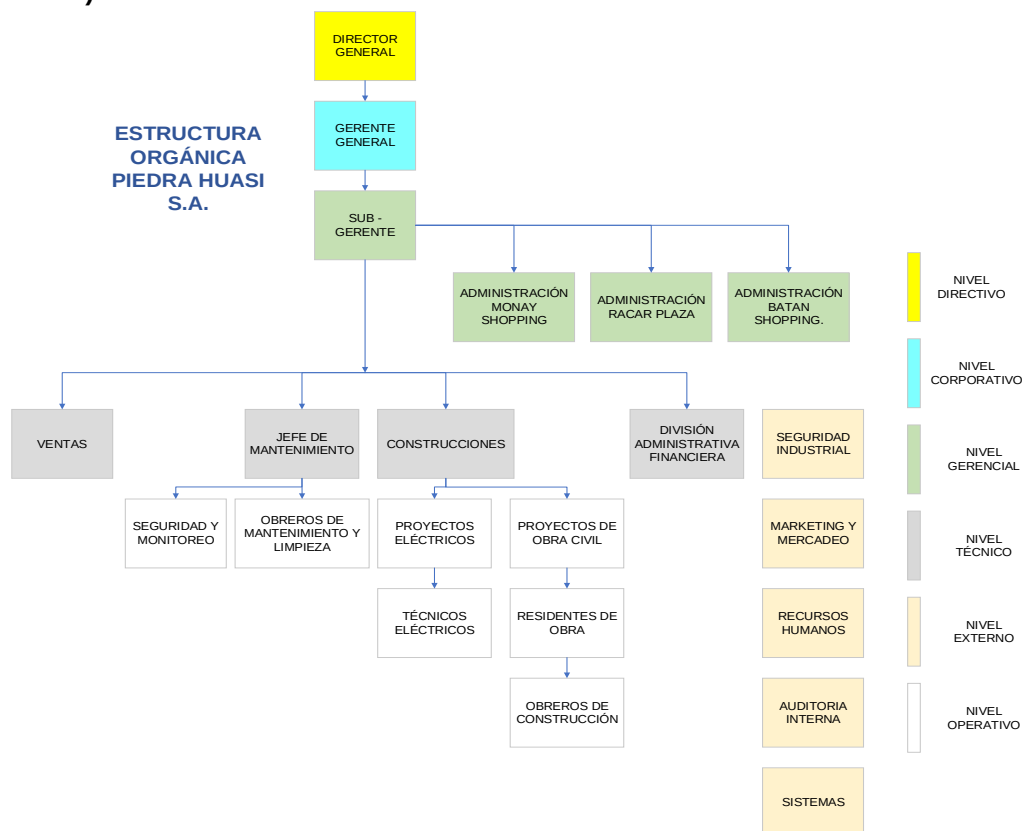


Figura 16. Estructura orgánica de la empresa Piedra Huasi S.A.
Fuente: Manual de funciones de la empresa
Autor: Ing. Cristian Flores

3.7. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL BATÁN SHOPPING.

3.7.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO.

A continuación se describen las características constructivas del edificio.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES	MATERIALES UTILIZADOS
Pilares	Columnas de hierro rellenas de hormigón.
Vigas	Hormigón armado, estructura metálica.
Paredes	Bloque.
Tumbados	Cielo raso (falso techo).
Piso	Vigas metálicas, hormigón, estructura metálica
Cubierta	Losa de hormigón entre pisos y cubierta metálica,
Cerramientos	Construcción mixta de bloque, y estructuras metálicas.

Tabla 10. Características constructivas de la edificación.

Realizado por: Cristian Flores P.

3.7.2. DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL.

A continuación se describe las diferentes áreas del centro comercial:

PISO	ÁREAS (m2)						Total
	Públicas	Coral	Comercial	Bodegas	Otras	Parqueos	
Tercer sub suelo	-----	-----	-----	290.76		5096.65	5387.41
Segundo sub suelo	-----	-----	-----	547.65		5161.64	5709.29
Primer sub suelo	-----	-----	-----	849.36		5312.09	6161.45
Planta baja	2074.85	2052.23	1313.14	211,96		-----	5652.18
Primera planta alta	1910.83	1931.14	1655,94	267,98		-----	5283.10
Segunda planta alta	-----	-----	2514,51		2768,5	-----	5283.10
Azotea	-----	-----	-----	140.37		-----	140.37
					TOTAL		33616.9

Tabla 11. Áreas de los diferentes niveles del centro comercial.

Realizado por: Cristian Flores P.

3.8. DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES NIVELES.

A continuación se muestra los diferentes niveles y concesionarios del centro comercial.

Nivel	USO	CAPACIDAD
Tercer sub suelo	Estacionamiento de vehículos Cisterna consumo diario Bodegas y servicios	181 vehículos 100 m3 290,76 m2
Segundo sub suelo	Estacionamiento de vehículos Cuarto de máquinas	169 vehículos
Primer sub suelo	Estacionamiento de vehículos Bodegas, servicios Cuarto de bombas contra incendio Cisterna agua contra incendio	142 vehículos
Planta baja	Coral Hipermercados Local A1 Chevignon Local A2 NYC Local A3 J – LO Local A4 NAF Local A5 Las Fragancias Local A6 Burbujas Local A7 Guillermo Vásquez Local A8 Melatte Local A9 Western Union Local A10 Directv Local A11 Cellaris Local A12 Disponible (No rentado) Local A13 Óptica Los Andes Local A14 TATY'S Local A15 Marathon Sports Local A16 Payless.	2052,23 m2 110,92 m2 37,03 m2 89,66 m2 84,84 m2 66,67 m2 139,6 m2 99,61 m2 17,95 m2 20,02 m2 21,09 m2 21,24 m2 28,02 m2 51,88 m2 79,67 m2 291,21 m2 153,73 m2
Planta alta	Coral Hipermercados Local B17 Banco del Austro Local B18 Claro Local B19 Pepa y Pipo Local B20 Vasari Local B21 La Victoria Local B22 Divas Local B23 Honda Local B24 Sweet and Sexy Local B25 RM Local B26 Pharmacys Local B27 André Fiore Local B28 Campus Local B29 Banco del Austro Local B30 Banco de Guayaquil	1931,14 108,05 m2 56,93 m2 56,63 m2 56,9 m2 157,53 m2 52,15 m2 50, 15 m2 66,44 m2 498,48 m2 98,95 m2 74,01 m2 74,11 m2 179,19 m2 176,57 m2
Segunda planta alta	Multicines Local C31 Yo Nací Aquí	1951,95 m2 64,73 m2

	Local C32 A Costillas	33,34 m2
	Local C32 B Roll Dot	35,92 m2
	Local C33 Wendy's	72,49 m2
	Local C34 Carmela	25,81 m2
	Local C35 y C36 Grupo KFC	89,95 m2
	Local C37 Menestras del Negro	48,88 m2
	Local C38 Hacienda Suiza	26,61 m2
	Local C39 Chips London	27,89 m2
	Local C40 Ceviches de la Rumiñahui	43,1 m2
	Local C41 La Herradura	29,28 m2
	Local C42 Nice Cream	29,28 m2
	Local C43 Doña Menestra	35,28 m2
Azotea	Azotea	2 bombonas de GLP 4m3

Tabla 12. Descripción de ocupación según nivel de piso.

Realizado por: Cristian Flores P.

3.9. PROYECCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL.

Batán Shopping, contará con dos accesos peatonales, uno en la Av. Remigio Crespo Toral, y otro acceso lateral en la calle Santa Cruz, el acceso vehicular también será por la Calle Santa Cruz. (Imagen 1).



Imagen 1. Proyección frontal de la fachada del centro comercial Batán Shopping.

Fuente: La empresa

Patio de comidas y locales de venta de alimentos.



Imagen 2. Proyección del patio de comidas y locales de venta de alimentos.

Fuente: La empresa

Locales comerciales



Imagen 3. Proyección de locales comerciales.

Fuente: La empresa.

CAPÍTULO IV

4. ANALISIS DE LAS NORMATIVAS LEGALES PARA LA PROTECCION Y DEFENZA CONTRA INCENDIOS.

4.1. EVOLUCIÓN DE LA LEGISLACIÓN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

A continuación se cita la evolución de los diferentes cuerpos normativos en materia de prevención y mitigación contra incendio.

- La Ley de Defensa Contra Incendios, expedida mediante decreto supremo N.1303 de 18 de diciembre de 1974.
- El Decreto Supremo N.275 del 2 de Abril de 1975, publicado en el Registro Oficial N° 64 del 12 del mismo mes y año
- El Decreto Supremo 886, del 10 de noviembre de 1976 publicado en el Registro Oficial 215 del 18 de noviembre de 1976.
- El Decreto Supremo N° 2636 del 26 de junio de 1978 publicado en Registro Oficial N°521 de 4 de junio del mismo año.
- El Decreto Supremo 3109 - A del 19 de Diciembre de 1978 publicado en el Registro Oficial N° 747 de 9 de Enero de 1979.
- Posteriormente se expide la ley de Defensa Contra Incendios codificada, la misma que se publica en el Registro Oficial N°815 de 19 de Abril de 1979. Esta Ley permite organizarles de una forma más técnica, divide en tres grandes zonas bomberiles, crea Consejos de Administración y Disciplina, clasifica a los Cuerpos de Bomberos en voluntarios y rentados, se otorga grados jerárquicos así como también contempla obligaciones que las personas, el comercio y la industria deben cumplir en el campo de la prevención de incendios.
- Señala además las contravenciones, competencias y procedimientos y adicionalmente las fuentes de financiamiento.
- Con la expedición de la Ley de Seguridad Nacional y su Reglamento, se incluyó a los Cuerpos de Bomberos conjuntamente con la Policía Nacional y la Cruz Roja dentro de los Organismos Básicos de la Defensa Civil, situación que conllevó al incremento de funciones y responsabilidades.
- El 08 de diciembre de 2006, Se publica el acuerdo ministerial 0650, del Ministerio de Inclusión económica y bienestar social, en el que se expide el Reglamento de

Prevención de Incendios, para que los cuerpos de bomberos cumplan y hagan cumplir las normas técnicas, establecidas en la Ley de defensa contra incendios.

- En el registro oficial 114, del jueves 02 de abril del 2009, del Ministerio de Inclusión Económica y Social, se publica el acuerdo Ministerial 01257, en el que se expide el Reglamento de Prevención, Mitigación, y protección contra incendios, este acuerdo sustituye al reglamento de prevención de incendios que fuere expedido mediante acuerdo Ministerial N°-0650 del 08 de diciembre de 2006.

4.2. BASE LEGAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.

En el país, se ha expedido diferentes cuerpos legales en materia de organización, protección y defensa contra incendios, estos cuerpos legales enmarcados en la constitución política del Ecuador, Acuerdos Ministeriales, Reglamentos, Ordenanzas y normativas, se enfocan en la prevención de desastres y amenazas que pueden incidir en la seguridad contra la vida y el ambiente, a continuación se cita algunos de ellos.

- **Constitución Política del Ecuador.**
Art. 389: “El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza, frente a los efectos negativos de los desastres, de origen natural o antrópico, mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de los desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.”
- **La Ley de Defensa Contra Incendios codificada en vigencia, publicada en el Registro Oficial 815 del 19 de abril de 1979, última modificación: 09 de marzo de 2009 dispone en su;**
Art. 1: Que el Ministerio de Bienestar Social es el responsable del servicio de defensa contra incendios a través de los Cuerpos de Bomberos.
Art. 2: Corresponde al Ministerio de Bienestar Social:
 - a. Velar por el cumplimiento de esta Ley y sus reglamentos, y por el progreso de los Cuerpos de Bomberos.
 - b. Absolver las consultas de las jefaturas de zonas bomberiles y dirimir las controversias que se suscitaren entre estas entidades.
 - c. Aprobar los presupuestos de los Cuerpos de Bomberos, que remitan los jefes de zona;

- d. Nombrar, a petición de los jefes de zona a los primeros jefes de los Cuerpos de Bomberos, de la terna enviada por el Consejo de Administración y Disciplina de la respectiva zona;
- e. Crear escuelas y organizar cursos de formación y capacitación profesional para el personal de bomberos.
- f. Solicitar en cualquier tiempo, a la Contraloría General del Estado, la fiscalización de los Cuerpos de Bomberos y las demás funciones y atribuciones que determinen la ley y los reglamentos.

Art 23: “Para los fines de esta ley, se considera también contravención además de las establecidas en el código penal, todo acto arbitrario, doloso o culposos, atentatorio a la protección de las personas y bienes en caso de desastres provenientes de incendio.”

Art. 26, Serán reprimidos con multa y prisión.

Numeral 14: “Los propietarios de los edificios de más de cuatro pisos, que no instalaren tanques de reserva de agua de diez mil litros de capacidad, por los menos y servicios estacionarios para defensa contra incendio.”

Art. 53: “Las municipalidades no podrán aprobar los planos de establecimientos industriales, fabriles de concentración de público, y de edificaciones de más de cuatro pisos, sin haber obtenido previamente el visto bueno del primer jefe del Cuerpo de bomberos de la respectiva localidad en cuanto a la prevención y seguridad contra incendios.”

- **Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios AM 1257, 02 de abril de 2009.**

Art. 1: “Las disposiciones del reglamento de prevención, Mitigación y protección contra incendios, serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así como la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, sean públicas, privadas o mixtas, y que su actividad sea de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles, explosivos, manejo de productos químicos peligrosos, y de toda actividad que represente riesgo de siniestro. Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que por razones imprevistas, no consten en el presente reglamento, en cuyo caso se someterá a criterio técnico del profesional del Cuerpo de Bomberos de su jurisdicción, en base a

la Constitución Política del Estado, las normas INEN, Código Nacional de Construcción, Código Eléctrico Ecuatoriano, y demás normas y demás normas y códigos conexos, vigentes en nuestro país.”

Art.- 5: “Cuando la edificación sea de más de cuatro (4) plantas, de construcción o un área correspondiente a un sector de incendios de quinientos metros cuadrados (500 m²), deben disponer de al menos de una boca de impulsión, la misma que estará ubicada al pie de la edificación, según las exigencias que para el caso determine el Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción.”

Art.- 38: “La instalación de rociadores automáticos contra incendio, estará condicionada y diseñada particularmente para cada caso. Deben instalarse en los sectores considerados de riesgo, previo un análisis técnico de carga calorífica y la actividad a desarrollarse en ellos, conformando sectores de incendio debidamente aislados de las demás zonas del edificio, mediante elementos de separación de una resistencia mínima, de un RF - 120”

Art. 40.- La colocación reglamentaria de estos elementos (rociadores automáticos contra incendio), estará determinada por el uso del local y el tipo de riesgo de incendio, previo aprobación del cuerpo de bomberos de cada jurisdicción.

Art. 139.- La clasificación de los riesgos se considerará de la siguiente manera:

Riesgo Leve (bajo).- Menos de 160.000 Kcal / m², lugares donde el total de materiales, combustibles de clase A que incluyen muebles, decoraciones y contenidos en menor cantidad.

Riesgo Ordinario (moderado).- Entre 160.000 y 340.000Kcal / m². Lugares en donde la cantidad total de combustibles, de clase A e inflamables de clase B, están presentes en una proporción mayor que la esperada en lugares con riesgo leve, estas localidades podrían consistir en comedores, tiendas de mercancía y el almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de exhibición de autos, parqueaderos, taller o mantenimiento de áreas de servicio de lugares de riesgo menor.

Riesgo extra (Alto).- Más de 340.000 kcal / m². Lugares en donde la cantidad total de combustibles de clase A, e inflamables de clase B están presentes, en almacenamiento y producción, y/o como productos terminados, en cantidades sobre o por encima de aquellos esperados y clasificados como riesgos ordinarios moderados. Estos podrían consistir en talleres de carpintería, reparación de

vehículos, reparación de aeroplanos y buques, depósitos y procesos de fabricación de pintura, inmersión, revestimiento, incluyendo manipulación de líquidos inflamables.

- **Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Contra Incendios (CI)**, expedida mediante acuerdo ministerial N° 046, del 22 de octubre de 2015, del Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, en esta norma se establece, la obligatoriedad, de cumplir con los estándares NFPA, para la seguridad contra incendios y seguridad humana, en el diseño y construcción, de edificaciones nuevas a nivel nacional. Se establece que para edificaciones ya existentes, la aplicación de la norma NEC-CI, queda a competencia de cada una de las entidades reguladoras en materia de incendios.

4.3. **NORMATIVAS INTERNACIONALES PARA LA PREVENCIÓN Y DEFENSA CONTRA INCENIDOS.**

La siguiente norma es de carácter voluntario, constituyéndose en una base técnica de referencia y consulta, de gran aporte:

- **Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.**

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio núm. 303, de 17 de diciembre de 2004. Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Fundamentado en el contenido de las Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC - CI) se cita las normas NFPA, que son de cumplimiento obligatorio en Ecuador.

- **NFPA 1:**
Código Uniforme de Incendios.

Su alcance incluye temas como inspección de edificios, procesos industriales, equipos y sistemas contra incendio y situaciones relacionadas con la seguridad humana, investigación de incendios, explosiones y otras emergencias, revisión de los proyectos, capacitación, remodelación de edificios existentes, diseño e instalación de sistemas, requisitos de acceso para operaciones bomberiles, peligro de incendios externos, regulación y control de eventos especiales, acabado de interiores y decoraciones, almacenamiento, control de operaciones de emergencia, condiciones que afectan la seguridad de bomberos, medio de egreso, entre otros.

- **NFPA 30:**

Código de líquidos inflamables y combustibles.

En esta normativa, se hace referencia a la definición y clasificación de los líquidos inflamables y combustibles. Un líquido inflamable se define como un líquido cuyo punto de inflamación momentánea no excede de 100°F.

- **NFPA 24:**

Norma de instalación de redes de agua contra incendios y sus accesorios.

La norma NFPA 24 provee los requisitos mínimos para el diseño, la instalación y la realización de pruebas de redes de agua contra incendio y sus accesorios, para ser utilizados en: Sistemas de rociadores automáticos, sistemas de diluvios, sistemas espuma, hidrantes, boquillas, alimentadores, etc. Esta norma aplica también a servicios combinados de agua para protección contra incendio y servicios generales. El objetivo de esta norma es proveer un grado razonable de protección contra incendios tanto para la vida humana como para el patrimonio (edificios, oficinas, plantas industriales y propiedades en general), a través de requerimientos de instalación de redes de agua contra incendio basadas en principios de ingeniería, información de prueba y experiencia en campo. Esta norma permite asegurarse que el suministro de agua es el adecuado y está preparado.

- **NFPA 13:**

NORMA PARA LA INSTALACIÓN DE ROCIADORES CONTRA INCENDIO.

Esta norma proporciona información sobre la clasificación de ocupaciones según el riesgo de incendio, provee además información precisa sobre la clasificación del riesgo, según la actividad desarrollada, riesgos en almacenamientos, requisitos y criterios para el diseño, requisitos para la instalación de rociadores, accesorios, hojas técnicas, cálculos, presentación de planos, entre otros.

- **NFPA 10:**

Norma para Extintores Portátiles contra incendio.

Esta norma provee información sobre requerimientos generales, selección e instalación de extintores portátiles, inspección, mantenimiento y recarga de extintores, pruebas hidrostáticas, entre otras consideraciones.

- **NFPA 14:**

Norma para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras.

Comprende la revisión de componentes del sistema y hardware, requisitos del sistema, requisitos de instalación, diseño, planos y cálculos, suministro de agua, pruebas de suministro y aceptación del sistema.

- **NFPA 20:**

Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendios. Contempla los requisitos de instalación para una mayor cantidad de equipos de bombas contra incendio, contiene información como, Requerimientos generales, bombas centrífugas, bombas de tipo turbina de eje vertical, bombas de desplazamiento positivo, motor eléctrico para bombas, controladores y accesorios para impulsores eléctricos, impulsor de motor diésel, pruebas de aceptación, desempeño y mantenimiento.

CAPÍTULO V

5. CALCULO DE CARGA DE FUEGO

5.1. CALCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE LOS DIFERENTES NIVELES DEL CENTRO COMERCIAL.

Antes de realizar un diseño de los sistemas contra incendio, sea este una red de bocas de incendio equipadas (BIE's) o una red de rociadores automáticos, se deberá tener siempre en cuenta la carga térmica de los materiales, sean estos producidos, almacenados o distribuidos en el predio en cuestión, para ello, después del cálculo de cargas térmicas se clasificará las ocupaciones de los diferentes niveles.

A continuación, se determinarán los sectores de incendios por cada planta, y se calculará el nivel de riesgo correspondiente por sector y planta, posteriormente se clasifica los niveles de riesgo según la tabla siguiente:

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
	Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1 $Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2 $100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3 $200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4 $300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5 $400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6 $800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7 $1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8 $3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 13: Clasificación del nivel de riesgo según la carga térmica.

Fuente: Reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales.

Todos los cálculos de la carga de fuego ponderada se realizan empleando la ecuación para producción, los datos de q_{si} , C_i y R_a , son obtenidos de la tabla 1,1 y 1,2, del reglamento de defensa contra incendios en establecimientos industriales RD 2267 / 2004.

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_{si} S_i C_i}{A} R_a \frac{Mjul}{m^2} \text{ o } \frac{Mcal}{m^2}$$

5.1.1. Tercer sub suelo (S3).

En el tercer subsuelo (S3) tenemos 2 zonas de incendio

1. Área de parqueaderos A= 5096,65 m²
2. Cuarto de bodegas empleado para máquinas A = 290, 76 m²

La superficie total del sector es **A = 5387.41 m²**

Q_{si} tomado de la tabla 1,2 del reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales.

Datos de las actividades

id	Tipo	Actividad industrial (zonas de incendio)	Ra
1	Produc.	Estacionamiento	1.5
2	Produc.	Maquinas	1
			1.5

qvi o qsi MJ/m ²	Ci	hi m	Si m ²	Suma
200	1.6		5096.65	1630928
200	1.6		290.76	93043.2
Total				1723971.2

$$QS = 1723971.2 / 5387.41 \times 1.5 = 480 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 14: Cálculo de carga térmica en el subsuelo 3.

Realizado por: Cristian Flores P.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s < 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

El tercer sub suelo se clasifica como una zona de riesgo intrínseco BAJO Grado 2

5.1.2. Segundo subsuelo (S2).

El segundo subsuelo tiene dos zonas de incendio.

1. Área de parqueaderos A = 5161,64
2. Cuarto de tableros eléctricos A = 547,65

La superficie total del sector es **A = 5709.29 m²**

qsi tomado de la tabla 1,2 del reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales.

Datos de las actividades

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi MJ/m ²	Ci	Si m ²	Suma
1	Produc.	Estacionamientos	1.5	200	1.6	5161.64	1651724.8
2	Produc.	Aparatos eléctricos	1	400	1.6	547.65	350496
			1.5	Total			2002220.8

$$QS = 2002220.8 / 5709.29 \times 1.5 = 526 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 15: Cálculo de carga térmica en el subsuelo 2.

Realizado por: Cristian Flores P.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s < 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

El segundo sub suelo se clasifica como zona de riesgo de intrínseco BAJO Grado 2.

5.1.3. Primer subsuelo (S1).

El primer subsuelo tiene dos zonas de incendio.

1. Área de parqueaderos A = 5312,09
2. Cuarto de tableros eléctricos A = 849,36

La superficie total del sector o establecimiento, **A = 6161.45 m²**

Qsi tomado de la tabla 1,2 del reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales.

Datos de las actividades

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi MJ/m ²	Ci	Si m ²	Suma
1	Produc.	Aparcamientos, edificios de	1.5	200	1.6	5312.09	1699868.8
2	Produc.	Aparatos eléctricos	1	400	1.6	849.36	543590.4
			1.5	Total			2243459.2

$$Q_s = 2243459.2 / 6161.45 \times 1.5 = 546 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 16: Cálculo de carga térmica en el subsuelo 1.

Realizado por: Cristian Flores P.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s < 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

El primer sub suelo se clasifica como una zona de riesgo de intrínseco BAJO Grado 2

5.1.4. Planta baja.

La planta baja tiene 16 zonas de incendio, está comprendido por varias tiendas de ropa, y por la primera planta de Coral Hipermercados sección comisariato.

1. Coral Hipermercados planta baja (comisariato) $A = 2052,23 \text{ m}^2$
2. Locales comerciales $A \text{ total} = 1313,14 \text{ m}^2$.

Para efectos de cálculo no se considera las áreas públicas $A = 2074,85$ y el área de bodega $A = 211,96$, en el primer caso por ser un área de circulación donde los materiales presentes se consideran despreciables y en el segundo porque no se tiene definido aún los materiales a almacenar en dicha bodega.

La superficie total de los sectores de incendio es, $A = 3365,37 \text{ m}^2$

Datos de las actividades

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi	Ci	Si	Suma
1	Produc.	Alimentación, expedición	2	1000	1	2052,23	2052230
2	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	110,92	72098
3	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	37,03	24069,5
4	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	89,66	58279
5	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	84,84	55146
6	Produc.	Perfumería, venta de	1	400	1.3	66,67	34668,4
7	Produc.	Perfumería, venta de	1	400	1.3	139,6	72592
8	Produc.	Joyas, venta	1	300	1.3	99,61	38847,9
9	Produc.	Heladería	1	80	1	17,95	1436
10	Produc.	Cartón	1.5	300	1,3	20,02	7807,8
11	Produc.	Aparatos electrónicos	1	400	1	21,09	8436
12	Produc.	Aparatos electrónicos	1	400	1	21,24	8496
13	Produc.	Instrumentos de óptica	1	200	1	51,88	10376

14	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1,3	79,67	51785,5
15	Produc.	Deportes, venta de artículos	1.5	800	1.3	291,21	302858,4
16	Produc.	Cuero sintético, artículos	1	400	1.3	153,73	79939,6
			2	Total			2879066,1

$$QS = 2879066,1 / 3365,37 \times 2 = 1710,99 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 17: Cálculo de carga térmica en la planta baja.

Realizado por: Cristian Flores P.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

La planta baja se clasifica como una zona de riesgo intrínseco MEDIO Grado 5.

Este cálculo es referencial, sirve para estimar la cantidad de calor generada en el caso hipotético que toda la planta baja este sometida bajo la acción del fuego.

Para dar un mayor detalle de las cargas térmicas individuales por sector de incendio y considerando la definición de sector de incendio:

“Espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio”, se cuantifica la carga térmica para la planta baja, considerando los sectores de incendio por separado, así como lo expuesto en los criterios de división para los diferentes sectores de incendio, para ello se calcula la carga térmica de los sectores de incendio de forma individual, este resultado permitirá realizar el diseño de los ramales de rociadores automáticos de forma más eficiente.

En la tabla 14 se establecen las áreas máximas para los sectores de incendio y su clasificación de grado de riesgo, en el caso de existir zonas que superen dichas áreas, mismas que estén clasificadas en determinado grado de riesgo, estas deben ser subdivididas en sectores adicionales de riesgo según compartimentación interna.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m²)	TIPO B (m²)	TIPO C (m²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 18. Máxima superficie construida admisible para cada sector de incendio.

Fuente: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, real decreto 2267 / 2004.

Por tanto se realiza el cálculo de carga térmica por cada compartimentación que integra la planta baja.

Datos de las actividades

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qsi MJ/m²	Ci	Si m²	Suma	Qs Mj/m²
1	Produc.	Alimentación, expedición	2	1000	1	2052,23	2052230	2000
2	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	110,92	72098	975
3	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	37,03	24069,5	975
4	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	89,66	58279	975
5	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	84,84	55146	975
6	Produc.	Perfumería, venta de	1	400	1.3	66,67	34668,4	520
7	Produc.	Perfumería, venta de	1	400	1.3	139,6	72592	520
8	Produc.	Joyas, venta	1	300	1.3	99,61	38847,9	390
9	Produc.	Heladería	1	80	1	17,95	1436	80
10	Produc.	Cartón	1.5	300	1,3	20,02	7807,8	585
11	Produc.	Aparatos electrónicos	1	400	1	21,09	8436	400
12	Produc.	Aparatos electrónicos	1	400	1	21,24	8496	400
13	Produc.	Instrumentos de óptica	1	200	1	51,88	10376	200
14	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1,3	79,67	51785,5	975
15	Produc.	Deportes, venta de	1.5	800	1.3	291,21	302858,4	1560
16	Produc.	Cuero sintético, artículos	1	400	1.3	153,73	79939,6	520

Tabla 19. Cálculo de carga térmica individual por cada concesionario en la planta baja.

Realizado por: Cristian Flores P.

Según los resultados obtenidos los diferentes sectores de incendio de la planta baja quedan clasificados como:

N°	Sector de incendio	Actividad	Qs	Nivel riesgo
1	Coral Hipermercados	Alimentación, expedición	2000	Medio grado 5
2	Local A1 Chevignon	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
3	Local A2 NYC	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
4	Local A3 J – LO	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
5	Local A4 NAF	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
6	Local A5 Las Fragancias	Perfumería, venta de artículos	520	Bajo grado 2
7	Local A6 Burbujas	Perfumería, venta de artículos	520	Bajo grado 2
8	Local A7 Guillermo Vásquez	Joyas, venta	390	Bajo grado 1
9	Local A8 Melatte	Heladería	80	Bajo grado 1
10	Local A9 Western Union	Cartón	585	Bajo grado 2
11	Local A10 Directv	Aparatos electrónicos	400	Bajo grado 1
12	Local A11 Cellaris	Aparatos electrónicos	400	Bajo grado 1
13	Local A13 Óptica Los Andes	Instrumentos de óptica	200	Bajo grado 1
14	Local A14 TATY'S	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
15	Local A15 Marathon Sports	Deportes, venta de artículos	1560	Medio grado 4
16	Payless	Cuero sintético, artículos	520	Bajo grado 2

Tabla 20. Clasificación de riesgo individual por cada concesionario en la planta baja.

Realizado por: Cristian Flores P.

5.1.5. Primera planta alta

La primera planta alta tiene 15 zonas de incendio, comprendidas por varias tiendas de ropa, bancos, perfumería y la segunda planta de Coral Hipermercados.

1. Coral hipermercados planta alta $A = 1931,14 \text{ m}^2$
2. Locales comerciales $A = 1655,94 \text{ m}^2$.

Para efectos de cálculo no se considera las áreas públicas $A = 1910,83$ y el área de bodega $A = 267,98$, en el primer caso por ser un área de circulación donde los materiales presentes se consideran despreciables y en el segundo porque no se tiene definido aún los materiales a almacenar en dicha bodega.

La superficie total de los sectores de incendio es, **$A = 3587,08 \text{ m}^2$** .

En este caso para estimar la carga térmica QS del primer sector de incendio (Coral Hipermercados planta alta), se procede a realizar una clasificación general de las diferentes secciones, según su actividad, carga térmica y factor de corrección Ra.

DATOS DE LAS ACTIVIDADES.

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi MJ/m ²	Ci	Si m ²	Suma
1	Produc	Materiales sintéticos	2	2000	1.3	154,49	400400
2	Produc	Espumas sintéticas	1.5	3000	1.3	193,12	752700
3	Produc	Textiles, estampado	1.5	700	1.3	154,49	140140
4	Produc	Papelería	1.5	800	1.3	135,17	140400
5	Produc	Pegamentos combustibles	1.5	1000	1.3	231,74	300300
6	Produc	Juguetes	1.5	500	1.3	212,43	137800
7	Produc	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3	154,49	100100
8	Produc	Farmacias (almacenes incluidos)	1.5	800	1.3	154,49	160160
9	Produc	Muebles de madera	1.5	500	1.3	154,49	100100
10	Produc	Neumáticos de automóviles	1.5	700	1.3	193,12	175630
11	Produc	Armarios frigoríficos	2	1000	1.3	193,12	250900
Mayor riesgo de activación, cuya actividad ocupa más del 10% de la suma de superficies			Ra	2	Total		2658630

$$QS = 2658630 / 1931,14 \times 2 = 2754 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 21. Cálculo de carga térmica total de Coral Hipermercados Primera Planta alta.

Realizado por: Cristian Flores P.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Coral Hipermercados planta alta se clasifica como zona de riesgo intrínseco MEDIO Grado 5. La carga térmica del sector de incendio Coral Hipermercados primera planta alta, es de $Q_s = 2754 \text{ MJ/m}^2$; $Ra = 2$, se clasifica como zona de riesgo intrínseco MEDIO Grado 5.

Este cálculo es referencial, sirve para estimar la cantidad de calor generada en el caso hipotético que todo el sector de incendios comprendido por Coral Hipermercados de la primera planta alta este sometida bajo la acción del fuego.

A continuación se procede a calcular las cargas térmicas de los sectores de incendio restantes de la primera planta alta.

Datos de las actividades

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi	Ci	hi	Si	Suma
1	Produc.	Bancos Papelería	1.5	800	1.3		1108,0	28093
2	Produc.	Aparatos electrónicos,	1	500	1		56,93	28465
3	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1		56,63	28315
4	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		56,9	36985
5	Produc.	Aparatos domésticos	1	300	1		157,53	47259
6	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		52,15	33897,5
7	Produc.	Motocicletas	1	300	1.3		50,15	19558,5
8	Produc.	Textiles, lencería	1.5	500	1.3		66,44	43186
9	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		498,48	324012
10	Produc.	Farmacias (almacenes	1.5	800	1.3		98,95	102908
11	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		74,01	48106,5
12	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		74,11	48171,5
13	Produc.	Bancos Papel	1	200	1.3		179,19	46589,4
14	Produc.	Bancos Papel	1	200	1.3		176,57	45908,2
Mayor riesgo de activación, cuya actividad ocupa más del 10% de la suma de superficies			Ra	Total				881454,6
			1.5					

$$QS = 881454,6 / 1655,94 \times 1,5 = 798,44 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 22. Cálculo de carga térmica individual por cada concesionario en la primera planta alta.

Realizado por: Cristian Flores P.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s < 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

La primera planta alta zona comercial se clasifica como zona de riesgo intrínseco BAJO Grado 2.

Este cálculo es referencial, sirve para estimar la cantidad de calor generada en el caso hipotético que planta alta está sometida bajo la acción del fuego.

A continuación se presenta el detalle individual del cálculo de cargas térmicas por local comercial correspondiente a la primera planta alta, de igual manera se procede a clasificar según el nivel de riesgos intrínseco y su respectivo grado.

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi MJ/m ²	Ci	hi m	Si m ²	Suma	Qs Mjul/m ²
1	Produc.	Espumas sintéticas	2	2000	1.3		1931,14	5020964	2754
2	Produc.	Papelería	1	200	1.3		108,05	28093	260
3	Produc.	Aparatos electrónicos,	1	500	1		56,93	28465	500
4	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1		56,63	28315	750
5	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		56,9	36985	975
6	Produc.	Aparatos domésticos	1	300	1		157,53	47259	300
7	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		52,15	33897,5	975
8	Produc.	Motocicletas	1	300	1.3		50,15	19558,5	390
9	Produc.	Textiles, lencería	1.5	500	1.3		66,44	43186	975
10	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		498,48	324012	975
11	Produc.	Farmacias (almacenes	1.5	800	1.3		98,95	102908	1560
12	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		74,01	48106,5	975
13	Produc.	Textiles, prendas de vestir	1.5	500	1.3		74,11	48171,5	975
14	Produc.	Papel	1	200	1.3		179,19	46589,4	260
15	Produc.	Papel	1	200	1.3		176,57	45908,2	260

Tabla 23. Cálculo de carga térmica individual por cada sección de Coral Hipermercados primera planta alta.

Realizado por: Cristian Flores P.

N°	Sector de incendio	Actividad	Qs	Nivel riesgo
1	Coral Hipermercados	Ferretería - Textiles	2754	Medio grado 5
2	Local B17 Banco del Austro	Bancos Papelería	260	Bajo grado 1
3	Local B18 Claro	Aparatos electrónicos,	500	Bajo grado 2
4	Local B19 Pepa y Pipo	Textiles, prendas de vestir	750	Bajo grado 2
5	Local B20 Vasari	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
6	Local B21 La Victoria	Aparatos domésticos	300	Bajo grado 1
7	Local B22 Divas	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
8	Local B23 Honda	Motocicletas	390	Bajo grado 1
9	Local B24 Sweet and Sexy	Textiles, lencería	975	Medio grado 3
10	Local B25 RM	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
11	Local B26 Pharmacys	Farmacias (almacenes	1560	Medio grado 4
12	Local B27 André Fiore	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
13	Local B28 Campus	Textiles, prendas de vestir	975	Medio grado 3
14	Local B29 Banco del Austro	Bancos Papel	260	Bajo grado 1
15	Local B30 Banco de Guayaquil	Bancos Papel	260	Bajo grado 1

Tabla 24. Clasificación de riesgo individual por cada concesionario en la primera planta alta.

Realizado por: Cristian Flores P.

5.1.6. Segunda planta alta

La segunda planta alta tiene 13 zonas de incendio comprendidas por Multicines y concesionarios de comidas.

1. Multicines A = 1951,95 m²
2. Locales comerciales A = 562,56 m²

Para efectos de cálculo no se considera las áreas públicas A = 2768,5, por estar comprendidas por el patio de comidas y la terraza por ser un área libre.

La superficie total de los sectores de incendio es, **A = 2514,51 m²**.

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi MJ/m ²	Ci	Si m ²	Suma
1	Produc.	Cines	1	300	1.3	1951,95	760890
2	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	64,73	83200
3	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	33,34	42900
4	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	35,92	45500
5	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	72,49	93600
6	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	25,81	32500
7	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	89,95	115700
8	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	48,88	62400
9	Produc.	Expedición de bebidas	1	300	1.3	26,61	10140
10	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	27,89	35100
11	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	43,1	55900
12	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	29,28	37700
13	Produc.	Heladería	1	80	1.3	29,28	3016
14	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	35,28	45500
Mayor riesgo de activación, cuya actividad ocupa más del 10% de la suma de superficies			Ra			Total	1424046
			1				

$$QS = 1424046 / 2514,51 \times 1 = 566,33 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 25. Cálculo de carga térmica total en la segunda planta alta.
Realizado por: Cristian Flores P.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s < 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

La segunda planta alta se clasifica como una zona de riesgo intrínseco Bajo grado 2.

Este cálculo es referencial, sirve para estimar la cantidad de calor generada en el caso hipotético que planta alta está sometida bajo la acción del fuego.

A continuación se presenta el detalle individual del cálculo de cargas térmicas por local comercial correspondiente a la segunda planta alta, de igual manera se procede a clasificar según el nivel de riesgos intrínseco y su respectivo grado.

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qsi MJ/m ²	Ci	Si m ²	Suma	Qs Mjul
1	Produc.	Cines	1	300	1.3	1951,95	760890	389,81
2	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	64,73	83200	2570,68
3	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	33,34	42900	2573,49
4	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	35,92	45500	2533,41
5	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	72,49	93600	2582,43
6	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	25,81	32500	2518,40
7	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	89,95	115700	2572,54
8	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	48,88	62400	2553,19
9	Produc.	Expedición de bebidas	1	300	1.3	26,61	10140	381,06
10	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	27,89	35100	2517,03
11	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	43,1	55900	2593,97
12	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	29,28	37700	2575,14
13	Produc.	Heladería	1	80	1.3	29,28	3016	103,01
14	Produc.	Expedición de productos alimenticios	2	1000	1.3	35,28	45500	2579,37

Tabla 26. Cálculo de carga térmica individual por concesionario en la segunda planta alta.

Realizado por: Cristian Flores P.

Según los resultados obtenidos los diferentes sectores de incendio de la segunda planta alta quedan clasificados como:

Nº	Sector de incendio	Actividad	Qs Mjul/m2	Nivel riesgo
1	Multicines	Cines	389,81	Bajo Grado 1
2	Local C31 Yo Nací Aquí	Expedición de productos alimenticios	2570,68	Medio grado 5
3	Local C32 A Costillas	Expedición de productos alimenticios	2573,49	Medio grado 5
4	Local C32 B Roll Dot	Expedición de productos alimenticios	2533,41	Medio grado 5
5	Local C33 Wendy's	Expedición de productos alimenticios	2582,43	Medio grado 5
6	Local C34 Carmela	Expedición de productos alimenticios	2518,40	Medio grado 5
7	Local C35 y C36 Grupo KFC	Expedición de productos alimenticios	2572,54	Medio grado 5
8	Local C37 Menestras del Negro	Expedición de productos alimenticios	2553,19	Medio grado 5
9	Local C38 Hacienda Suiza	Expedición de bebidas	381,06	Bajo Grado 1
10	Local C39 Chips London	Expedición de productos alimenticios	2517,03	Medio grado 5
11	Local C40 Ceviches de la Rumiñ.	Expedición de productos alimenticios	2593,97	Medio grado 5
12	Local C41 La Herradura	Expedición de productos alimenticios	2575,14	Medio grado 5
13	Local C42 Nice Cream	Heladería	103,01	Bajo Grado 1
14	Local C43 Doña Menestra	Expedición de productos alimenticios	2579,37	Medio grado 5

Tabla 27. Clasificación individual de nivel de riesgo por concesionario en la segunda planta alta.

Realizado por: Cristian Flores P.

CAPÍTULO VI

6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS REQUERIDOS Y DISEÑO DE LA RED DE SISTEMA CONTRA INCENDIO.

El diseño del sistema contra incendio para el centro comercial, consta de la instalación de una red de rociadores automáticos contra incendio instalados en los diferentes niveles de la edificación, de manera que cubran las áreas a proteger según su clasificación de riesgo calculado y aplicación de una presión y caudal determinado en cada uno de ellos.

El sistema contra incendio para este caso es también un sistema combinado rociadores – mangueras internas y distribución de extintores portátiles, es por ello importante definir los cálculos hidráulicos de demanda del sistema en cuanto a presión y caudal requeridos para que el sistema funcione correctamente.

Un sistema de rociadores es una instalación automática diseñada para la detección de incendios y su extinción, o en los casos en los cuales esto no es posible, permite por lo menos de tener bajo control las llamas en manera que su extinción pueda ser completada mediante otros sistemas, como por ejemplo las bocas de incendio equipadas (bies), más conocidas como gabinetes contra incendio y los extintores. En particular un rociador automático es una boquilla con un dispositivo de cierre termo sensible que se abre para descargar agua sobre el incendio.

6.1. PARÁMETROS TÉCNICOS.

Los parámetros técnicos y componentes principales de una instalación de sistemas combinados rociadores - mangueras son:

6.1.1. Listado: Todos los elementos que comprenden el hardware de instalación, es decir tuberías, accesorios de conexión, derivación, control de flujo, válvulas de corte, válvulas de retención de flujo (check), soportería de tuberías, rociadores y demás elementos deben estar normados y listados por UL u otro que certifique pruebas de laboratorio.

6.1.2. Presión nominal: Los componentes de los sistemas deben estar clasificados para la máxima presión de trabajo a la cual estarán expuestos, pero no deben estar clasificados a menos de 175 psi (12,1 bar), para los componentes instalados sobre terreno y de 150 psi (10,4 bar) para los componentes instalados soterrados.

6.1.3. Abastecimiento de agua: Es la parte del sistema que permite proporcionar el agua necesaria para el funcionamiento de los rociadores, según caudal, presión y tiempo de funcionamiento establecida y que será determinada en los cálculos posteriores.

- 6.1.4. Control de flujo y alarma:** Es una instalación que incluye, detectores de flujo de agua, válvulas de cierre de compuerta, válvulas anti retorno de flujo (Check) y accesorios para el control de la instalación, este sistema tiene la función de activar una alarma hidráulica que dará aviso al personal interno o de vigilancia en el caso de la activación de uno o varios rociadores contra incendio.



Imagen 4. Estación de control de flujo y alarma para una red de rociadores contra incendio.

Fuente: <http://www.tyco.com/>

- 6.1.5. Red de tuberías:** La tubería para la instalación de redes contra incendio y sobre la cual se basará el respectivo cálculo será de Acero Negro Cédula 40 sin costura de acuerdo a la norma ASTM A 795, para la selección de tuberías existe la denominada "Pipe schedule" o catálogo de tuberías la cual nos muestra el número de rociadores contra incendio que pueden ser instalados en una tubería según su diámetro, como se muestra a continuación:

ACERO	
1"	2 rociadores
1 ¼"	3 rociadores
1 ½"	5 rociadores
2"	10 rociadores
2 ½"	30 rociadores
3"	60 rociadores
3 ½"	100 rociadores
4"	Ver sección 8.2.

Tabla 28. Determinación del número de rociadores por tubería para riesgos Leves.

Fuente: NFPA 13 edición 2013.

ACERO	
1"	2 rociadores
1 ¼"	3 rociadores
1 ½"	5 rociadores
2"	10 rociadores
2 ½"	20 rociadores
3"	40 rociadores
3 ½"	65 rociadores
4"	100 rociadores
5"	160 rociadores
6"	275 rociadores
8"	Ver sección 8.2.

Tabla 29 - Determinación del número de rociadores por tubería para riesgos ordinarios.

Fuente: NFPA 13 edición 2013.

A continuación se presenta los diámetros nominales de tuberías, para los cálculos de pérdidas de presión según sección de tuberías.

Diámetro nominal del tubo		Cédula 10 ¹			Cédula 30			Cédula 40		
		Diámetro externo	Diámetro interno	Esesor de la Pared	Diámetro interno	Esesor de la Pared	Diámetro interno	Esesor de la Pared	Diámetro interno	Esesor de la Pared
Pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	(mm)	Pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)
1/2	0.840	(21.3)	0.674	(17)	0.083	(2.1)	—	—	0.622	(15.8)
3/4	1.050	(26.7)	0.884	(22.4)	0.083	(2.1)	—	—	0.824	(21.0)
1	1.315	(33.4)	1.097	(27.9)	0.109	(2.8)	—	—	1.049	(26.6)
1 1/4	1.660	(42.2)	1.442	(36.6)	0.109	(2.8)	—	—	1.380	(35.1)
1 1/2	1.900	(48.3)	1.682	(42.7)	0.109	(2.8)	—	—	1.610	(40.9)
2	2.375	(60.3)	2.157	(54.8)	0.109	(2.8)	—	—	2.067	(52.5)
2 1/2	2.875	(73.0)	2.635	(66.9)	0.120	(3.0)	—	—	2.469	(62.7)
3	3.500	(88.9)	3.260	(82.8)	0.120	(3.0)	—	—	3.068	(77.9)
3 1/2	4.000	(101.6)	3.760	(95.5)	0.120	(3.0)	—	—	3.548	(90.1)
4	4.500	(114.3)	4.260	(108.2)	0.120	(3.0)	—	—	4.026	(102.3)
5	5.563	(141.3)	5.295	(134.5)	0.134	(3.4)	—	—	5.047	(128.2)
6	6.625	(168.3)	6.357	(161.5)	0.134	(3.4)	—	—	6.065	(154.1)
8	8.625	(219.1)	8.249	(209.5)	0.188	(4.8)	8.071	(205.0)	0.277	(7.0)
10	10.75	(273.1)	10.37	(263.4)	0.188	(4.8)	10.14	(257.6)	0.307	(7.8)

Tabla 30. Dimensiones de tuberías de acero, para cálculos de pérdidas por fricción.

Fuente: NFPA 13 edición 2013.

6.1.6. Rociadores: El factor K, (cantidad de litros de agua que fluyen por el rociador por cada bar de presión de agua y en función del diámetro de orificio) o descarga relativa de los rociadores, es una de las características básicas para cualquier cálculo de rociadores, los diferentes factores K deben estar de acuerdo con la tabla siguiente.

Diámetro Nominal del Orificio		Factor K ¹	Porcentaje de la Descarga Nominal de ½ pulgada	Diámetro Nominal de Orificio Marcado sobre el		
(Pulgadas)	(mm)			Tipo De Rosca (NPT)	Pivote	Armazón
1/4	6,4	1,3-1,5	25	½ pulgada NPT	SI	SI
5/16	8,0	1,8-2,0	33,3	½ pulgada NPT	SI	SI
3/8	9,5	2,6-2,9	50	½ pulgada NPT	SI	SI
7/16	11,0	4,0-4,4	75	½ pulgada NPT	SI	SI
1/2	12,7	5,3-5,8	100	½ pulgada NPT	NO	NO
17/32	13,5	7,4-8,2	140	¾ pulgada NPT o ½ pulgada NPT	SI	SI
5/8	15,9	11,0-11,5	200	¾ pulgada NPT o ½ pulgada NPT	SI	SI
3/4	19,0	13,5-14,5	250	¾ pulgada NPT	SI	SI

Tabla 31. Identificación de las características de descarga de los rociadores.

Fuente: NFPA 13 edición 2006.

Para efectos de cálculo la norma NFPA 13, indica, “para aplicaciones con densidades de 0,20 gpm/pie², o menos deben permitirse rociadores de respuesta normalizadas o estándar con un K = 5.6 (80) o mayor”.

6.2. Criterios de diseño.

6.2.1. Nivel de protección.

Un edificio cuando esté protegido por una instalación de sistema de rociadores automáticos contra incendio, debe estar provisto con rociadores en todas las áreas (NFPA 13 edición 2013, 4.1)

6.2.2. Certificado del propietario

El propietario de un edificio donde se va a instalar el sistema de rociadores automáticos contra incendio o su agente autorizado, debe brindar la siguiente información al diseñador del sistema de rociadores, antes de realizar la distribución y

los detalles, con la finalidad de establecer los requisitos de diseño del sistema de rociadores contra incendios (NFPA 13 edición 2013, 4.3).

CERTIFICADO DE INFORMACIÓN PARA EL PROPIETARIO		
Nombre y dirección de la propiedad a proteger con sistema de rociadores automáticos contra incendios.		
La construcción existente o proyectada es:	Si	No
Resistente al fuego o incombustible	x	
Entramado de madera y Ordinaria (mampostería con vigas de madera)		x
Desconocida.		
El sistema a instalar está destinado a una de las siguientes ocupaciones especiales:		
Hangar para aviones		X
Sistema de tránsito en carriles fijos		X
Establos en hipódromos		X
Terminal marítima, embarcadero o muelle.		X
Terminal aeroportuaria		X
Instalaciones para pruebas de motores aeronáuticos.		X
Torre de enfriamiento.		X
Si la respuesta de alguno de los puntos anteriores es "sí", se debe hacer referencia a las normas de NFPA adecuados para determinar los criterios de Área / densidad de rociadores.		
Indique si se pretende contar con alguno de los siguientes materiales especiales.	Si	No
Líquidos Combustibles o inflamables	X	
Productos en aerosol	X	
Películas con base de nitrato		X
Plástico de piroxilina		x
Cilindros de gas licuado o comprimido	X	
Oxidantes líquidos o sólidos		X
Formulaciones de peróxido orgánico.		X
Pallets Vacíos.		x
CERTIFICADO DE INFORMACIÓN PARA EL PROPIETARIO (continuación)		
Si la respuesta a la pregunta anterior es "Sí", describa tipo, ubicación, distribución y cantidad, máxima proyectada.		
Líquidos Inflamables: Diésel para suministro de combustible de bomba contra incendios, capacidad del depósito 10 galones. Diésel para generador eléctrico, capacidad del depósito 90 galones, instalado en terraza.		
Gas GLP		
Indique si se proyecta para alguna de las siguientes ocupaciones.	Si	No
Área de pulverización o cuarto de mezclado		X
Extracción de solventes		X
Laboratorio que utiliza productos químicos		X
Sistema de oxígeno / gas combustible para soldadura o corte		X

Carga de cilindros de acetileno		X
Producción o uso de gases comprimidos o licuados		X
Operaciones de cocinas comerciales	X	
Salas limpias.		X
Incinerador o sistema de basura		X
Sistema de manejo de ropa blanca		X
Horno industrial		X
Torre de enfriamiento por agua.		X
Si la respuesta a la pregunta anterior es "Si", describa tipo, ubicación, distribución y cantidad, máxima proyectada.		
Las cocinas con suministro de gas GLP instaladas en la segunda planta alta para preparar		
¿Habrá algún almacenamiento de productos por encima de los 12 pies (3.6 m) de altura?		
☐ sí ☒ No		
¿Habrá algún almacenamiento de plástico, goma o productos similares por encima de 5 pies (1.5 m) de altura, con excepción de los arriba descritos?		
☐ sí ☒ No		
Certifico que tengo conocimiento al uso al que se le destina la propiedad y que la información arriba dada es correcta		
Firma del agente o representante del propietario		
Fecha		
Nombre del agente o representante del propietario que completa el certificado (en letra imprenta)		

Tabla 32. Certificado de información para el propietario.

Fuente: NFPA 13 edición 2013.

6.3. Cálculos hidráulicos

6.3.1. Procedimiento de cálculo

- a. Determinar la clasificación de riesgo por ocupación o almacenamiento, según sea el caso. (el resumen de cálculos obtenidos en el capítulo anterior se muestra a continuación)

Nivel	Clasificación de	Riesgo por	Áreas m2
Tercer sub suelo	Bajo grado 2	Leve	5387.41
Segundo sub suelo	Bajo grado 2	Leve	5709.29
Primer sub suelo	Bajo grado 2	Leve	6161.45
Planta baja	Medio Grado 5	Ordinario grupo 2	5652.18
Primera planta alta	Medio Grado 5	Ordinario grupo 2	5283.10
Segunda planta alta	Medio Grado 5	Ordinario grupo 2	5283.10

Tabla 33. Resumen de riesgo por ocupación de los diferentes niveles.

Realizado por: Cristian Flores P.

- b.** Determinar el caudal requerido para sistemas de rociadores, incluir caudal requerido en mangueras interiores o exteriores, incluir el tiempo de autonomía y se tendrá el volumen de agua de la cisterna.

A partir de este punto se deberá determinar la presión de trabajo del sistema contra incendio y por consiguiente, la presión que la bomba deberá ser capaz de suministrar al sistema de rociadores para poder garantizar un caudal y presión mínimos en el último rociador del área hidráulicamente más crítica.

- c.** Establecer el área de cobertura de los rociadores contra incendio.
- d.** Calcular el caudal requerido en el último rociador del área de diseño, (hoja de cálculo)
- e.** Establecer el área de mayor demanda hidráulica o área crítica de diseño en función de la cual se realizaran los cálculos, usualmente es el área más alejada de la red de rociadores y/o la que mayor demanda tendría en caso de un incendio.
- f.** Determinar el número de rociadores que se incluirán en el área de diseño, para efectos de cálculo.
- g.** Determinar el número de ramales y número de rociadores por ramal.
- h.** Realizar un diseño preliminar de la distribución de rociadores, considerando separación entre rociadores, separación entre ramales, separación ramales y rociador con respecto de las paredes.
- i.** Calcular la presión requerida para para obtener el caudal requerido en ningún caso será inferior a 7 psi.
- j.** Calcular las pérdidas de presión por fricción en el tramo de tubería desde el rociador anterior, pérdidas en accesorios y pérdidas por elevación para determinar la presión en el rociador anterior y por tanto su caudal.
- k.** Realizar la operación anterior hasta terminar con todos los rociadores en el ramal.
- l.** Calcular el K de la tubería de alimentación de ramales.
- m.** Calcular las pérdidas de presión en todo el tramo de alimentación hasta la bomba contra incendios, incluyendo accesorios, válvulas, etc.

6.3.2. Cálculos hidráulicos del tercer, segundo y primer subsuelo.

Para calcular el caudal teórico de los tres niveles de parqueaderos, considerando que los tres niveles están clasificados como de riesgo bajo y su correspondencia con la clasificación de riesgos por ocupación especificada en la NFPA 13 edición 2013, se emplea la gráfica de curvas de densidad / área, como sigue:

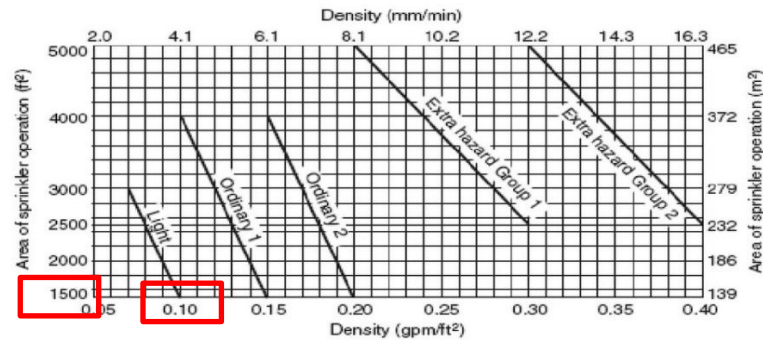


Figura 17. Curvas área / densidad de diseño, según la clasificación de riesgo.
Fuente: NFPA 13 edición 2013.

Por tanto para los tres niveles de parqueadero (riesgo leve):

$$A_d = 1500 \text{ pie}^2$$

$$d_d = 0,10 \frac{\text{Gpm}}{\text{Pie}^2}$$

$$Q_t = 1500 \text{ pie}^2 \times 0,10 \frac{\text{Gpm}}{\text{Pie}^2}$$

$$Q_t = 150 \text{ Gpm}$$

Por tanto el caudal teórico requerido para el sistema de rociadores automáticos en cada uno de los subsuelos será de 150 GPM.

Debido a que el diseño del sistema contra incendio para todo el centro comercial consta sistema de rociadores automáticos contra incendio combinado con gabinetes contra incendio, conectados a la misma red de abastecimiento de agua, se debe realizar el cálculo de caudal teórico para sistemas combinados, como sigue:

$$Q_t = Q_{sr} + Q_{mangueras}$$

Q_{sr} = Caudal de sistema de rociadores

$Q_{mangueras}$ = Caudal de gabinetes contra incendio

La tabla siguiente nos brinda información sobre el caudal de diseño para mangueras contra incendio (riesgo leve), así como el tiempo de autonomía que debe tener en cuanto el suministro de agua exclusivo para el sistema contra incendio.

Ocupación	Mangueras interiores		Total combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
	gpm	L/m	gpm	L/m	
Riesgo leve	0, 50, ó 100	0, 190, ó 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0, 50, ó 100	0, 190, ó 380	250	950	60-90
Riesgo extra	0, 50, ó 100	0, 190, ó 380	500	1900	90-120

Tabla 34 - Tiempo de autonomía en el suministro de agua, según la clasificación de riesgos de ocupación.

Fuente: NFPA 13 edición 2006.

Por tanto:

$$Q_t = 150 \text{ Gpm} + 100 \text{ Gpm}.$$

$$Q_t = 250 \text{ Gpm}.$$

El caudal total requerido para cada una de las áreas de parqueaderos en los diferentes subsuelos es por tanto de 250 Gpm.

Para calcular el volumen de agua requerido cada subsuelo, se obtiene como sigue:

$$V_T = Q_t * T_a$$

$$Q_t = \text{Caudal total combinado } Q_{sr} + Q_{mangueras}.$$

T_a = tiempo de autonomía de suministro de agua

Por tanto:

Tomando un tiempo de autonomía para riesgos leves = 30 minutos, tenemos:

$$V_T = 250 \text{ Gpm} * 30 \text{ min}$$

$$V_T = 7500 \text{ galones}.$$

$$V_T = 28,39 \text{ m}^3$$

A continuación se presenta una tabla resumen de los cálculos obtenidos:

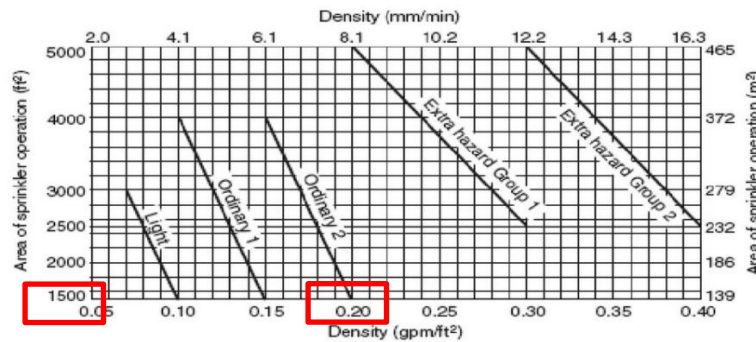
Nivel	Caudal requerido	Volumen de agua
Tercer sub suelo	250	7500
Segundo sub suelo	250	7500
Primer sub suelo	250	7500

Tabla 35. Resumen de los cálculos obtenidos en los niveles de subsuelos

Realizado por: Cristian Flores P.

6.3.3. Cálculos hidráulicos de la planta baja, primera planta alta y segunda planta alta.

Para calcular el caudal teórico de los tres niveles de comerciales, considerando que los tres niveles están clasificados como de riesgo medio grado 5 y su correspondencia con la clasificación de riesgos por ocupación especificada en la NFPA 13 edición 2013, ordinario II, se emplea la gráfica de curvas de densidad / área, como sigue:



Por tanto para los tres niveles comerciales (riesgo ordinario clase II):

$$A_d = 1500 \text{ pie}^2$$

$$d_d = 0,20 \frac{\text{Gpm}}{\text{Pie}^2}$$

$$Q_t = 1500 \text{ pie}^2 \times 0,20 \frac{\text{Gpm}}{\text{Pie}^2}$$

$$Q_t = 300 \text{ Gpm.}$$

Por tanto el caudal teórico requerido para el sistema de rociadores automáticos en cada uno de los niveles comerciales planta baja, primera planta alta y segunda planta alta, será de 300 GPM.

Al igual que el caso de parqueaderos en los tres subsuelos, el diseño del sistema contra incendio consta de un sistema de rociadores automáticos contra incendio combinado con gabinetes contra incendio, conectados a la misma red de abastecimiento de agua, se debe realizar el cálculo de caudal teórico para sistemas combinados, como sigue:

$$Q_t = Q_{sr} + Q_{mangueras}$$

$$Q_{sr} = \text{Caudal de sistema de rociadores}$$

$$Q_{mangueras} = \text{Caudal de gabinetes contra incendio}$$

Tomando los valores de caudal para mangueras de la tabla 16 obtenemos un caudal requerido para mangueras internas y externas de 250 GPM., y un tiempo de autonomía de 60 minutos.

Por tanto:

$$Q_t = 300 \text{ gpm} + 250 \text{ gpm}$$

$$Q_t = 550 \text{ gpm.}$$

El caudal total requerido para cada una de las áreas comerciales en la planta baja, primera planta alta y segunda planta alta, es por tanto de 550 Gpm.

Para calcular el volumen de agua requerido, se obtiene como sigue:

$$V_T = Q_t * T_a$$

$$Q_t = \text{Caudal total combinado } Q_{sr} + Q_{\text{mangueras.}}$$

T_a = tiempo de autonomía de suministro de agua

Por tanto:

Tomando un tiempo de autonomía para riesgos ordinarios = 60 minutos, tenemos:

$$V_T = 550 \text{ Gpm} * 60 \text{ min}$$

$$V_T = 33.000 \text{ galones.}$$

$$V_T = 125 \text{ m}^3$$

A continuación se presenta una tabla resumen de los cálculos obtenidos:

Nivel	Caudal requerido	Volumen de agua
Planta baja	550	33.000
Primera planta alta	550	33.000
Segunda planta alta	550	33.000

Tabla 36. Resumen de los cálculos obtenidos en los niveles de áreas comerciales.

Realizado por: Cristian Flores P.

La norma NFPA 13, establece como requisito para el diseño de sistemas combinados rociadores y mangueras contra incendio, en primera instancia la clasificación del riesgo por ocupación, este requisito permite establecer los criterios de densidad de descarga, y área de diseño para sistemas de rociadores contra incendio, mismo que constituye el caudal mínimo que debe tener cada rociador contra incendio, Establece además el caudal mínimo que debe

tener las mangueras contra incendio interiores y exteriores, entendiendo por mangueras interiores, las bocas de incendio que se encuentran conectadas directamente a la red de tuberías de rociadores, las mangueras exteriores por tanto son aquellas que tienen una conexión derivada del colector principal e independiente de cualquier red de rociadores.

Para los casos de activación de rociadores por un incendio que pueda generarse, la NFPA, establece los caudales para mangueras combinadas interior – exterior como un factor de seguridad adicional para el cálculo del volumen de cisterna y capacidad de la bomba contra incendio, considerando que en caso de emergencia y estadísticamente el 95% de los incendios son extinguidos por un solo rociador, esto quiere decir que el sistema de rociadores es suficientemente capaz de controlar o extinguir un conato de incendio, quedando las bocas de incendio equipadas para actividades de operación de personal capacitado o bomberos, que deba dar respuesta temprana o remoción de escombros.

El volumen de agua calculado para los niveles planta baja, primera planta alta y segunda planta alta, es por consiguiente el volumen de la cisterna contra incendios, este volumen reemplaza al volumen calculado para los tres subsuelos de parqueadero, el volumen de agua obtenido de los diferentes niveles no se suman, dado que al diseñar se considera la posibilidad de ocurrencia de un solo escenario de emergencia a la vez y se considera el volumen y caudal mayor obtenido en cálculos, para todos los niveles. Por tanto los resultados de caudal de bomba y volumen de cisterna se definen como:

PARÁMETROS DE INSTALACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIO	
Capacidad de la bomba contra incendios, eléctrica y Diésel.	550 GPM
Volumen del tanque de abastecimiento de agua	125 m ³

Tabla 37. Resumen de los cálculos obtenidos de caudal y volumen de cisterna.

Realizado por: Cristian Flores P.

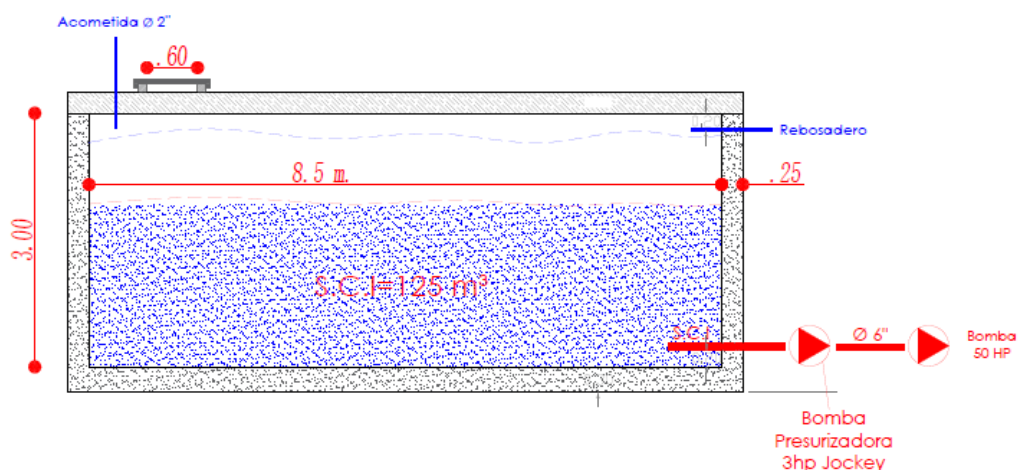


Figura 18. Diseño de cisterna contra incendio.

Realizado por: Cristian Flores P.

6.3.4. Área de cobertura de rociador.

El Área de Cobertura por rociador, medida en pie², es el área sobre la cual se asume que el rociador va a descargar el agua, para propósitos del cálculo.

La norma NFPA 13, establece un Área de Cobertura máxima para rociadores estándar colgantes y montantes, que depende de la clase de riesgo.

Clase de Riesgo	Área de Cobertura Máxima
Ligero	225 pie ² (20,9 m ²)
Ordinario	130 pie ² (12,1 m ²)
Extra	130 pie ² (12,1 m ²)*
	100 pie ² (9,3 m ²)**

Tabla 38 - Áreas de cobertura máxima de rociadores según su clasificación de riesgo por ocupación.

Fuente: NFPA 13 edición 2006.

El área de cobertura se calcula conociendo la distancia entre rociadores y la distancia entre ramales. Se aplica la siguiente fórmula:

$$Ar = S \times L$$

Ar: Área protegida por cada rociador

S: Distancia entre rociadores

L: Distancia entre ramales.

X: Distancia de rociador a pared.

Y: Distancia de ramal a pared.

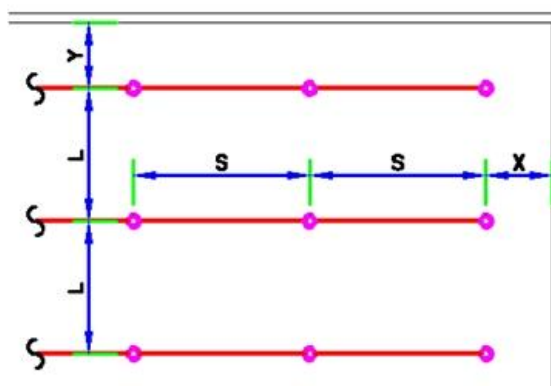


Figura 19. Distancias entre rociadores y ramales.

Fuente: <http://www.contraincendio.com.ve>

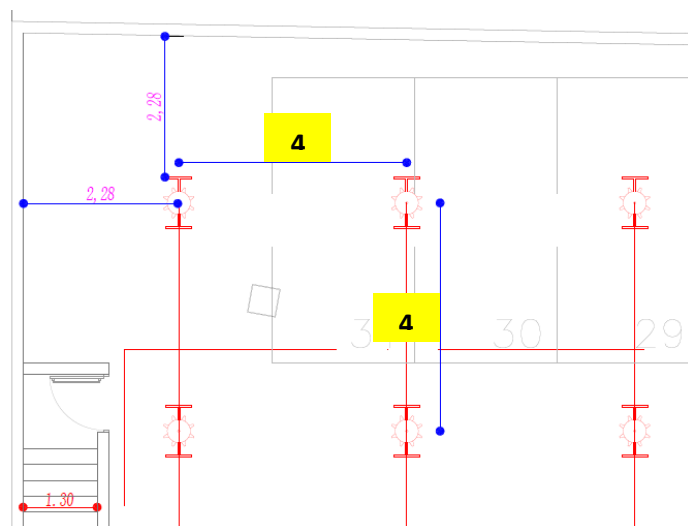


Figura 20. Distribución y distancias entre rociadores y ramales en los subsuelos.
Realizado por: Cristian Flores P.

Las consideraciones para determinar S y L basados en NFPA 13 son:

1. En el sentido de los ramales (S): Se selecciona el mayor valor entre la distancia al próximo rociador y dos veces la separación a la pared, en caso que se trate del último rociador del ramal.
2. Entre ramales (L): Se selecciona el mayor valor entre la distancia perpendicular a los rociadores conectados a los ramales adyacentes y dos veces la separación a la pared, en caso que se trate del último ramal.
3. Si $2X$ es mayor que S, se debe utilizar ese valor. Igualmente si $2Y$ es mayor que L, se debe utilizar ese valor.
4. La separación máxima entre rociadores para riesgos Leve y Ordinarios, es de 15 pies (4,57 m).
5. La separación mínima entre rociadores es de 6 pies (1,83 m).
6. La separación máxima entre rociadores y pared es de 7,5 pies (2,28 m).
7. La separación mínima entre rociadores y pared es de 4 pulgadas (10 cm).

6.3.4.1. Distribución de rociadores en los niveles inferiores.

Dado que $2x \geq S$ y $2Y \geq L$, y en base a lo expuesto se determina que la separación entre rociadores y ramales de los subsuelos S1, S2, y S3 con riesgo de ocupación Leve será de 4 metros, tanto en S como en L, quedando la configuración de rociadores como sigue.

Por tanto para los subsuelos S1, S2 y S3:

$$Ar = 4m * 4m$$

$$Ar = 16 m^2$$

$$Ar = 172,22 pie^2.$$

Por consiguiente la distribución de los rociadores en toda la zona de parqueaderos se define para su instalación como sigue:



Figura 21. Distribución de la red de rociadores y ramales en los subsuelos.
Elaborado por: Cristian Flores P.

6.3.4.2. Distribución de rociadores en los niveles superiores.

Dado que según la tabla N° 17 el área máxima de cobertura de un rociador para los riesgos de ocupación Ordinarios, es de 130 pie² o 12,1 m², y considerando la distancia máxima entre rociadores de 15 pies (4,57 m). Se determina un área de cobertura de rociadores con una separación entre rociadores de 4 metros y separación entre ramales de 3 metros.

Al igual que en el caso anterior $2x \geq S$ y $2Y \geq L$, quedando la configuración de rociadores como sigue.

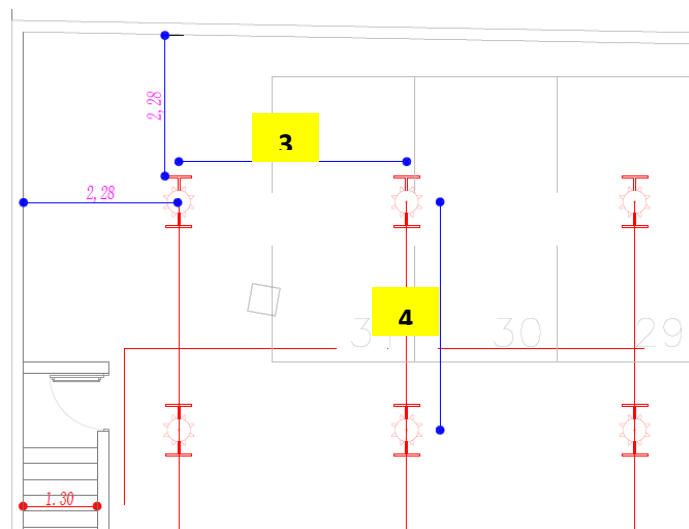


Figura 22. Distribución y distancias entre rociadores y ramales en los niveles comerciales.
Elaborado por: Cristian Flores P.

Por tanto para los niveles planta baja, primera planta alta y segunda planta alta:

$$Ar = S \times L$$

$$Ar = 4m \times 3m$$

$$Ar = 12 \text{ m}^2.$$

$$Ar = 129,1 \text{ pies}^2.$$

6.3.5. Caudal de diseño teórico.

Para determinar el gasto de caudal y presión que se demandará de una bomba contra incendios capaz de suministrar una presión y caudal mínimo en la zona de mayor demanda o zona crítica de una red de rociadores contra incendio se realizará diferentes cálculos hidráulicos; que además permiten ajustar los tamaños de tuberías, sobre una base de pérdida de presión, para proporcionar una densidad de descarga a nivel de piso o una presión o caudal mínimo prescrito por rociador.

Los resultados de caudal y presión obtenidos mediante los cálculos hidráulicos es la demanda máxima esperable para el sistema, y son los valores utilizados para seleccionar la bomba contra incendio.

Para iniciar con los cálculos se debe determinar el área de diseño que es la zona hidráulicamente más demandante del sistema de rociadores, donde se asume que se activará una cierta cantidad de rociadores al ocurrir un incendio. Se presume que si el sistema puede satisfacer la demanda generada por ella, entonces se satisface la demanda de cualquier otra zona del centro comercial protegido por rociadores.

En base a lo expuesto se establece entonces que el área de diseño se encuentra en la primera planta alta, dentro de la configuración de rociadores de Coral Hipermercados, en la zona más alejada, dado que es una zona donde se supone hay más riesgo de incendio por los materiales allí presentes.

Luego de conocer los datos correspondientes, se debe determinar el caudal de diseño teórico y el área de diseño teórico para los sistemas de rociadores automáticos contra incendio. Estos cálculos se los realiza mediante las siguientes ecuaciones:

$$Qt = Ar \times d_d$$

$$Qt = \text{Caudal de diseño teórico en GPM}$$

$$Ar = \text{Área de cobertura de rociador.}$$

$$d_d = \text{Densidad de descarga (cantidad de agua en un área).}$$

Por tanto:

$$Q_t = 129,1 \text{ pies}^2 \times 0,20 \text{ gpm/pie}^2$$

$$Q_t = 25,82 \text{ gpm.}$$

6.3.6. Número de rociadores en el área de diseño

Se debe determinar el número de rociadores en el área de diseño, empleando la siguiente ecuación:

$$N_{ra} = A_d / A_r$$

Donde:

N_{ra} = Cantidad de rociadores en área de diseño

A_d = Área de diseño

A_r = Área de cobertura de rociadores

$$N_{ra} = 1500 \text{ pie}^2 / 129,1 \text{ pie}^2$$

$$N_{ra} = 11,62$$

$$N_{ra} = 12 \text{ rociadores}$$

6.3.7. Longitud del área de diseño

De acuerdo a la figura 17, el área de diseño seleccionado para riesgos ordinarios es de 1500 pie². La norma NFPA 13 requiere que el Área de Diseño tenga la forma de un rectángulo, con su lado más largo de al menos 1,2 veces la raíz cuadrada del Área de Diseño.

Por tanto:

$$W = 1,2\sqrt{A_d}$$

W = longitud del área de diseño

A_d = Área de diseño

$$W = 1,2\sqrt{1500 \text{ pie}^2}$$

$$W = 46,47 \text{ pie.}$$

6.3.8. Número de rociadores por ramal.

Es necesario establecer el perfil del área de diseño, esto se lo realiza calculando el número de rociadores en el ramal, como sigue:

$$N_{rr} = W / S$$

Donde:

N_{rr} = Número de rociadores en cada ramal.

W = longitud del área de diseño.

S = distancia entre rociadores.

Dado que en 5.2.7., se calculó $W = 46,47$ pie, entonces:

$$Nrr = 46,47 \text{ pie} / 13,12 \text{ pie}$$

$$Nrr = 3,54$$

Este valor debe ser redondeado a su inmediato superior y por tanto para cálculos de diseño se establece 4 rociadores por ramal y tres ramales.

6.3.9. La zona hidráulica más crítica.

La característica básica para determinar el área de diseño es que debe ser la zona “hidráulicamente más demandante”, que no necesariamente es la más remota; puede existir una situación más riesgosa en una zona más cercana al suministro de agua, en este caso como se indicó anteriormente es la primera planta alta en la zona de Coral Hipermercados.

6.3.10. Diagrama de nodos hidráulicos

Una vez tenemos todos los cálculos anteriores podemos realizar el diagrama de nodos hidráulicos, en el que se basará los cálculos.

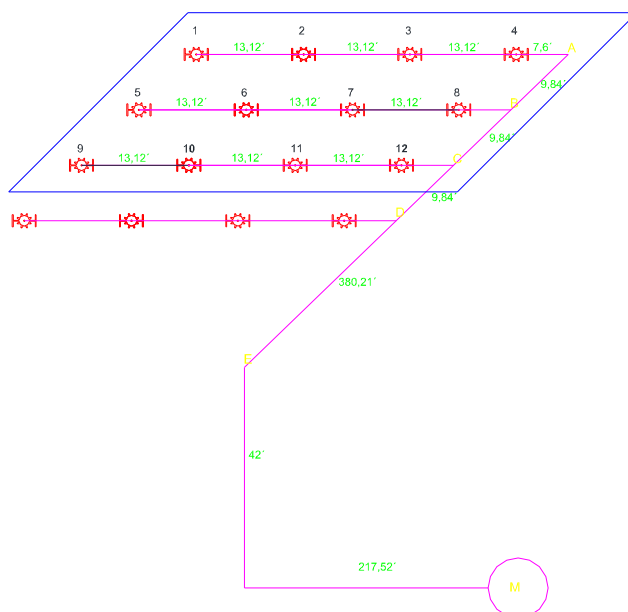


Figura 23. Diagrama isométrico Nodal del área de diseño de rociadores. .
Elaborado por: Cristian Flores P.

6.3.11. Cálculos de presión y caudal en el sistema de rociadores.

6.3.11.1. Pérdida por fricción.

Las pérdidas por fricción en las tuberías se determinarán por medio de la fórmula de Hazen – Williams.

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

Donde:

P = pérdida de presión por fricción en psi/pie.

Q = Caudal o flujo en gpm.

C = coeficiente de fricción.

d = diámetro interior real de las tuberías en pulgadas.

Para efectos de cálculo de pérdidas de presión la Norma NFPA 13, establece un coeficiente adimensional de rugosidad o fricción para tuberías de acero negro cédula 40 de C =120.

Tubería o Tubo	Valor C*
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento interior	100
Acero negro (sistemas de tubería seca, incluyendo de preacción)	100
Acero negro (sistemas de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

Tabla 39. Valores de C de coeficiente de fricción para el cálculo de pérdida de presión por fricción.

Fuente: NFPA 13 edición 2013.

6.3.11.2. Factor K

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

Donde:

K = k equivalente en un nodo

Q = Caudal o flujo en un nodo gpm.

P = presión en un nodo.

6.3.11.3. Pérdidas por elevación.

Las pérdidas de presión por elevación, es decir por el ascenso por un tramo de tuberías verticales, se calculan con la siguiente ecuación:

$$Pe = 0,433 \frac{psi}{pie}$$

Esta ecuación indica que el factor de pérdida por elevación es de 0,433 psi por cada pie de longitud de tubería vertical por el cual fluye el agua.

6.3.11.4. Resultados de cálculos de presión y caudal del sistema de rociadores.

A continuación se presenta el resumen de los cálculos hidráulicos obtenidos.

CÁLCULOS HIDRÁULICOS	
Nombre del proyecto: <i>Sistema contra incendio Batan Shopping</i>	
Ubicación: <i>Av. Remigio Crespo y Santa Cruz esquina.</i>	
Dibujo N°: <i>1</i>	Fecha: <i>15 agosto 2018</i>
Diseño	
Número de áreas remotas: <i>1</i>	
Ubicación del área remota: <i>Segunda planta alta, Coral Hipermercados</i>	
Clasificación de la ocupación: <i>Ordinario grupo 2</i>	
Densidad de diseño: <i>0,20 gpm / pie²</i>	
Área de aplicación: <i>1500 pie²</i>	
Cobertura por rociador: <i>129,1 pie²</i>	
Tipo de rociadores calculados: <i>Convencionales K = 5,6</i>	
Número de rociadores calculados: <i>12</i>	
Demanda en estanterías: -----	
Chorros de manguera: <i>250 Gpm.</i>	
Agua total requerida incluyendo chorros de manguera: <i>674,65 Gpm</i>	
Tipo de sistema: <i>Combinado rociador – mangueras, sistema rejilla.</i>	
Presión requerida para sistemas de rociadores: <i>75,67 psi.</i>	
Presión requerida para gabinetes contra incendio: <i>100 psi.</i>	
Pérdidas totales de presión por fricción – elevación: <i>54,43 psi</i>	
Capacidad de suministro de presión de la bomba: <i>150 psi.</i>	
Caudal de la bomba a instalar: <i>750 Gpm.</i>	
Información del suministro de agua	
Ubicación de cisterna: <i>Subsuelo 1</i>	
Fuente de abastecimiento: <i>Bombeo de agua de río.</i>	
Volumen de cisterna calculado: <i>125 m³.</i>	
Firma del agente o representante del propietario	

Tabla 40 - Síntesis de cálculos hidráulicos del sistema contra incendio.

Realizado por: Cristian Flores P.

En el anexo 1 adjunto se incluye el detalle de cálculos de presión y caudal de rociadores de la zona hidráulica más crítica.

6.4. SECCIONES DE TUBERÍAS REQUERIDOS.

En función de los cálculos realizados se ha determinado que las secciones de tubería para el diseño del presente proyecto son como sigue:

DETALLE	MEDIDA	ESPESOR
Matriz principal	6 pulgadas	Cédula 40
Alimentación de rociadores y mangueras	4 pulgadas	Cédula 40
Ramales y bajantes de gabinetes contra incendio.	2 pulgadas.	Cédula 40

Tabla 41 - Tuberías requeridas para el sistema.

Realizado por: Cristian Flores P.

6.5. BOMBA ELÉCTRICA CONTRA INCENDIO

La presión de trabajo de la bomba según los cálculos es de 150 psi, siendo el caudal de demanda 674, 65 Gpm, por tanto la bomba eléctrica que se deberá instalar será la que comercialmente más se apegue a estos parámetros, por tanto se requerirá una bomba de carcasa partida horizontal, de 150 psi, 750 Gpm, y 100 hp, normada y listada.

6.6. BOMBA MECÁNICA CONTRA INCENDIO.

La bomba diésel o bomba mecánica tendrá las mismas características que la bomba eléctrica.

6.7. BOMBA DE PRESIÓN O BOMBA JOCKEY.

Se requerirá una bomba vertical de presión de 5 hp.

6.8. ACCESORIOS DE MONTAJE.

Todos los accesorios para el montaje del sistema, serán normados y listados a una presión mínima de 175 PSI, el detalle de cantidades se adjunta en la tabla 42.

6.9. GABINETES CONTRA INCENDIO.

A continuación se detalla el número de gabinetes contra incendio requeridos por nivel.

DETALLE	CANTIDAD
Gabinetes contra incendio subsuelo 3	11
Gabinetes contra incendio subsuelo 2	11
Gabinetes contra incendio subsuelo 1	11
Gabinetes contra incendio planta baja	9
Gabinetes contra incendio primera planta alta	7
Gabinetes contra incendio segunda planta alta	11

6.10. COSTO DEL PROYECTO

A continuación se presenta el costo del proyecto, en función de los cálculos realizados, se ha realizado la distribución de rociadores y gabinetes contra incendios, quedando el costo como sigue:

DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	UNIDADES	SUB TOTAL
Tubo acero negro cédula 40, 2" x 6 metros	60	960	57600
Tubo acero negro cédula 40, 4" x 6 metros	117,05	305	35700,25
Tubo acero negro cédula 40, 6" x 6 metros	204,12	13	2653,56
Codo ranurado UL/FM 90 grados - 2"	3,62	80	289,6
Codo ranurado UL/FM 90 grados - 4"	8	50	400
Codo ranurado UL/FM 90 grados - 6"	18,41	8	147,28
"T" mecánica Strap, roscado UL/FM 2" x 1"	2,9	1850	5365
"T" mecánica ranurado UL/FM 4" x 2"	9,59	56	537,04
"T" mecánica ranurado UL/FM 6" x 4"	14,36	6	86,16
"T" ranurada UL/FM 2"	4,88	360	1756,8
"T" ranurada UL/FM 4"	11,88	18	213,84
"T" ranurada UL/FM 6"	26,32	5	131,6
Válvula de compuerta bridada 150 psi 6"	553,6	2	1107,2
Válvula check ranurada 4"	88,56	6	531,36
Válvula check ranurada 6"	127,28	2	254,56
Válvula de mariposa supervisada ranurada 150 psi 4"	102,5	6	615
Detector de flujo UL/FM 4"	150,36	6	902,16
Splinker colgante K 5,6 (68 grados) UL/FM 1/2"	5,78	1850	10693
Unión flexible ranurado hierro negro 2"	2,83	960	2716,8
Unión flexible ranurado hierro negro 4"	4,26	305	1299,3
Unión flexible ranurado hierro negro 6"	8,24	13	107,12
Colgante tipo pera 2"	0,78	1920	1497,6
Colgante tipo pera 4"	1,96	915	1793,4
Colgante tipo pera 6"	4,13	52	214,76
Varilla roscada 3/8" x 3 metros.	1,95	190	370,5
Varilla roscada 1/2" x 3 metros.	3,85	5	19,25
Gabinete contra incendio	45	38	1710
Tramo de manguera contra incendio 1 1/2" x 15 m.	48	76	3648
Pitón de bronce 1 1/2"	43	38	1634
Válvula de mariposa 1 1/2" rosca NH	38	38	1444
Extintor de PQS 20 libras	38	38	1444
Extintor de CO2 20 libras.	64	6	384
Bomba de presión jockey 5 hp	1890	1	1890
Bomba eléctrica 50 hp	19500	1	19500
Bomba mecánica diésel	46576	1	46576
TOTAL			205233,14

El costo total del proyecto será de 205, 233,14, sin considerar mano de obra en el montaje y construcción de la cisterna de agua, esta tabla resume el número de rociadores a instalar, número de gabinetes contra incendios y sus accesorios.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES.

La carga térmica por cada nivel del centro comercial se ha calculado considerando la actividad realizada y por consiguiente se empleó la fórmula de cálculo para actividades productivas, sin considerar la masa en kilogramos y detalle específico de ítems presentes en el área de análisis, esta fórmula de cálculo por actividad es plenamente válida cuando no se puede estimar la carga térmica debido al número de ítems de materiales combustibles.

El resultado del análisis de cargas térmicas por cada nivel lleva a la conclusión que para el caso de los niveles de subsuelos basta efectuar el cálculo por actividad y por el total del área de parqueaderos, no siendo necesario realizar cálculos individuales, dado que los subsuelos constituyen una sola área de incendio, en el caso de las tres plantas comerciales, se ha visto que el resultado de valores obtenidos de carga térmica y por consiguiente de su clasificación de riesgo, se ve afectada cuando se promedia los resultados totales por el área total de cada nivel, esto quiere decir que se debe tomar a cada local de los diferentes concesionarios como un sector de incendio individual y estimar la carga térmica y clasificación de riesgo de forma individual, obteniendo así un resultado más efectivo que permite tomar decisiones al respecto.

Los resultados obtenidos de cálculo de volumen de cisterna, caudal y presión que debe suministrar la bomba contra incendio está sujeto a un incremento del 50% de capacidad adicional, ya que los sistemas normados de bombas contra incendio están contruidos de manera que trabajen al 150% de su capacidad.

Se determina la importancia de realizar los diseños de sistemas contra incendio en función de cálculos previos bien realizados, esto incidirá en la estimación de costos eficientes, sin que se sobre dimensione los sistemas de bombas y materiales y por tanto el costo se eleve de forma innecesaria, de la misma forma un cálculo efectivo permitirá evitar sistemas de bombas y accesorios, inadecuados evitando deficiencias y mal funcionamiento en los sistemas y accesorios.

El costo del proyecto se puede ajustar de forma más eficiente con respecto de las tuberías y accesorios, realizando nuevos cálculos con secciones de tuberías menores en los últimos tramos de las zonas hidráulicamente más demandantes, esto implicará de forma directa mayor demanda de las bombas.

7.2. RECOMENDACIONES.

El volumen de la cisterna calculado es de 125 metros cúbicos, este recurso deberá ser de uso exclusivo para el suministro de agua contra incendio y deberá ser inspeccionado periódicamente a fin de determinar el nivel de llenado.

Dado que el centro comercial contará con sistemas electrónicos de detección temprana (sistemas de alarmas contra incendio direccionables, con central de monitoreo) se tomó como base un tiempo de autonomía de suministro de agua de 60 minutos, siendo este condicionante permitido por la norma NFPA 13, por ello es importante mantener activo todo el tiempo y realizar las pruebas de funcionamiento de forma periódica, dado que estos sistemas deberán trabajar de forma conjunta, en el caso que los sistemas de detección y alarma dejen de operar, será necesario realizar nuevos cálculos para determinar un nuevo volumen de cisterna.

Los resultados de cálculos de cargas térmicas han permitido clasificar a cada área según su riesgo, esto en el campo práctico se traduce en las exigencias que se realizará a cada dueño de local o concesionario, en cuanto a la instalación de extintores por su propia cuenta, siendo obligatorio colocar extintores de tipo K, en todas y cada una de las áreas de concesionarios de preparación de alimentos.

Básicamente el diseño del sistema de rociadores contra incendio cubrirá todas las áreas de forma uniforme con una densidad de flujo de agua homogénea, esto quiere decir que los rociadores no deberán ser obstaculizados, cubiertos, golpeados, etc., de manera que su área de cobertura no se vea afectado. Se deberá contar además con un número de rociadores de repuesto esto será por lo menos el 10% del total de rociadores.

7.3. BIBLIOGRAFÍA.

Catálogo internacional Vitaulic.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, Manual de protección contra incendios, décimo séptima edición.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, NFPA 13, norma para la instalación de sistemas de rociadores, edición 2013.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, NFPA 15, norma para sistemas fijos de aspersores de agua para protección contra incendio, edición 2007.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, NFPA 20, Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendio, edición 2007.

CRANE, MCGRAW HILL, flujo de fluidos en válvulas accesorios y tuberías, 1998.

UNE EN 12845, Sistemas fijos de lucha contra incendios, 2005.

REAL DECRETO 2267/2004, reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, 2007.

MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, Normas Ecuatorianas de la construcción, acuerdo Ministerial 046, 2015.

ANEXO 1

CÁLCULOS HIDRÁULICOS SISTEMA CONTRA INCENDIO CENTRO COMERCIAL BATAM SHOPPING.												
Distancia entre rociadores S (pie2)			13,12	Densidad de diseño d (Gpm/pie2)			0,2					
Distancia entre ramales L (pie 2)			9,84	Área de diseño pies2			1500					
Área de cobertura rociador A (pie2)			129,1008	Número de rociadores			12					
K de rociador (gpm/(psi)^1/2			5,6									
#	NODO	Diámetro de tubería.	FACTOR	Elevación	Descarga Qroc.	Presión residual (Psi)	Diam. Nominal	Q acumulado tubería (GPM)	Pérdida por fricción (PSI / pie)	Long. Tubo (pies)	PF (Psi)	OBSERVACIONES
	INICIO		K	Pies	Roc / mang.		Diam. Interior		Accesorio	L.E. Accesorios	PE (Psi)	
	FIN		NODO		(GPM)		Valor C	FPS		Longitud Total		
1	1	2"	5,6		25,82016	21,259	2	25,82016	0,005	13,12	0,111	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	2		5,6		25,887	21,370	2,067		T	10		1 "T" = 10 x 1 = 10
							120			23,12	0,025	
2	2	2"	5,6		25,887	21,370	2	51,707	0,028	13,12	0,641	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	3		5,6		26,273	22,011	2,067		T	10		1 "T" = 10 x 1 = 10
							120			23,12		
3	3	2"	5,6		26,273	22,011	2	77,980	0,059	13,12	1,371	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	4		5,6		27,079	23,382	2,067		T	10		1 "T" = 10 x 1 = 10
							120			23,12		
4	4	2"	5,6		27,079	23,382	2	105,059	0,103	7,6	1,812	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	A		20,931			25,194	2,067		T	10		1 "T" = 10 x 1 = 10
							120			17,6		
5	A	4"	20,931		105,059	25,194	4	105,059	0,004	9,84	0,119	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	B				105,308	25,313	4,026	105,06	T	20		1 "T" = 20 x 1 = 20
							120			29,84		

6	B	4"			105,308	25,313	4	210,37	0,014	9,84	0,432	Longitud equivalente (L.E. en
	C		20,953		106,202	25,745	4,026	316,57	T	20		1 "T" = 20 x 1 = 20
							120			29,84		
7	C	4"			106,202	25,745	4	316,57	0,031	9,84	0,920	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	D				108,082	26,665	4,026	424,65	T	20		1 "T" = 20 x 1 = 20
							120			29,84		
8	D	4"				26,665	4	424,65	0,053	380,21	26,754	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	E			3,28		54,839	4,026		CODOS	70		7 codos L.E. = 10 X 7 = 70
			20,953				120		"T"	20	1,420	1 "T" L.E. = 20 X 1 = 20
									VM	12		1 Válvula de mariposa L.E.=12X1 = 12
									VC	22		1 Válvula Check L.E. = 22 X 1 = 22
												Pe = 0,433 Psi/pies x 3,28 pies = 1,42 psi
										504,21	28,174	
9	E	6"				54,839	6	424,65	0,007	217,52	2,644	Longitud equivalente (L.E. en pies)
	M					75,672	6,065		CODOS	84		6 codos L.E. = 14 x 6 = 84
			20,953				120		"T"	30	18,2	1 "T" L.E. = 30 x 1 = 30
									CHECK	32		1 Válvula chech L.E. = 32 x 1 = 32
									VC	3		1 Válvula de compuerta = 3 x 1 = 3
												Pérdidas por elevación =
												Pe = 0,433 Psi/pies x 42 pies = 18,18 psi
										366,52	20,834	

