



ESTUDIO DE CARGA DE FUEGO Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN UNA EMPRESA DE NUTRICIÓN Y SANIDAD ANIMAL

Rodríguez, M.A.

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral

rodriguez_1979_ma@yahoo.com.ar

Recibido 21/09/21 - 05/11/21

Resumen

Se define carga de fuego como el peso en madera por unidad de superficie (Kg. /m²), capaz de desarrollar una cantidad de calor por combustión equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio sometido a estudio. En esta investigación se realizó el cálculo de carga de fuego en facyt SRL, una empresa dedicada a la elaboración de productos de nutrición y sanidad animal, donde encontraremos materiales específicos de su actividad, tales como materias primas de núcleos vitamínicos y fármacos, de ésta manera se pretende sentar antecedentes para futuras investigaciones en empresas del mismo rubro o similares. Una vez obtenida la carga de fuego, se le asignó a los combustibles registrados el riesgo correspondiente y se identificó el potencial extintor para los matafuegos, así como la resistencia al fuego esperada para los elementos constitutivos del edificio. Se determinó que clase de extintores deberían estar presentes, la distribución que los mismos deberían tener y tanto la cantidad como el ancho de salida de los medios de escape necesarios. Una vez terminados los cálculos se obtuvieron las conclusiones correspondientes.

Palabras Claves: Carga de fuego, protección, incendio.

Abstract

STUDY OF FIRE LOAD AND FIRE PROTECTION IN A NUTRITION AND ANIMAL HEALTH COMPANY

Fire load is defined as the weight of wood per unit area (Kg / m²), capable of developing an amount of heat by combustion equivalent to that of the materials contained in the fire sector under study. In this research, the fire load calculation was carried out in facyt SRL, a company dedicated to the production of nutrition and animal health products, where we will find specific materials for its activity, such as raw materials for vitamin nuclei and drugs, in this way It is intended to establish antecedents for future investigations in companies of the same or similar sector. Once the fire load was obtained, the corresponding risk was assigned to the registered fuels and the extinguishing potential for the fire extinguishers was identified, as well as the expected fire resistance for the building's constituent elements. It was determined what kind of extinguishers should be present, the distribution that they should have and both the quantity and the width of exit of the necessary means of escape. Once the calculations were completed, the corresponding conclusions were obtained.

Keywords: Fire load. protection, fire.

1. Introducción

Cuando se realizan cálculos de carga de fuego, se relaciona el poder calorífico de todos los materiales combustibles presentes en un sector de incendio con el de la madera, o sea, que si cambiáramos todos los elementos presentes en ese sector y colocáramos la misma cantidad en kilos de madera se generaría la misma cantidad de calor si hubiese un incendio. Indirectamente, la carga de fuego es un indicador de la magnitud del riesgo potencial de incendio que presenta un edificio o instalación industrial. Es decir, el daño que se podría ocasionar en caso de incendio en un determinado establecimiento. Este valor es muy útil para determinar las instalaciones de detección y control de incendios, como también para determinar las características constructivas de la edificación.

Se define carga de fuego como el peso en madera por unidad de superficie (Kg./m²), capaz de desarrollar una cantidad de calor por combustión equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio sometido a estudio.(2)

En esta investigación se realizó el cálculo de carga de fuego en facyt SRL, una empresa dedicada a la elaboración de productos de nutrición y sanidad animal, donde encontraremos materiales específicos de su actividad, tales como materias primas de núcleos vitamínicos y fármacos, de ésta manera se pretende sentar antecedentes para futuras investigaciones en empresas del mismo rubro o similares.

Los procesos de producción en esta empresa comienzan cuando las materias primas se reciben en bolsas y se estiban. Aquellas cuyo porcentaje de participación en las fórmulas es elevado (carbonato de calcio, sulfato de hierro, óxido de manganeso) se cargan en silos aéreos de 3 ton de capacidad nominal.

Las materias primas principales se pesan según una fórmula pre-establecida en la tolva balanza electrónica y se transfieren a una mezcladora en donde se incorporan las cantidades adecuadas de vitaminas y minerales que intervienen como oligoelementos pesadas por separado en la sala de balanzas. Se mezcla hasta homogeneidad, se transfiere a una envasadora semiautomática y se fracciona en bolsas, las que se cierran por costura. Los productos elaborados se estiban en el área de depósito (3).

El sector en el cual se realizará este trabajo es la totalidad de la planta, ya que al determinar carga de fuego se involucra toda su superficie (7).

En cuanto a los antecedentes encontrados con respecto a cálculo de carga de fuego en empresas, se pueden nombrar algunos ejemplos como Villarroel, P. A. (12), *realizada en Vicstar Ingeniería y Construcción SRL*; Avila Hilari, J. C. (13), *en ecoplastic SRL* ó López López, M. A. (14), *para la consultora Ecogestión SRL*, aunque los resultados no pueden ser comparables, ya que se trata de empresas de otros rubros, con instalaciones donde se pueden encontrar otros materiales combustibles y, por lo tanto, el resultado de la carga de fuego puede ser muy diferente, de esta manera se deja ver la necesidad de sentar antecedentes para estudios que se realicen en empresas de rubro igual o similar a facyt SRL.

2. Materiales y métodos

Se utilizó el procedimiento de cálculo de la carga de fuego, el cual consiste en los siguientes pasos (7):

1. Identificación de la superficie y los sectores de incendio a considerar, para esto se contó, a modo de guía, con un croquis del terreno incluido en su manual de buenas prácticas de manufactura (ver anexo 1) y se realizaron las mediciones correspondientes usando una cinta métrica.
2. Se procedió a identificar y registrar todos los combustibles hallados en los sectores de incendio, así como su cantidad en peso.
3. Se investigó el poder calorífico de cada combustible, para esto se utilizó la bibliografía y las hojas de seguridad de cada producto.
4. Con los datos ya obtenidos se realizó el cálculo de la carga de fuego por sector.

Este cálculo se ilustra de la siguiente manera (5):

$$Q_p = \sum (k_{gi} \cdot P_{ci}) \implies \frac{Q_p}{S} = X \implies \frac{X}{P.C.madera} = Q_f \text{ (carga de fuego)}$$

Q_p = Carga de fuego ponderada

k_{gi} = Peso del combustible considerado

P_{ci} = Poder Calorífico de cada combustible considerado

S = Superficie

Q_f = Carga de fuego

Este cálculo fue realizado registrando los datos en planilla de cálculo de Excel.

Una vez obtenida la carga de fuego, se le asignó a los combustibles registrados el riesgo correspondiente y se identificó el potencial extintor para los matafuegos, así como la resistencia al fuego esperada para los elementos constitutivos del edificio.(1).

Se determinó que clase de extintores deberían estar presentes, la distribución que los mismos deberían tener y tanto la cantidad como el ancho de salida de los medios de escape necesarios (1).

Una vez terminados los cálculos se obtuvieron las conclusiones correspondientes.

3. Resultados obtenidos

El Inmueble estudiado corresponde a un edificio constituido en su mayoría por planta baja, con una pequeña superficie de planta alta en donde funciona el área de mantenimiento de la empresa.

El edificio se encuentra distribuido en sectores de diverso destino y separados en planta, para los distintos procesos productivos que se llevan a cabo en la empresa (fármacos líquidos, fármacos en polvo, núcleos vitamínicos).

- Se han establecido las siguientes separaciones para los efectos del cálculo de carga de fuego (ver anexo 1):

Sector 1) Incluyendo zona de producción, depósito de materias primas y productos terminados, envases, área de mantenimiento, archivos, control de calidad y oficinas de dirección. En este sector de incendio, las paredes son de mampostería revocada, con piso de mosaicos graníticos y cielo raso de yeso.

Área = 1331,96 m²

Sector 2) Incluyendo oficinas de administración. En este sector de incendio las paredes son de mampostería revocada, con piso de mosaicos graníticos y cielo raso de yeso.

Área = 94,12 m²

Sector 3) Zona de planta alta correspondiente al área de mantenimiento de la empresa. En este sector de incendio el cielorraso y las paredes son de placas de yeso y el piso es de cemento alisado.

Área = 161,02 m²

Como criterio de separación de los sectores 1 y 2 se consideró la presencia de un patio interno que mantiene separada el área de oficinas de administración en la planta baja, mientras que la zona de planta alta constituyó el sector de incendio 3.

Criterio general para la determinación de la carga de fuego por sectores:

Como criterio general se plantea considerar, para los efectos del cálculo de carga de fuego, solamente los materiales combustibles encontrados (productos terminados, mobiliario de madera, archivos, etc.), desestimando los materiales estructurales del edificio considerados incombustibles, como mampostería, cerámicos y cielorraso de yeso (10).

Identificación del material combustible y determinación del peso por tipo de combustible en los sectores de incendio:

Sector de incendio 1

- Materias primas de núcleos vitamínicos:

Para la estimación del peso, en el caso de las materias primas de núcleos vitamínicos, se determinó cuáles correspondían a sustancias combustibles, y luego, se investigó cuál era la mayor cantidad que podía encontrarse almacenada en el edificio de cada una de ellas. Como resultado se obtuvieron los siguientes pesos:

Colina _____ **2000 Kg.**

Semita _____ **2000 Kg.**

Lisina _____ **5400 Kg.**

Metionina _____ **5500 Kg.**

- Núcleos vitamínicos (productos terminados):

Para los núcleos vitamínicos (productos terminados) se tomó en cuenta su composición, para esto, el patrón utilizado como dato fue el núcleo parrillero X1, ya que se trata de uno de los más completos en cuanto a vitaminas y minerales, concluyendo de acuerdo a su composición, que por cada bolsa de 25 Kg. de producto, se tendrán unos 8 Kg. estimados de materia orgánica.

Conociendo que la producción diaria es de 1000 Kg. /hora, con una jornada de 8 horas diarias, se llegó al resultado de la siguiente cantidad máxima de materia orgánica que se puede encontrar almacenada:

25 Kg. de producto _____ 8 Kg. de materia orgánica
8000 Kg. de producto _____ **2560 Kg.** de materia orgánica
(Producción diaria)

- **Envases plásticos:**

Se determinó el peso de polietileno a tener en cuenta considerando que se trata del material constitutivo de envases plásticos, como botellas, frascos y bolsas. Teniendo en cuenta la mayor cantidad de estos envases que se puede encontrar almacenada, se obtuvieron los siguientes pesos:

800 bolsas de 100g cada una = 80 Kg.
500 frascos y botellas plásticas de 95g cada una = 47,5 Kg.
Peso total de polietileno = **127,5 Kg.**

- **Fármacos líquidos:**

En el caso de fármacos líquidos, se determinó la cantidad de sustancias combustibles en este sector de producción, teniendo en cuenta materias primas y productos terminados.

Para los líquidos, se utilizó la densidad correspondiente a cada sustancia para realizar el cálculo de su peso (8).

A través de una planilla de cálculo de Excel se llegó a los siguientes resultados:

Tabla 1: Peso de los combustibles líquidos hallados en el sector de incendio 1

Cálculo de peso de combustibles líquidos				
Combustible	Volumen (litros)	Densidad (gramos/litro)	Peso (gramos)	Peso (kilos)
Propilenglicol	200	1.040	208000	208
Polietilenglicol	200	1.130	226000	226
Dimetilacetamida	200	940	188000	188
Gliceroformaldehido	200	1.220	244000	244
Trimetoprim Sulfa Inyectable	200	1.400	280000	280
Trimetoprim Sulfa Oral	200	1.400	280000	280
Ivermectina 1%	90	1.000	90000	90
Oxitetraciclina 30%	100	1.000	100000	100

Propilenglicol = **208 Kg.**
Polietilenglicol = **226 Kg.**
Dimetilacetamida = **188 Kg.**
Glicerofomaldehido = **244 Kg.**
Oxitetraciclina.2H₂O = **25 Kg.**
Enrofloxacina = **25 Kg.**
Trimetoprim = **25 Kg.**
Sulfametoxazol = **25 Kg.**
Enrofloxacina 10% = **200 Kg.**
Trimetoprim Sulfa inyectable = **280 Kg.**
Trimetoprim Sulfa oral = **280 Kg.**
Ivermectina 1% = **90 Kg.**
Oxitetraciclina 30% = **100 Kg.**

En el área de endectocidas se registró la siguiente sustancia:

Ivermectina = **5 Kg.** (un cuñete)

- Oficinas de dirección y área de archivos:

En la zona de oficinas de dirección y área de archivos, se determinó que los materiales a tener en cuenta serían, madera del mobiliario, papel y cartón provenientes de carpetas, papelería en general y archivos, se estimó la cantidad y se llegó a los siguientes pesos :

Madera = **133 Kg.**

Papel = **4258 Kg.**

Cartón = **8 Kg.**

Sector de incendio 2

El sector de incendio 2 corresponde a las oficinas administrativas. Los materiales a tener en cuenta fueron los mismos que se usaron en el caso de las oficinas de dirección, se estimó la cantidad y se llegó a los siguientes pesos:

Madera = 440 Kg.

Papel = 38 Kg.

Cartón = 12 Kg.

Sector de incendio 3

El sector de incendio 3 corresponde al área de mantenimiento en planta alta donde también hay una zona de almacenamiento de envases, se determinaron los materiales a tener en cuenta de acuerdo a lo que se encontraba en el lugar (mobiliario, herramientas, papelería y envases almacenados), se estimó la cantidad y se llegó a los siguientes pesos:

Madera = **102 Kg.**

Papel = **12 Kg.**

- Envases plásticos:

Teniendo en cuenta la mayor cantidad de estos envases que se puede encontrar almacenada, se obtuvieron los siguientes pesos:

34200 bolsas de 100g cada una = 3420 Kg.

4200 frascos y botellas plásticas de 95g cada una = 399 Kg.

Peso total de polietileno: **3819 Kg.**

Determinación del poder calorífico, para cada tipo de material combustible encontrado:

El siguiente paso consistió en determinar el poder calorífico de los materiales combustibles registrados, o sea, la cantidad de energía desprendida en la reacción de combustión, referida a la unidad de masa (2), para esto se contó con el recurso de la bibliografía utilizada, así como las hojas de seguridad de los productos y materias primas.

En el caso de determinadas sustancias, para las cuales no se encontraron datos, se utilizó el poder calorífico del propilenglicol debido a su estructura orgánica similar.

Los poderes caloríficos, peso y sector de incendio correspondientes a cada combustible se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 2: Datos de combustibles del sector 1

NOMBRE DEL COMBUSTIBLE	DATOS DEL COMBUSTIBLE		
	CANTIDAD EN PESO	PODER CALORIFI- CO	N° DE SECTOR DE INCEN- DIO
Colina	2000 Kg.	5.000,00 Kcal./Kg.	1
Semita	2000 Kg.	4. 000,00 Kcal./Kg.	1
Lisina	5400 Kg.	6. 000,00 Kcal./Kg.	1
Metionina	5500 Kg.	6. 000,00 Kcal./Kg.	1
Núcleos vitamínicos (productos terminados)	2560 Kg.	6. 000,00 Kcal./Kg.	1
Polietileno	3946,5 Kg.	11.000,00Kcal./Kg.	1
Propilenglicol	208 Kg.	5664,34 Kcal./Kg.	1
Polietilenglicol	226 Kg.	4.000,00 Kcal./Kg.	1
Dimetilacetamida	188 Kg.	5.000,00 Kcal./Kg.	1
Glicerofomaldehido	244 Kg.	5664,34 Kcal./Kg.	1
Oxitetraciclina.2H ₂ O	25 Kg.	5664,34 Kcal./Kg.	1
Enrofloxacina	25 Kg.	5664,34 Kcal./ Kg.	1
Trimetoprim	25 Kg.	5664,34 Kcal./Kg.	1
Sulfametoxazol	25 Kg.	5.000,00 Kcal./Kg.	1
Enrofloxacina 10%	200 Kg.	566,43 Kcal./Kg.	1
Trimetoprim Sulfa inyectable	280 Kg.	4.242,00 Kcal./Kg.	1
Trimetoprim Sulfa oral	280 Kg.	2.121,00 Kcal./Kg.	1
Ivermectina 1%	90 Kg.	50 Kcal./Kg.	1
Oxitetraciclina 30%	100 Kg.	5664,34 Kcal./Kg.	1
Ivermectina	5 Kg.	5.000,00 Kcal./ Kg.	1
Madera	133 Kg.	4.400,00 Kcal./Kg.	1
Papel	4258 Kg.	4.000,00 Kcal./Kg.	1
Cartón	8 Kg.	4.000,00 Kcal./Kg.	1

Tabla 3: Datos de combustibles del sector 2

NOMBRE DEL COMBUSTIBLE	DATOS DEL COMBUSTIBLE		
	CANTIDAD EN PESO	PODER CALORIFI- CO	N° DE SECTOR DE INCEN- DIO
Madera	440 Kg.	4.400,00 Kcal./Kg.	2
Papel	38 Kg.	4.000,00 Kcal./Kg.	2
Cartón	12 Kg.	4.000,00 Kcal./Kg.	2

Tabla 4: Datos de combustibles del sector 3

NOMBRE DEL COMBUSTIBLE	DATOS DEL COMBUSTIBLE		
	CANTIDAD EN PESO	PODER CALORIFI- CO	N° DE SECTOR DE INCEN- DIO
Madera	102 Kg.	4.400,00 Kcal./Kg.	3
Papel	12 Kg.	4.000,00 Kcal./Kg.	3
Polietileno	3819 Kg.	11.000,00Kcal./Kg.	3

Determinación de la carga de fuego:

El cálculo de la carga de fuego por sectores, se realizó con la ayuda de una planilla de cálculo.

Sector de incendio 1:

$$Q_p = \sum (k_{gi} \cdot P_{ci}) \implies \frac{Q_p}{S} = X \implies \frac{X}{P.C.madera} = Q_f \text{ (carga de fuego)}$$

$$Q_p = 125.256.667,18 \text{ Kcal.} \implies \frac{Q_p}{S} = \frac{125.256.667,18 \text{ Kcal}}{1331,96 \text{ m}^2} = 94.039,96 \text{ Kcal/m}^2 \implies$$

$$\implies \frac{94.039,96 \text{ Kcal/m}^2}{4.400 \text{ Kcal/ Kg}} = 21,37 \text{ Kg/ m}^2 = Q_f$$

Q_p = Carga de fuego ponderada

k_{gi} = Masa del combustible considerado

P_{ci} = Poder Calorífico de cada combustible considerado

S = Superficie

Q_f = Carga de fuego

Sector de incendio 2:

$$Q_p = \sum (k_{gi} \cdot P_{ci}) \implies \frac{Q_p}{S} = X \implies \frac{X}{P.C.madera} = Q_f \text{ (carga de fuego)}$$

$$Q_p = 2.136.000,00 \text{ Kcal.} \implies \frac{Q_p}{S} = \frac{2.136.000,00}{94,12 \text{ m}^2} \text{ Kcal} = 22.694,43 \text{ Kcal/m}^2 \implies$$

$$\implies \frac{22.694,43 \text{ Kcal/m}^2}{4.400 \text{ Kcal/ Kg}} = 5,16 \text{ Kg/ m}^2 = Q_f$$

Q_p = Carga de fuego ponderada

k_{gi} = Masa del combustible considerado

P_{ci} = Poder Calorífico de cada combustible considerado

S = Superficie

Q_f = Carga de fuego

Sector de incendio 3:

$$Q_p = \sum (k_{gi} \cdot P_{ci}) \implies \frac{Q_p}{S} = X \implies \frac{X}{P.C.madera} = Q_f \text{ (carga de fuego)}$$

$$Q_p = 42.505.800,00 \text{ Kcal.} \implies \frac{Q_p}{S} = \frac{42.505.800,00}{161,02 \text{ m}^2} \text{ Kcal} = 263.978,38 \text{ Kcal/m}^2 \implies$$

$$\implies \frac{263.978,38 \text{ Kcal/m}^2}{4.400 \text{ Kcal/ Kg}} = 60,00 \text{ Kg/ m}^2 = Q_f$$

Q_p = Carga de fuego ponderada

k_{gi} = Masa del combustible considerado

P_{ci} = Poder Calorífico de cada combustible considerado

S = Superficie

Q_f = Carga de fuego

Determinación del potencial extintor correspondiente:

Los riesgos asignados a los sectores de incendio son:

Sector de incendio 1 _____ R4 (correspondiente a combustibles)

Sector de incendio 2 _____ R3 (correspondiente a muy combustibles)

Sector de incendio 3 _____ R3 (correspondiente a muy combustibles)

Tabla 5: Clasificación de los materiales según su combustión

Actividad Pre-dominante	Clasificación de los materiales según su combustión						
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5	Riesgo 6	Riesgo 7
Residencial Administrativo	NP	NP	R3	R4	–	–	–
Comercial 1 Industrial Depósito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos Cultura	NP	NP	R3	R4	–	–	–

Notas:

Fuente:(1) Decreto 351/79

Riesgo 1 = Explosivo

Riesgo 2 = Inflamable

Riesgo 3 = Muy combustible

Riesgo 4 = Combustible

Riesgo 5 = Poco combustible

Riesgo 6 = Incombustible

Riesgo 7 = Refractarios

NP = No permitido

El riesgo 1 “Explosivo” se considera solamente como fuente de ignición

Luego se determinó según la carga de fuego y el riesgo correspondiente, la resistencia al fuego de los elementos constitutivos del edificio, la cual debe ser F60 para el sector de incendio 1 ($Q_f = 21,37 \text{ Kg/ m}^2$, R4), F60 para el sector de incendio 2 ($Q_f = 5,16 \text{ Kg/ m}^2$, R3), F120 para el sector de incendio 3 ($Q_f = 60,00 \text{ Kg/ m}^2$, R3). (1).

Tabla 6: resistencia al fuego de los elementos estructurales y constructivos en función del riesgo antes definido y de la carga de fuego

Carga de Fuego	Riesgo				
	1	2	3	4	5
Hasta 15 Kg/m ²	–	NP	F60	F60	F30
Desde 16 hasta 30 Kg/m ²	–	NP	F90	F60	F60
Desde 31 hasta 60 Kg/m ²	–	NP	F120	F90	F60
Desde 61 hasta 100 Kg/m ²	–	NP	F180	F120	F90
Más de 100 Kg/m ²	–	NP	NP	F180	F120

Fuente:(1)

Se determinó el potencial extintor mínimo por sector de incendio según su carga de fuego y riesgo correspondiente (1).

Tabla 7: Potencial extintor mínimo para fuegos de clase A

Carga de fuego	Riesgo				
	Riesgo1 Explos.	Riesgo2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb	Riesgo 5 Poco comb.
Hasta 15 Kg/m2	–	–	1A	1A	1A
Desde 16 hasta 30 Kg/m2	–	–	2A	1A	1A
Desde 31 hasta 60 Kg/m2	–	–	3A	2A	1A
Desde 61 hasta 100 Kg/m2	–	–	6A	4A	3A
Más de 100 Kg/m2	A determinar en cada caso				

Fuente:(1)

Tabla 8: Potencial extintor mínimo para fuegos de clase B

Carga de fuego	Riesgo				
	Riesgo1 Explos.	Riesgo2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb	Riesgo 5 Poco comb.
Hasta 15 Kg/m2	–	6B	4B	–	–
Desde 16 hasta 30 Kg/m2	–	8B	6B	–	–
Desde 31 hasta 60 Kg/m2	–	10B	8B	–	–
Desde 61 hasta 100 Kg/m2	–	20B	10B	–	–
Más de 100 Kg/m2	A determinar en cada caso				

Fuente:(1) Sector de incendio 1: Potencial Extintor 1A

Sector de incendio 2: Potencial Extintor 1A y 4B

Sector de incendio 3: Potencial Extintor 2A y 8B

Determinación de la cantidad de extintores portátiles:

De acuerdo a la legislación, los extintores portátiles presentes en el edificio, además de corresponder a la clase de fuego que pudiera registrarse en el local y poseer el potencial extintor mínimo indicado, deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Un extintor cada 200 m²
- No encontrarse a una distancia mayor de 20 metros desde cualquier punto del sector para fuego clase A y 15 metros para fuego clase B

Por lo tanto, se determina la siguiente cantidad de extintores portátiles para cada sector de incendio, los cuales se deben encontrar bien distribuidos para cumplir con la condición de distancia.

Sector de incendio 1:

$$\frac{1331,96 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2} = 6,66 \sim 7 \text{ extintores portátiles}$$

Sector de incendio 2:

$$\frac{94,12 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2} = 0,47 \sim 1 \text{ extintor portátil}$$

Sector de incendio 3:

$$\frac{161,02 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2} = 0,80 \sim 1 \text{ extintor portátil}$$

Determinación de ancho de pasillo y salidas de emergencia:

$$N = \frac{A}{f_o} = \frac{1.162,15 \text{ m}^2}{16 \text{ m}^2/\text{personas}} = 72,63 \sim 73 \text{ personas}$$

$$n = \frac{N}{100} = \frac{73}{100} = 0,73 \text{ u.a.s (unidades de ancho de salida)}$$

A = Superficie de piso – Superficie de espacios comunes

$$A = 1.587,11 \text{ m}^2 - 424,96 \text{ m}^2 = 1.162,15 \text{ m}^2$$

$f_o = 16$ (factor de ocupación correspondiente a edificios industriales según tabla 3.1.2 del anexo VII del Decreto 351/79)

N = número teórico de personas a evacuar

n = número de unidades de ancho de salida

Por lo tanto, de acuerdo al resultado obtenido, para este edificio, será suficiente con una salida de emergencia, la cual deberá contar con el ancho mínimo establecido por la legislación, que corresponde a dos unidades de ancho de salida, o sea, 1,10 metros.

Análisis según cuadro de protección contra incendio

Según el cuadro de protección contra incendio del decreto 351/79 (ver anexo 5), las condiciones específicas que debe cumplir una industria en cuanto a situación (S), construcción (C) y extinción (E), son: S2, C1, C4, E4, E11 y E13 (1).

Condición S 2: Cualquiera sea la ubicación del edificio, estando éste en zona urbana o densamente poblada, el predio deberá cercarse preferentemente (salvo las aberturas exteriores de comunicación), con un muro de 3,00 m. de altura mínima y 0,30 m. de espesor de albañilería de ladrillos macizos o 0,08 m. de hormigón.

S2 _____ cumple, (cercado por muro de 3m de alto y 0,30 de ancho)

Condición C 1: Las cajas de ascensores y montacargas estarán limitadas por muros de resistencia al fuego, del mismo rango que el exigido para los muros, y serán de doble contacto y estarán provistas de cierre automático.

C1 _____ cumple, (montacargas rodeado de muros con RF exigida y cierre automático)

Condición C 4: Los sectores de incendio deberán tener una superficie cubierta no mayor de 1.500 m. En caso contrario se colocará muro cortafuego. En lugar de la interposición de muros cortafuego, podrá protegerse toda el área con rociadores automáticos para superficie cubierta que no supere los 3.000 m².

C4 _____ cumple, (sectores de incendio no mayores a 1500 m²)

Condición E 4: Cada sector de incendio con superficie de piso mayor que 1.000 m² deberá cumplir la Condición E 1. La superficie citada se reducirá a 500 m² en subsuelos.

Condición E 1: Se instalará un servicio de agua, cuya fuente de alimentación será determinada por la autoridad de bomberos de la jurisdicción correspondiente. En actividades predominantes o secundarias, cuando se demuestre la inconveniencia de este medio de extinción, la autoridad competente exigirá su sustitución por otro distinto de eficacia adecuada.

E4 _____ lleva a E1, no cumple, (servicio de agua)

Condición E 11: Cuando el edificio conste de piso bajo y más de 2 pisos altos y además tenga una superficie de piso que sumada exceda los 900 m² contará con avisadores automáticos y/o detectores de incendio.

E11 _____ no aplica, ya que no es la estructura del edificio.

Condición E 13: En los locales que requieran esta Condición, con superficie mayor de 100 m², la estiba distará 1 m. de ejes divisorios. Cuando la superficie exceda de 250 m², habrá camino de ronda, a lo largo de todos los muros y entre estibas. Ninguna estiba ocupará más de 200 m² de solado y su altura máxima permitirá una separación respecto del artefacto lumínico ubicado en la perpendicular de la estiba no inferior a 0,25 m.

E13 _____ cumple, (estibas)

4. Conclusiones

Habiendo realizado el cálculo de la carga de fuego en la empresa y revisado las condiciones en que se encuentra su protección contra incendio, se llegó a la conclusión de que posee un buen estado general de la misma, ya que se encontró la siguiente situación:

- La estructura del edificio cumple con la Resistencia al Fuego requerida de F60 y F 120, de acuerdo a los riesgos y a las cargas de fuego calculadas. En los sectores de incendio 1 y 2, las paredes son de mampostería revocada, con piso de mosaicos graníticos y cielo raso de yeso, en el sector de incendio 3 el cieloraso y las paredes son de placas de yeso y el piso es de cemento alisado (9).
- Extintores distribuidos correctamente, con potencial extintor, de clase correspondiente y en cantidad más que suficiente (ver anexo 4). El edificio cuenta con 18 extintores de clase ABC y potencial extintor 6A 40 BC y 6A 60 B, los cuales se hallaban en buen estado, con fecha de vencimiento y de prueba hidráulica actualizada, con anillo de color correspondiente al año en vigencia (6).
- Las salidas de emergencia son suficientes según el cálculo realizado y el ancho de pasillo es el correcto. El edificio cuenta con un portón hacia el exterior de 6,6 m de ancho además de dos puertas que comunican las oficinas con el exterior de 0,8 m. Posee un pasillo ancho de 2,20 m y dos de 1,45 m. (4).
- La evaluación con el cuadro de protección contra incendio resultó satisfactoria, salvo por la condición E4, que indica la necesidad de servicio de agua de acuerdo con la superficie del edificio (1).

Referencias Bibliográficas:

- 1) Decreto 351 de 1979. Reglamentario de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587/72. 22 de mayo de 1979.

- 2) Fundación MAPFRE, 1997. "Manual de Seguridad contra Incendios". Editorial MAPFRE, SA., (Argentina).
- 3) Moreira, E. A., 2008. "Manual de Buenas Practicas de Manufactura". FC Editorial. (Argentina).
- 4) Cote, A.; Bugbee, P., 1993. "Principios de protección contra incendios". Editorial Cepreven. (España).
- 5) Prevención Fremap, 2009. "Guía básica sobre prevención de incendios". Editorial Fremap. (España).
- 6) Neira Rodríguez, J.A., 2008. "Instalaciones de protección contra incendios". FC Editorial. (Argentina).
- 7) Botta, N.A., 2008. "Cálculo de extintores portátiles". Ed. Red Proteger. (Argentina).
- 8) Perry, R.H., 2001. "Manual del Ingeniero Químico". Editorial McGraw-Hill. (Argentina).
- 9) Resolución 6510 de 2012 [Ministerio Nacional de vivienda y urbanismo]. Por la cual se establece el nuevo listado oficial de comportamiento al fuego de elementos y componentes de la construcción. 20 de enero de 2011.
- 10) Cámara Industrial De La Cerámica Roja,. 2002. Ficha Técnica N° 4 Resistencia al fuego de mampostería realizada con ladrillos y bloques cerámicos nacionales. Disponible en:
<http://www.ceramicaraja.com.ar/pdf/ficha3-resistencia-al-fuego.pdf>
- 11) Scialpi, R., 2020. Teórica-incendio.pdf. Disponible en:
<https://filadd.com/doc/teorica-incendio-pdf-i3-instalaciones-iii>
- 12) Villarroel, P. A.,2018. *Estudio de carga de fuego en la empresa Vicstar Ingenieria y Construccion SRL* (Doctoral dissertation). Disponible en:
<http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/11301>
- 13) Avila Hilari, J. C., 2021. *Propuesta de selección y distribución de extintores en base al criterio de carga de fuego para la empresa ecoplastic SRL* (Doctoral dissertation). Disponible en:
<http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/23205>
- 15) Lopez Lopez, M. A., 2021. *Determinación de la carga de fuego y potencial extintor para la empresa consultora Ecogestion SRL* (Doctoral dissertation). Disponible en:
<http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/23612>

ANEXO 1:

Sectores de incendio 1 y 2, planta baja:



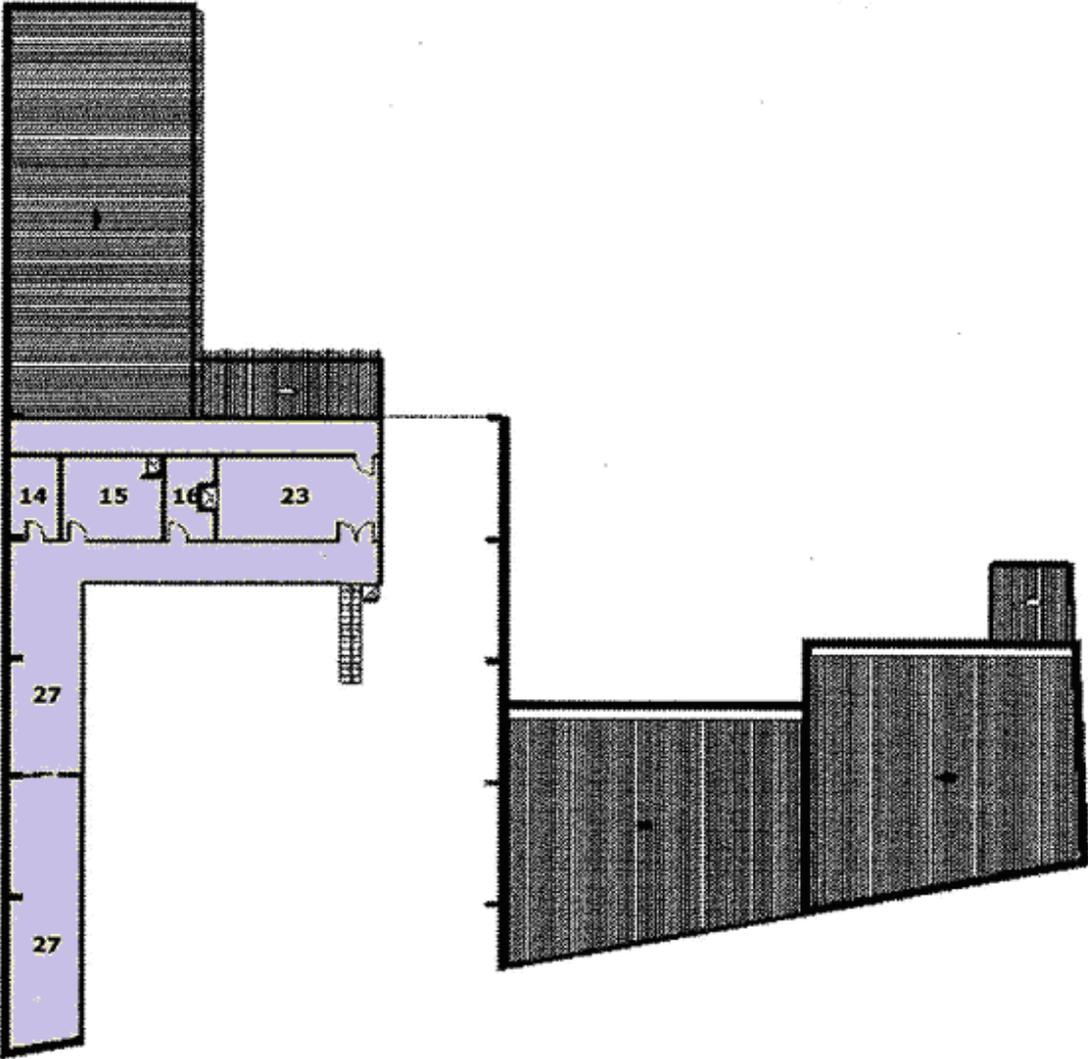
Sector de incendio 1



Sector de incendio 2



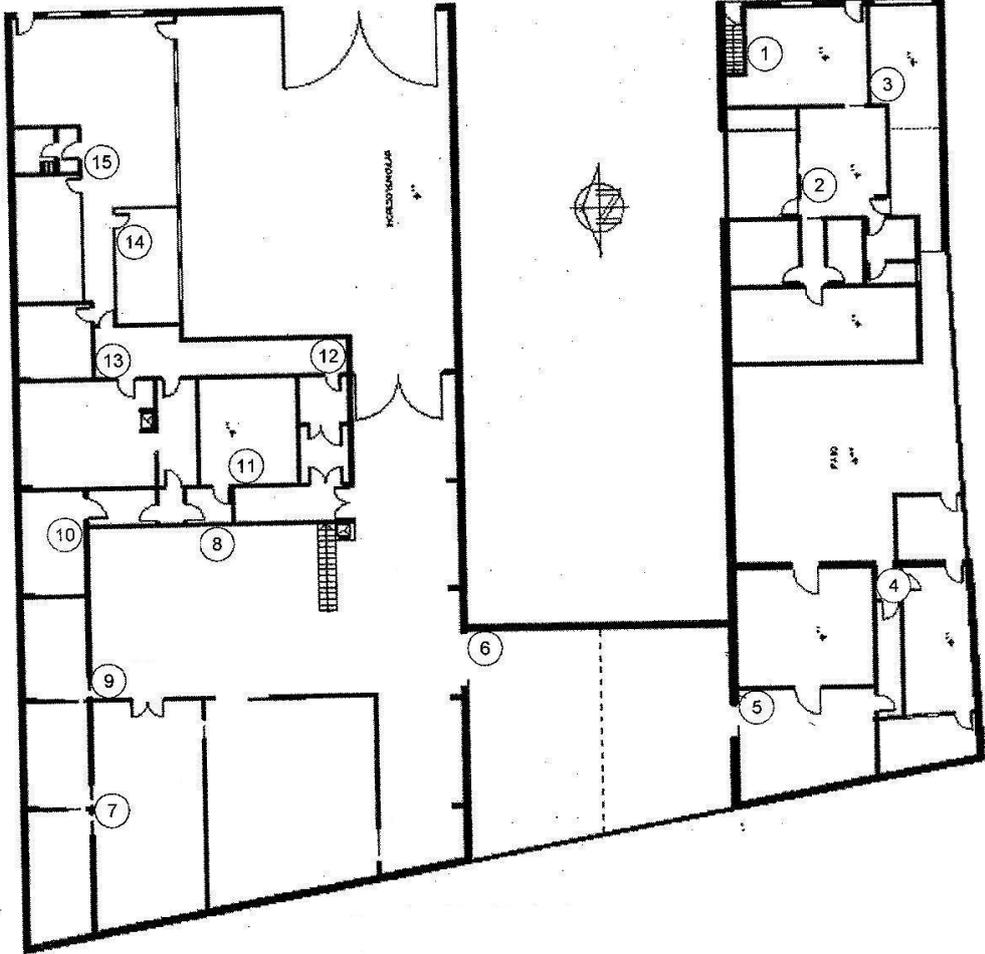
Sector de incendio 3, planta alta:



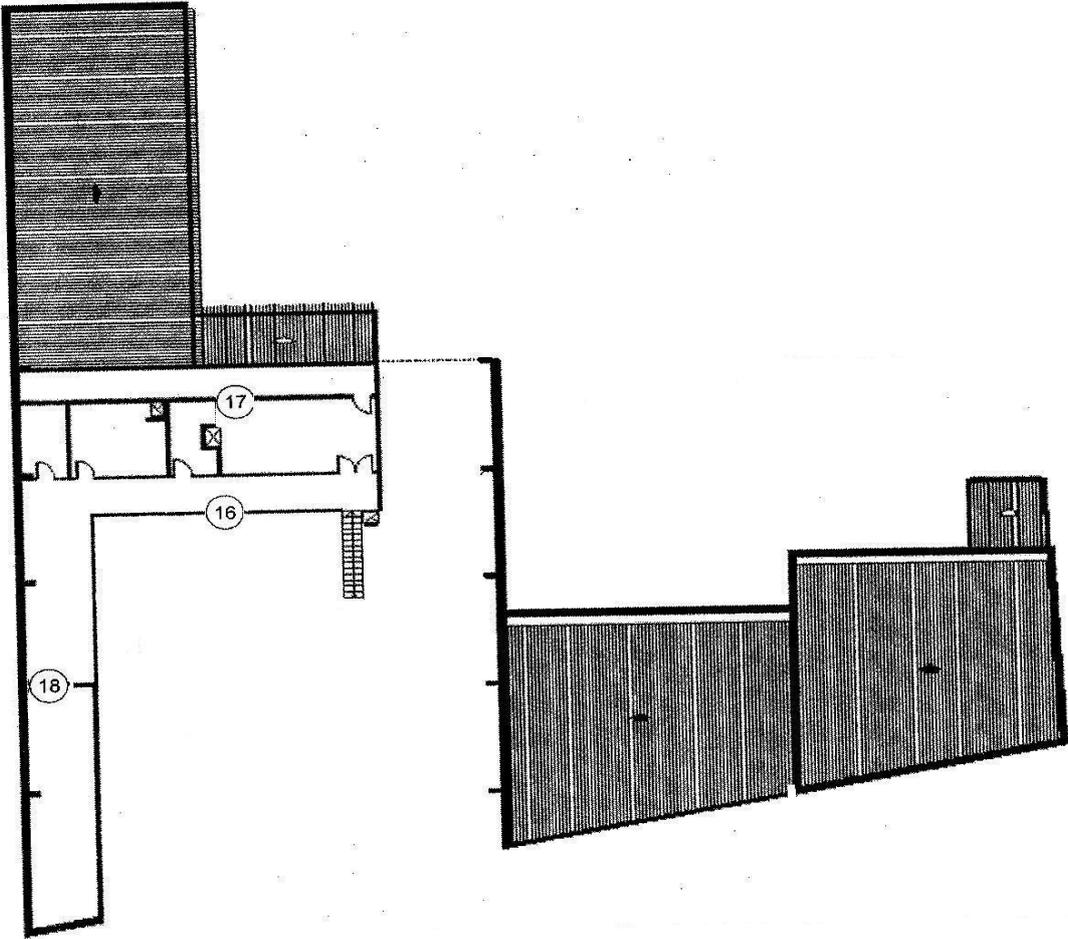
Sector de incendio 3

ANEXO 2:

Ubicación de matafuegos en planta baja



Ubicación de matafuegos en planta alta



ANEXO 3:

Cuadro de Protección contra Incendio (Condiciones Específicas)

USOS	RIESGO	SITUACION		CONTRUCCION											CONDICIONES									
		S1	S2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
VIVIENDA RESIDENCIA COLECTIVA	3			⊗																				
COMERCIO	BANCO-HOTEL (CUALQUIER DENOMINACION)	3		⊗										⊗									⊗	
	ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS	3		⊗																			⊗	
	LOCALES COMERCIALES	2		⊗	⊗																			
		3		⊗	⊗																			
	GALERIA COMERCIAL	4		⊗	⊗																			⊗
	SANIDAD Y SALUBRIDAD	3		⊗	⊗										⊗									⊗
INDUSTRIA	2		⊗	⊗																				
	3		⊗	⊗																				
	4		⊗	⊗																				
DEPOSITO DE GARRAFAS	1	⊗	⊗											⊗										
DEPOSITOS	2	⊗	⊗																					
	3		⊗	⊗																				
	4		⊗	⊗																				
EDUCACION	4		⊗	⊗																				
ESPECTACULOS Y DIVERSIONES	CINE, TEATRO, CINE-TEATRO (+200 LOCALID)	3		⊗	⊗									⊗	⊗								⊗	
	TELEVISION	3		⊗	⊗									⊗	⊗									
	ESTADIO	4		⊗	⊗									⊗	⊗									
	OTROS RUBROS	4		⊗	⊗									⊗	⊗									
ACTIVIDADES RELIGIOSAS	4		⊗	⊗																				
ACTIVIDADES CULTURALES	4		⊗	⊗										⊗									⊗	
AUTOMOTORES	ESTACION DE SERVICIO-GARAJE	3		⊗	⊗																		⊗	
	INDUSTRIA-TALLER MECANICO-PINTURA	3		⊗	⊗																		⊗	
	COMERCIO-DEPOSITO	4		⊗	⊗																		⊗	
	GUARDA MECANIZADA	3		⊗	⊗																		⊗	
AIRE LIBRE (EXCLUSIVO PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO)	DEPOSITOS E INDUSTRIAS	2		⊗	⊗																		⊗	
		3		⊗	⊗																		⊗	
		4		⊗	⊗																		⊗	

NOTA: RIESGOS 1 Y 2 VER CAPITULO 7.10 Y 4.12.3 RESPECTIVAMENTE

⊗ GARAJE: NO CUMPLE LA CONDICION C-8 CUANDO NO TIENE EXPENDIO DE COMBUSTIBLE