



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA/PROYECTO TÉCNICO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA: DETERMINACIÓN DE LOS POSIBLES RIESGOS DE INCENDIO Y LOS
MÉTODOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE INGENIERÍA MEDIANTE EL
MÉTODO (GRETENER, PURT)

Autores:

ACOSTA SILVA PAULINA STEFANIA
VILLAMAR BRAVO DAVE MAURICIO

Tutor:

LAZO VENTO CARLOS MARIA

Milagro, Elija un elemento.

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Acosta Silva Paulina Stefania, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad **presencial** mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación “Determinación de los posibles riesgos de incendio y los métodos de prevención y protección de ingeniería mediante el método (GRETENER, PURT)”, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

Acosta Silva Paulina Stefania

Autor 1

CI: 1207967736

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Villamar Bravo Dave Mauricio, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad online, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación “Determinación de los posibles riesgos de incendio y los métodos de prevención y protección de ingeniería mediante el método (GRETENER, PURT)”, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

Villamar Bravo Dave Mauricio

Autor 2

CI: **0940816788**

APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE Elija un elemento

Yo, Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Tutor) en mi calidad de tutor del trabajo de Elija un elemento., elaborado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1). y Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2)., cuyo título es Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo, que aporta a la Línea de Investigación Haga clic aquí para escribir el nombre de la Línea de Investigación previo a la obtención del Título de Grado Haga clic o pulse aquí para escribir Título de Grado.; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso previa culminación de Trabajo de Elija un elemento de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Tutor).

Tutor

C.I: Haga clic aquí para escribir cédula (Tutor).

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Elija un elemento, previo a la obtención del título (o grado académico) de Elija un elemento. Presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1).

Con el tema de trabajo de Elija un elemento: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo.

Otorga al presente Trabajo de Elija un elemento, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[]
Defensa oral	[]
Total	[]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) _____

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos				Firma
Presidente	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Presidente.				
Secretario /a	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Secretario				
Integrante	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Integrante.				

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Elija un elemento, previo a la obtención del título (o grado académico) de Elija un elemento. Presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2).

Con el tema de trabajo de Elija un elemento: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo.

Otorga al presente Trabajo de Elija un elemento, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[]
Defensa oral	[]
Total	[]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) _____

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos				Firma
Presidente	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Presidente.				
Secretario /a	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Secretario				
Integrante	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Integrante.				

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo investigativo a Dios, que nos permitió llegar hasta la culminación de nuestra carrera profesional.

A nuestros padres y abuelos por apoyarnos en nuestra formación e inculcarnos valores para ser personas de bien.

Finalmente, a los docentes por enseñarnos en la cátedra todo su conocimiento.

AGRADECIMIENTO

Estamos agradecidos con la Universidad Estatal de Milagro por acogernos y facilitarnos información acerca de cómo se va realizar el proyecto de investigación.

También, agradecemos al tutor asignado por asesorarnos en el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	I
DERECHOS DE AUTOR	II
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE Elija un elemento	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1	3
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Objetivos	8
1.3. Alcance	8
1.4. Estado del arte	8
CAPÍTULO 2	12
2. METODOLOGÍA	12
2.1. Tipo de estudio	12
2.2. Modalidad de la investigación	12
2.3. Método	12
2.4. Población y muestra	13
2.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	13
2.5.1. Fórmula del método Gretener	13
2.5.2. Cálculo del Método Gustav Purt	42
CAPÍTULO 3	56
3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	56
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas: Principal problema. Elaboración propia.....	5
Figura 2. Árbol de problemas: Objetivo General.....	6
Figura 3. Triángulo de fuego. Elaboración propia.	9
Figura 4. Tetraedro del fuego. Elaboración propia.	9
Figura 5. Tiempo de llegada del cuerpo de bombero	32
Figura 6. Ruta de E.P. Cuerpo de Bomberos de Milagro a CNEL EP Milagro	48
Figura 7. Diagrama de medidas.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Designación de peligro.....	14
Tabla 2. Identificación de materiales combustibles.	16
Tabla 3.Tabla de grado de peligrosidad	17
Tabla 4. Factores humanos y de la empresa.....	17
Tabla 5.Riesgo de activación	18
Tabla 6.Carga térmica mobiliaria.....	18
Tabla 7.Factor q en función de la carga mobiliaria.....	19
Tabla 8. Materiales predominantes combustibles	20
Tabla 9. Materiales predominantes.	20
Tabla 10. Determinación de combustibilidad.....	20
Tabla 11. Determinación del peligro de humo	21
Tabla 12.Factor del peligro de corrosión y toxicidad.....	22
Tabla 13.Factor de la carga térmica inmobiliaria.....	22
Tabla 14.Elementos de fachada/tejado.....	23
Tabla 15.Área/Estructura portante/fachada/tejado	23
Tabla 16. Altura de un local "e"	24
Tabla 17.Resultados del factor altura según las áreas de estudio.....	25
Tabla 18. Altura y ancho de las áreas.....	25
Tabla 19. Identificación del tipo de construcción	26
Tabla 20. Tamaño del comportamiento cortafuego.....	26
Tabla 21. Resultados obtenidos del comportamiento de fuego "g"	27
Tabla 22. Obtención de los datos	28
Tabla 23. Check list: Tipos de extintores	28
Tabla 24. Medidas normales de protección.....	29
Tabla 25. Resultados obtenidos de las Medidas de protección	30
Tabla 26.Medidas especiales de protección "S"	32
Tabla 27. Resultados obtenidos de las medidas especiales de protección "S"	34
Tabla 28.Medidas de protección inherentes a la construcción "F"	35
Tabla 29. Resultados de las medidas de inherentes de la construcción "F"	36
Tabla 30. Resultados obtenidos aplicando la fórmula.....	37
Tabla 31. Fórmula: factores de protección.....	37
Tabla 32. Resultados obtenidos aplicando fórmulas	38
Tabla 33. Resultados obtenidos aplicando fórmulas	38
Tabla 34. Riesgo de incendio efectivo	39
Tabla 35. Factor de riesgo normal PH, E	40
Tabla 36. Resultados obtenidos del riesgo de incendio aceptado	41
Tabla 37. Coeficiente de seguridad contra incendio	42
Tabla 38. Determinación de carga calórica	43
Tabla 39. Coeficiente de la carga térmica (Q_m).....	44
Tabla 40. Determinación de índice de combustibilidad	45
Tabla 41. Coeficiente de Combustibilidad (C).....	46
Tabla 42. Coeficientes de carga calorífica del inmueble (Q_i)	46
Tabla 43. Coeficiente influencia del sector corta fuego (B).....	47
Tabla 44. Coeficiente de distancia y tiempo de llegada de los bomberos (L).....	48
Tabla 45. Coeficiente de resistencia al fuego (W)	49
Tabla 46. Coeficiente de reducción del riesgo (R_i).....	50
Tabla 47. Coeficiente del peligro a las personas (H)	51

Tabla 48. Coeficiente de destructibilidad (D)	52
Tabla 49. Coeficiente del daño por humo (F)	52
Tabla 50. Asignación de coeficientes para el cálculo GR	53
Tabla 51. Asignación de coeficientes para el cálculo IR.....	53
Tabla 52. Análisis de los posibles resultados	54
Tabla 53. Riesgo intrínseco del incendio	66
Tabla 54. Riesgo intrínseco del incendio	67
Tabla 55. Materiales que combustionan.....	68

Título de Trabajo de Determinación de los posibles riesgos de incendio y los métodos de prevención y protección de ingeniería mediante el método (GRETENER, PURT)

RESUMEN

El riesgo de incendio siempre va existir ya sea en grandes, medianas y pequeñas empresa o edificios los cuales se pueden iniciar por errores humanos o a su vez a través de condiciones ambientales como es el calor y vapores.

La presente investigación se desarrolló para la determinación de los posibles riesgos de incendios y los métodos de prevención y protección de ingeniería mediante el método GRETENER y PURT en la empresa CNEL EP, en la cual se evaluó cuantitativamente las áreas de Distribución, Jurídica, Talento y Financiera obteniendo resultados de los factores de peligro como es la carga mobiliaria, combustibilidad, toxicidad y del peligro del humo y la evaluación de factores de protección como es las medidas normales y las medidas especiales de protección del método GRETENER y en el método PURT se calculó el Coeficiente de carga calorífica, coeficiente de combustibilidad, Valor adicional correspondiente a la carga calorífica del inmueble, coeficiente correspondiente a la situación e importancia del sector corta fuegos, coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción, factor correspondiente a la resistencia al fuego de la estructura portante de la construcción, coeficiente de reducción del riesgo y en cuanto al edificio el coeficiente de daño a las personas, coeficiente de peligro para los bienes y el coeficiente de influencia del humo-

Luego de la evaluación de las áreas se hallaron los cálculos pertinentes en la cual se obtuvo un valor superior de 1 en los métodos GRETENER, se concluye que las medidas de protección son suficientes en la empresa CNEL EP y en el método PURT el diagrama de medidas se obtiene en las áreas evaluadas, el sector 3; que indica que la instalación de elementos de predetección es necesaria y que la instalación automática de extinción no es apropiada al riesgo. Finalmente se empleó una propuesta de solución según los datos obtenidos.

PALABRAS CLAVE: Método GRETENER, Método PURT, Evaluación de incendio, Riesgo de incendio, Seguridad contra incendio.

Título de Trabajo Determinación de los posibles riesgos de incendio y los métodos de prevención y protección de ingeniería mediante el método (GRETENER, PURT)

ABSTRACT

Fire risks will always exist either in large, medium and small companies or buildings which can be started by human errors or through environmental conditions such as heat and fumes.

This research was developed to determine the possible fire risks besides of the prevention and protection methods of engineering such as GRETENER and PURT method, which we are going to analyze in CNEL EP company, in different areas, which are Distribution, Legal, Talent and Financial department, obtaining results of the danger factors such as the movable load, combustibility, toxicity and the danger of smoke besides the evaluation of protection factors such as the normal measures and the special protection measures of the GRETENER method and in the PURT method it was calculated the heat load coefficient, combustibility coefficient, Additional value corresponding to the heat load of the real property, coefficient corresponding to the situation and importance of the cut fire protection sector, coefficient corresponding to the time necessary to start extinguishing, factor corresponding to the fire resistance of the bearing structure of the construction, risk reduction coefficient and in terms of the building the coefficient of damage to people, coefficient of danger to property and the coefficient of influence of smoke.

After evaluating the areas, the pertinent calculations were found in which a value was higher than 1 in the in the GRETENER method, that is why we can conclude that the protection measures are sufficient by the company CNEL EP and in the PURT method the measurement diagram that was obtained in the evaluated areas, sector 3; which indicates that the installation of pre-detection elements is necessary and that the automatic extinguishing installation is not appropriate to the risk. Finally, a solution proposal was used according to the data obtained.

KEY WORDS: GRETENER method, PURT method, Fire assessment, Fire risk, Fire safety.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación fue realizada en la empresa CNEL EP la cual tiene como objetivo determinar los posibles riesgos de incendio y los métodos de prevención y protección de ingeniería mediante el método (GRETENER, PURT) para luego dar una propuesta de solución en relación a los datos obtenidos de cada una de las áreas de estudio.

Para analizar y determinar cada uno de los valores que se deben obtener en la aplicación de los métodos GRETENER Y PURT, se procedió a la recopilación de datos de la empresa en cuanto al contenido y edificio para la posterior formulación.

El método GRETENER se basa en la valoración cuantitativamente el riesgo de incendio ya sea en construcciones industriales y grandes edificios y el método PURT hace una valoración de los riesgos medianos de forma rápida en relación al edificio y su contenido.

La investigación de este proyecto técnico investigativo se realizó por el interés de conocer cómo se puede mitigar un conato de incendio y así mismo cuales son los materiales de propagación que existen en la empresa de estudio.

El desarrollo de este trabajo se inició con el capítulo I, el cual está conformado con el planteamiento del problema, los objetivos del trabajo investigativo, alcance, estado del arte y los respectivos antecedentes de los métodos de aplicación para la determinación del riesgo de incendio.

En el capítulo II, se evidenciará el tipo de metodología a aplicar con su respectiva modalidad, métodos y población a investigar seguidamente se procede con la aplicación de la metodología en la cual se procede a la aplicación del método GRETENER y PURT con sus respectivos resultados obtenidos.

En el capítulo III se desarrollará la propuesta de solución en relación a los datos obtenidos de los métodos empleados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y sus respectivos anexos.

1.1.Planteamiento del problema

Los riesgos de incendios es un peligro que siempre está presente en el entorno este se puede iniciar y expandir los cuales pueden generar humos y gases que llegan a la explosión y se expone la vida de cada una de las personas que se encuentran en el ambiente o entorno de una empresa, edificios, casas, instituciones públicas, entre otras.

○ Descripción de la instalación a evaluar

En la ciudad de Milagro se encuentra ubicada la sucursal CNEL EP Av. 17 de septiembre & Av. Cristóbal Colon, Edificio centro de atención a los clientes, esta unidad de negocio es una de las necesarias para los usuarios que necesitan hacer reclamos o solicitar cualquier tipo de requerimiento que ofrece la empresa.

Las características estructurales de las instalaciones del establecimiento, así como las paredes, techos, pisos y las instalaciones de suministro de oficina y todas las conexiones eléctricas existentes y todos los trabajadores y usuarios que acuden a la empresa suman un total de alrededor de 200 personas al día hacen que la posibilidad de iniciar un evento no deseado sea mayor.

○ Diagnóstico preliminar

Esta sucursal si cuenta con un reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, alarmas contra incendios y así mismo con extintores portátiles en condiciones óptimas. En cuanto al personal del establecimiento constantemente se les está dando charlas y capacitaciones de cómo actuar en caso de incendio.

Por otra parte, esta empresa no cuenta con espacios suficientes de evacuación, materiales inflamables, riesgos de caídas, entre otros que se detallaran en el árbol del problema.

Haciendo énfasis a la infraestructura y el acondicionamiento de toda la empresa se está haciendo nuevas oficinas para la atención a los clientes ya que se contaba con espacios reducidos y en algunas oficinas les hace falta mejorar el espacio,

Conjuntando todas estas variables mencionadas el riesgo siempre va a existir, ya que esta sucursal tiene un tamaño considerable podría originar una materialización de grandes incendios que puede conllevar hasta pérdidas humanas y materiales.

● Árbol de problemas

A continuación, se detallará el árbol de problemas en el cual se desarrollará nuestro tema de investigación.

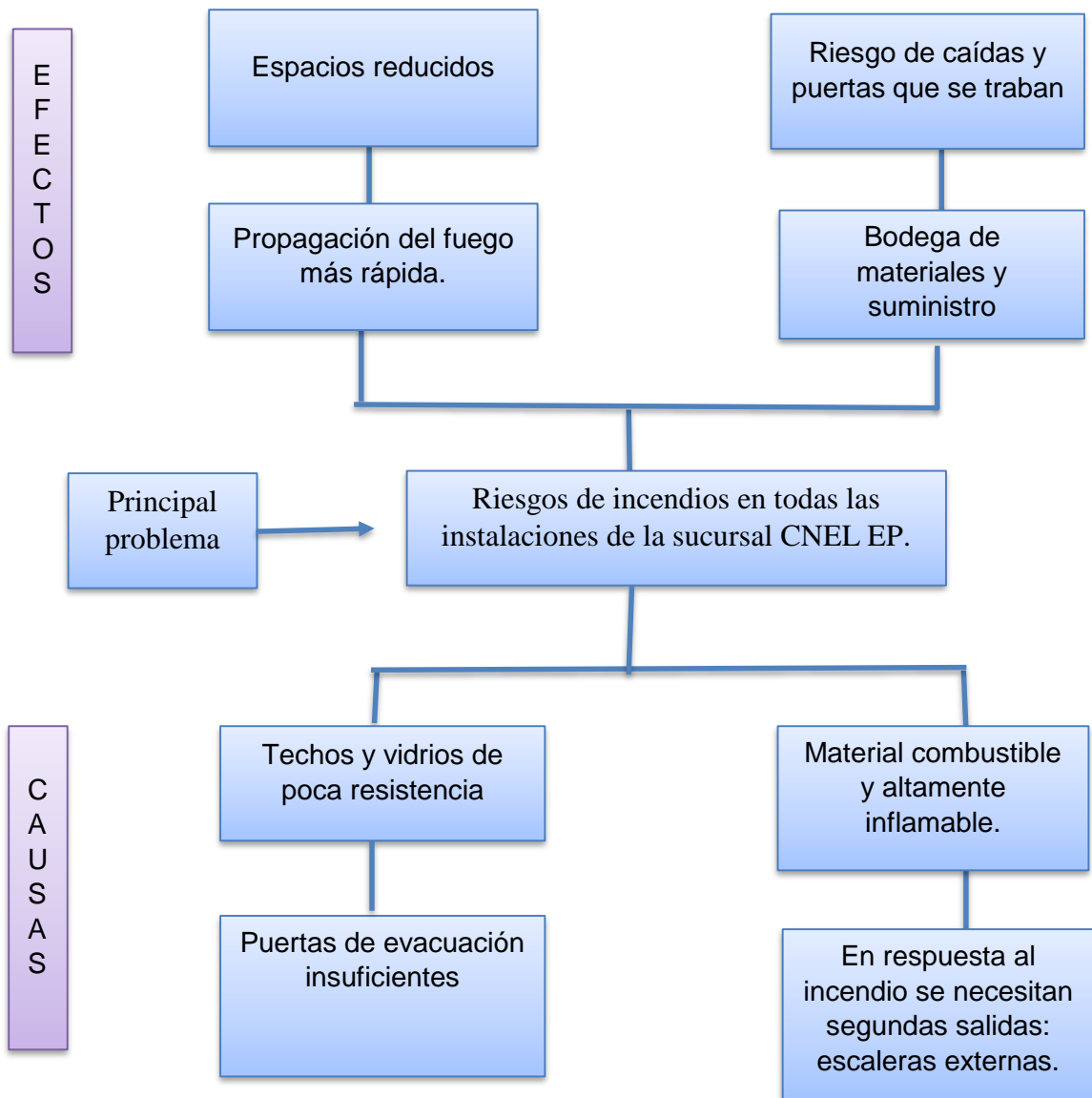


Figura 1. Árbol de problemas: Principal problema.

Fuente: Elaboración propia.

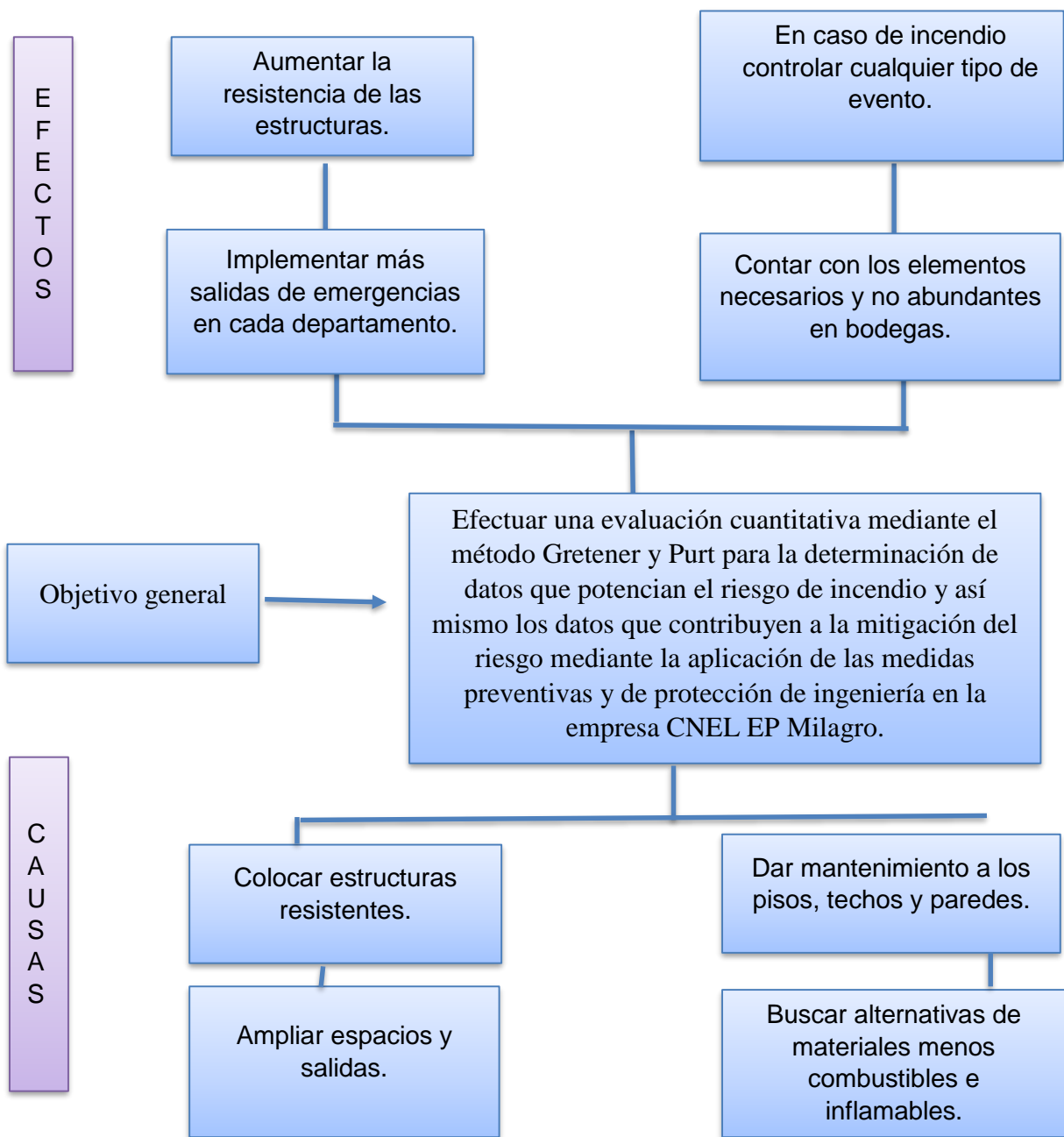


Figura 2. Árbol de problemas: Objetivo General.

Fuente: Elaboración propia

○ **Diagnóstico**

La sucursal CNEL EP Milagro, lleva varios años ya funcionando y ofreciendo servicios a los usuarios, por esta razón, cada vez más están a la expectativa de salvaguardar siempre la vida de cada uno de los trabajadores y clientes que hacen uso de la empresa, aunque esta sucursal si cuenta con el reglamento de prevención, mitigación y protección de incendios le falta por mejorar un poco más, para que el riesgo de incendio sea lo menor posible, ya que siempre debemos de saber que el riesgo va a existir.

Es por esta razón que en el árbol de problemas se expuso todo lo que queremos analizar para validar nuestra investigación en cuánto a la estimación del riesgo cuantitativamente a través del método Gretener y Purt para luego implementar todas las medidas de control que sean adecuadas para la empresa y poder combatirlos de forma más eficaz.

○ **Control del diagnóstico**

Aquellos factores que representan la mayor probabilidad de incentivar un incendio al interior de la empresa, en este caso tenemos:

- Material combustible e inflamable innecesario.
- Almacenamiento de materiales inadecuado.
- Espacios reducidos: insuficientes puertas de evacuación.
- Infraestructura poco resistente al fuego.

Además, debemos identificar cuáles son los factores que contribuyen a la propagación y mitigación del incendio.

Propagación	Mitigación
<ul style="list-style-type: none">• Materiales de bodegas• Archivos• Vidrios inadecuados.• Techo y paredes inflamables.	<ul style="list-style-type: none">• Extintores portátiles• Capacitación al personal en uso de extintores• Sistemas automáticos de alarmas contra incendios.• Plan de emergencia.

Una vez conocidos los factores tanto positivos como negativos del riesgo de incendio se debe implementar medidas que refuercen y corrijan respectivamente todos los factores mencionados para así realizar nuevamente una evaluación cuantitativa del riesgo de incendio con la finalidad de verificar la efectividad de cada una de las acciones tomadas.

En fin el problema de cada año en las empresas es que están expuestas a distintos riesgos de incendios, para la aplicación y demostración de este proyecto técnico la empresa a analizar es la institución pública CNEL EP Milagro, en la cual se basa en la evaluación de cada uno de los riesgos de incendio que existen en una empresa y así mismo como aplican

los diferentes métodos de prevención y protección que son utilizados para disminuir o mitigar cada uno de los daños que se pueden ocasionar en caso de incendio mediante la aplicación de método Gretener y Purt.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Efectuar una evaluación cuantitativa mediante el método Gretener y Purt para la determinación de datos que potencian el riesgo de incendio y así mismo los datos que contribuyen a la mitigación del riesgo mediante la aplicación de las medidas preventivas y de protección de ingeniería en la empresa CNEL EP Milagro.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Valorar cuantitativamente el riesgo real de incendio teniendo en cuenta los factores de propagación y mitigación del riesgo de incendio.
- Utilizar el método Gretener y Purt como medida de evaluación de riesgo existente para implementar las medidas de prevención y protección que garanticen una infraestructura y patrimonio de la empresa CNEL EP Milagro.

1.3.Alcance

La importancia de esta investigación pretende concienciar a los responsables de la empresa que se debe implementar métodos y medidas de prevención de riesgos laborales eficientes que garanticen la seguridad y bienestar de todos los usuarios y trabajadores quienes conforman dicha empresa.

La investigación y evaluación de esta problemática se realizará según los métodos de prevención y protección (GRETENER, PURT) de ingeniería basada en el análisis de los datos obtenidos para determinar el grado de los posibles incendios dentro de la sucursal CNEL EP Milagro.

1.4.Estado del arte

Para entrar a detalles de la investigación es necesario hacer énfasis a las diferencias que existen entre fuego e incendio para proceder a realizar una investigación exhaustiva con respecto a todos los riesgos de incendios.

Fuego

Es el proceso de combustión caracterizado por la presencia de llamas, luz y humo, el cual puede ser controlado por el hombre. Hay que saber que todo esto cuenta de tres elementos indispensables para iniciarse, el cual se lo define como el triángulo del fuego. (Albornoz&Chereau&Araya)

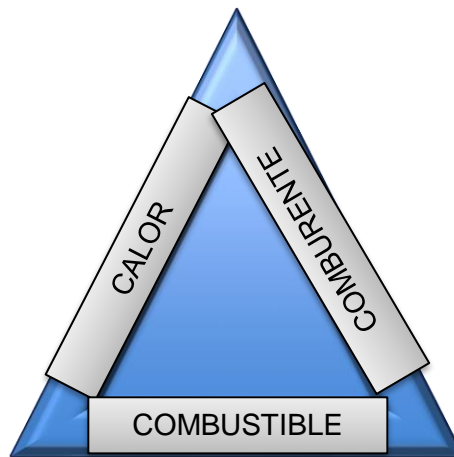


Figura 3. Triángulo de fuego. Elaboración propia.

Una vez iniciado un fuego este se puede expandir o puede apagarse, hay que tener en cuenta que para el fuego siga expandiéndose es porque se originó la reacción en cadena que es el cuarto eslabón del fuego, a continuación, en la siguiente figura se presentan los eslabones.

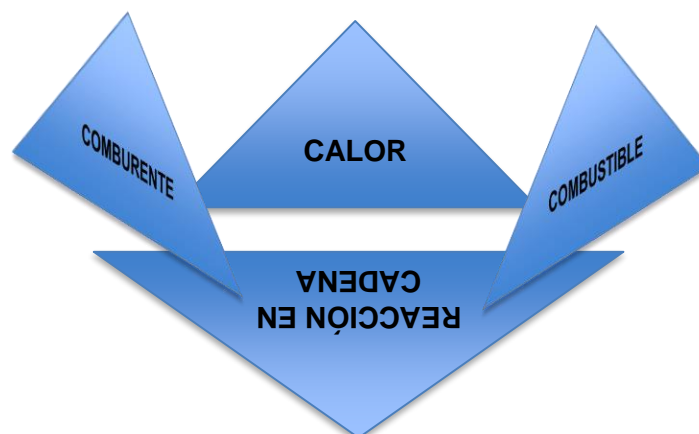


Figura 4. Tetraedro del fuego. Elaboración propia.

Incendio

“Es un fuego fuera de control el cual se propaga en el tiempo y espacio, además no puedo ser controlado por el hombre, es decir, es un fuego fuera de control” (Casey)

Una vez conocido las diferencias de estos dos términos podemos comenzar a hablar acerca de todos los antecedentes que existen con respecto al tema de investigación comenzaremos a detallar acerca de diferentes investigaciones realizadas en relación al método Gretener y Purt, que van a ser empleados a la empresa CNEL EP Milagro.

Riesgo de incendio

“Se refiere al peligro de que un incendio se pueda iniciar o expandir y pueda ocasionar daños materiales y humanos”. (*Duarte&Piqué, 2001*)

Seguridad contra el incendio

“Hace énfasis al conjunto de medidas y elementos de protección que posea un edificio, empresa, entre otros para combatir el fuego y así poder minimizar los daños que se puedan generar”. (*FREMAP, 2015*)

Riesgos laborales

“Se refiere a todos los peligros existentes de una profesión o de una tarea asignada por la empresa”. (*Badía, 1985*)

Peligro potencial

“Se refiere a la amenaza existente contra la vida u propiedad, es decir es un peligro latente que está a la espera de ser efectuado”. (*Echemendía, 2011*)

MÉTODO GRETENER

Es un instrumento de trabajo diseñado por el ingeniero Gretener en suiza en 1960 y 1965, que sirve para establecer el riesgo de incendio, es la metodología más utilizada por las diferentes compañías suizas de seguro para establecer los prismas de los diferentes edificios y que en muchos países se ha convertido en una norma de policía de incendio para evitar diferentes riesgos de incendios. (Arroyo, 2011)

Además, este método nos ofrece un cálculo global del riesgo de incendio, con un valor que nos indicará si el riesgo que existe en dicha empresa escogida es aceptable o no.

Según en una investigación realizada por (Almeida, 2015); en la cual evalúan el riesgo de incendio de la empresa Meneses e hijos ubicada en la ciudad de Quito por el método GRETENER el cual consiste en la evaluación cuantitativa de la capacidad que posee un

edificio para mitigar o iniciar un conato de incendio. Los resultados obtenidos durante esta investigación se obtuvieron es inaceptable el riesgo que existe ya que posee muchos elementos que propagan un incendio y además no cuenta con capacitaciones o charlas de riesgos contra incendios y tampoco se encuentran equipados para mitigar el fuego.

En otra investigación realizada por (Universidad de Sevilla) en el cual evalúan a una empresa Industrial Envasadora mediante el método Gretener en la cual se obtuvo resultados favorables ya que se obtuvo que la seguridad contra incendios es suficiente para mitigar un incendio.

Al ser referencia a estos dos casos de estudios mencionados se llega a la conclusión que este método de evaluación es efectivo para definir el grado de aceptación o no aceptación en cuanto a las estructuraciones del edificio si son adecuados y así mismo si cuenta con todo el reglamento de prevención y protección contra incendio.

MÉTODO PURT

Según (Villanueva, 1984) define a este método como:

“Una derivación simplificada del método Gretener, es decir, que ofrece una valoración del riesgo de tiempo mediano de forma rápida y que se basa en dos parámetros el cual es el riesgo para el edificio y del su contenido. Además, hay que tener en cuenta que este método no determina a precisión el tipo de sistema de detección de incendio, sino que se encarga el técnico de seguridad para luego realizar un estudio a profundidad.”

Según estudios realizados por (Sánchez, 2020) en la empresa INDUFARD EIRL, en el cálculo de riesgo del edificio GR y el cálculo de contenido IR, dio como resultado un promedio de 3 en la cual se concluye que el nivel de riesgo de incendio es de 4 el cual indica que es el riesgo elevado.

Los casos mencionados tanto del método Purt y Gretener nos permitirá encaminarnos acerca de cómo vamos a proceder a realizar nuestra investigación e relación a los métodos a emplear y todas las variables que debemos tener en cuenta para realizar dicha investigación.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En este capítulo analizaremos acerca de cómo se va a realizar el estudio del problema de investigación, es decir, en este caso determinar los riesgos de incendios a través del método Gretener y Purt en la empresa CNEL EP Milagro.

2.1. Tipo de estudio

2.1.1. Descriptivo

Este tipo consiste en implementar una evaluación de riesgos de incendios para la empresa CNEL EP Milagro, la cual se basa en el análisis de los diferentes factores de milagro que contribuyen a la mitigación o propagación de un incendio, y a partir de este análisis determinar una propuesta que permita aplicar medidas correctivas y acciones que contribuyan a disminuir el origen del riesgo de incendio real a través del método Gretener y Purt.

2.2.Modalidad de la investigación

2.2.1. De campo

En esta modalidad podemos dividirlos en el estudio de los métodos a emplear y la otra en todas las medidas que se tomarán en realización a los métodos empleados.

En la primera parte hay que analizar cada uno de los factores de propagación de incendios y así mismo los de mitigación para analizar cada uno de los riesgos potenciales presentes.

En la segunda parte como vamos a aplicar las medidas de protección y prevención según los datos obtenidos mediante la primera fase.

Contextualizando las dos fases para el análisis de estos se necesita levantar información de todas las áreas que está compuesta la empresa, las estructuras de que se componen para que de esa forma los métodos que vamos a emplear se apeguen a la realidad de la empresa para que así al momento de proponer soluciones sean concretas y útiles para la empresa.

2.3.Método

2.3.1. Método inductivo- deductivo

Al hablar de la obtención de datos a través del método Gretener y Purt que parte desde la observación y registro de datos el método más adecuado para estos es el inductivo deductivo ya que este método permite hacer conclusiones a una serie de

proposiciones que se asumen que son verdaderas, cabe señalar que estas conclusiones se tomaran en base a las primicias con validez; es por esta razón, que se escoge este método para que la información que sea proporcionada en esta investigación se apegue siempre a la realidad de la empresa CNEL EP Milagro.

2.4.Población y muestra

Esta investigación se realizará en toda la sucursal CNEL EP Milagro, la cual está constituida por el área de atención al cliente, departamento de coactiva, departamento de talento humano, dirección técnica, dirección comercial, dirección financiera, dirección jurídica, dirección de tics, departamento de recaudación, departamento de usuarios industriales y el departamento de pérdidas.

2.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

2.5.1. Fórmula del método Gretener.

El riesgo de incendio efectivo se calcula para el comportamiento cortafuego más grande o peligroso que pueda generarse en un edificio.

El cálculo para el método **Gretener** se basa en:

$$R = b + a + pe = \frac{P}{M} = \frac{P}{N * S * F}$$
$$R = \frac{q * c * f * k * i * g * e}{N * S * F}$$

Donde:

R= Riesgo efectivo de incendio

b= Riesgo de exposición al incendio (Riesgo efectivo)

a= Riesgo de activación (Riesgo efectivo)

Pe= Riesgo para las personas (Riesgo efectivo)

P= Riesgo potencial de incendio (Valor Normal 1,3)

M= Medidas de protección

N= Medidas normales de protección.

S= Medidas especiales de protección

F= Resistencia al fuego del edificio

$$P = q * c * f * k * i * g * e$$

Tabla 1.Designación de peligro

FACTOR	DESIGNACIÓN DE PELIGRO	ATRIBUCIÓN
Q	Carga Térmica mobiliaria	Peligros inherentes al contenido
C	Combustibilidad	
F	Producción de humos	
K	Riesgo de corrosión/toxicidad	Peligros inherentes al edificio
I	Carga térmica inmobiliaria	
E	Altura y número de plantas	
G	Geometría y dimensiones	

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.1.Atribución: Definiciones

Designación de los peligros inherentes al contenido

- **Carga térmica mobiliaria:** Esta carga qm comprende cada comportamiento cortafuego, la cantidad total de calor desprendida en la combustión completa de todas las materias mobiliarias, dividida por la superficie del suelo del comportamiento cortafuego (Unidad: MJ/m²)
- **Combustibilidad:** Hace énfasis a la cuantificación de la inflamabilidad y a la velocidad de combustión de las materias combustibles.
- **Peligro de corrosión/toxicidad:** Hace énfasis a la materia que hace arder cantidades grandes de gases corrosivos o tóxicos.

Designación de los peligros inherentes al edificio

- **Carga térmica inmobiliaria:** Este término hace énfasis a la parte combustible que contiene el edificio en los diferentes elementos de construcción, es decir, el techo, piso, estructura, suelos, fachada y la influencia en la propagación del incendio.
- **Altura y número de plantas:** Se cuantifica el número de pisos en función a la situación de las plantas y las dificultades que tienen las personas al momento de evacuar.
- **Geometría y dimensiones:** Cuantifica la probabilidad de propagación horizontal del incendio. Cuánto más importante sean las dimensiones de un comportamiento de cortafuego (AB) más desfavorable es la lucha contra el fuego.

2.5.1.2. Medidas de protección

○ **Medidas normales (N)**

$$N = n_1 * n_2 * n_3 * n_4 * n_5 * n_6 * n_7 * n_8$$

Las medidas generales de protección van desde el factor n_1 al n_8 .

- n_1 =Factor de los extintores
- n_2 = Factor de la boca de incendio
- n_3 = Factor del abastecimiento del agua
- n_4 = Factor del caudal de agua disponible
- n_5 = Factor de la presión de hidrantes
- n_6 = Factor de la distancia de hidrantes
- n_7 = Factor de la brigada de extinción propia
- n_8 = Factor de la distancia de bomberos

○ **Medidas especiales (S)**

$$S = s_1 * s_2 * s_3 * s_4 * s_5 * s_6$$

Los factores del s_1 a s_6 permiten evaluar todas las medidas complementarias de protección establecidas con vista a la detección y lucha contra al fuego.

- s_1 = Detección del fuego
- s_2 = Transmisión de la alarma
- s_3 = Disponibilidad de bombero
- s_4 = Tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos
- s_5 = Instalación de extinción
- s_6 = Instalaciones de evacuación de calor y humo.

○ **Medidas de resistencia al fuego del edificio (F)**

$$F = f_1 * f_2 * f_3 * f_4$$

El factor F representa la resistencia al fuego de dicho inmueble.

- f_1 = Resistencia al fuego de la estructura del edificio
- f_2 = Resistencia al fuego de la fachada
- f_3 = Resistencia al fuego de las separaciones de las plantas teniendo en cuenta las comunicaciones verticales
- f_4 = Dimensión de las células cortafuego, teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como evacuación de calor y humo.

2.5.1.3. Recopilación de datos del método GRETENER

2.5.1.3.1. Factores inherentes al contenido

a) Factor carga térmica mobiliaria “q”

Para determinar la carga térmica mobiliaria primero se tiene que calcular el Qm, el método indica que se realiza por cada área. En la siguiente tabla se muestra todas las inspecciones de las instalaciones y materiales combustibles de cada área.

Tabla 2. Identificación de materiales combustibles.

ÁREAS	MATERIALES			FOTOGRAFÍA
Distribución	Papel	Cableado	Escritorio de madera	
Jurídica	Papel	Cableado	Escritorio de madera	
Talento humano	Papel	Sillas	Escritorio de madera	
Financiera	Papel	Cableado	Escritorio de madera	

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados los materiales combustibles para el cálculo de la carga de fuego de superficie se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_s = \sum \frac{G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}_2\text{)}$$

Donde:

Q_s= Carga de fuego de superficie

G_i= Peso de materiales combustibles (Kg)

Q_i= Poder calorífico de los materiales

C_i= Grado de peligrosidad

A= Superficie del área

R_a= Riesgo de activación

Según la fórmula, para el G_i primero se haya el peso de cada uno de los materiales (kg) que han sido seleccionados, para el Q_i se ha empleado la tabla del poder calorífico de materiales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 1971) (Anexo 1) y para C_i y R_a se detallaran en las siguientes tablas.

Tabla 3. Tabla de grado de peligrosidad

Valores del coeficiente de peligrosidad por combustible		
ALTA	MEDIA	BAJA
Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como subclase B2, en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1
Líquidos clasificados como subclase B2, en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1	
Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100°C	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100°C y 200°C.	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200°C
Productos que pueden formar mezclas explosivas con aire	Sólidos que emiten gases inflamables	
Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire.		
Ci= 1.6	Ci= 1.30	Ci= 1.00

Fuente: (INSHT, 1971)

En cuanto a la tabla de riesgo de activación viene dada, por dos factores:

Los factores propios de la empresa y los humanos, en la siguiente tabla se detallan:

Tabla 4. Factores humanos y de la empresa

FACTORES DE LA EMPRESA	FACTORES HUMANOS
<i>Peligros eléctricos</i>	Desorden de materiales
<i>Peligros mecánicos</i>	Mantenimiento incorrecto
<i>Peligros químicos</i>	Indisciplina
	Trabajos libres

Fuente: Elaboración propia

Se detallará la tabla de riesgo de activación:

Tabla 5. Riesgo de activación

FACTOR RA	RIESGO DE ACTIVACIÓN	EJEMPLOS
0,85	Débil	Museos
1,00	Normal	Apartamentos, hoteles, oficinas, fabricación de papel
1,20	Medio	Fabricación de máquinas y aparatos
1,45	Alto	Laboratorios químicos, Talleres de pintura, soldadura y mecánicos.
1,80	Muy elevado	Fabricación de fuegos artificiales, barnices y pinturas.

Fuente (CEPREVEN, 1975)

Se obtuvo un factor Ra de 1,00 debido a que representan un riesgo de activación normal.

Los Resultados de la carga térmica mobiliaria Qm, se detallan a continuación:

Tabla 6. Carga térmica mobiliaria

	Material	Unidades	Masa (Kg)	Masa total (Gi)	Qi	Ci	Ra	Superficie del área (A)	MJ/m ²
Distribución	Papel	25	6	150	16,7	1,00			111,33
	Cableado	30	15	450	21	1,00		22,5	420
	Escritorio de madera	3	30	90	16,7	1,00	1,00		66,8
	TOTAL								598,13
Jurídica	Papel	22	5	110	16,7	1,00			81,64
	Cableado	25	13	325	21	1,00		22,5	303,33
	Escritorio de madera	4	40	160	16,7	1,00	1,00		118,75
	TOTAL								503,72
	Papel	30	6	180	16,7	1,00			133,6

Talento humano	Sillas de plástico	8	2,85	22,8	25,1	1,00			25,43
	Escritorio de madera	5	50	250	16,7	1,00	1,00	22,5	185,55
TOTAL									344,58
Financiera	Papel	15	4	60	16,7	1,00			44,53
	Cableado	4	2	8	21	1,00			7,46
	Escritorio de madera	2	20	40	16,7	1,00	1,00	22,5	29,68
TOTAL									81,67

Fuente: Elaboración propia

$G_i = \text{Unidades} * \text{Masa (kg)}$

$\text{MJ/m}^2 = (\text{Masa} * Q_i) / A$

(INSHT, 1971) Una vez obtenido el valor de Q_m se puede obtener el valor de q , a continuación, la siguiente tabla:

Tabla 7. Factor q en función de la carga mobiliaria

DETERMINACIÓN DEL FACTOR q EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE INCENDIO MOBILIARIO (Q_m)								
Q_m (MJ/m ²)	Q	Q_m (MJ/m ²)	Q	Q_m (MJ/m ²)	Q	Q_m (MJ/m ²)	Q	Q
0	50	0,6	401	600	1,3	5001	7000	2,0
51	75	0,7	601	800	1,4	7001	10000	2,1
76	100	0,8	801	1200	1,5	10001	14000	2,2
101	150	0,9	1201	1700	1,6	14001	20000	2,3
151	200	1,0	1701	2500	1,7	20001	28000	2,4
201	300	1,1	2501	3500	1,8	Más de	28000	2,5
301	400	1,2	3501	5000	1,9			

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Según los datos obtenidos de las áreas evaluadas la carga de fuego es mayor en distribución con un Q_m de 598,13 dándole un valor de $q=1,3$; en el área Jurídica se obtuvo

el Qm de 503,72 dándole un valor de $q=1,3$; en el área de Talento humano se obtuvo el Qm de 344,58 dándole un valor de $q=1,2$ y por último en el área financiera se obtuvo un Qm de 81,67 dándole un valor de $q= 0,8$.

Estos resultados obtenidos son el total de calor desprendido de los materiales mobiliarios que existen dentro de cada área y se obtuvo que, en el área de distribución, Jurídica y talento humano presenta un factor q más alto que el área financiera.

b) Factor combustibilidad “c”

Para calcular el valor de “c” se toma en cuenta el material que más predomina en cada una de las áreas en el cual se puede observar en la tabla 5 y así mismo los valores de la carga mobiliaria que se encuentran en el anexo 2.

Tabla 8. Materiales predominantes combustibles

Distribución			Jurídica		
Materiales	Materia prima	Masa total (kg)	Materiales	Materia prima	Masa total (kg)
Cableado, papel	Pvc y celulosa	600	Cableado y escritorio de madera	Madera y Pvc	395

. Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Materiales predominantes.

Talento humano			Financiera		
Materiales	Materia prima	Masa total (kg)	Materiales	Materia prima	Masa total (kg)
Escritorios	Madera	250	Papel	Celulosa	60

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los materiales que más predominan en las áreas de investigación se procede a determinar el resultado del factor combustibilidad, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 10. Determinación de combustibilidad.

DETERMINACIÓN DE COMBUSTIBILIDAD	
Combustibilidad	“c”
Distribución	1,0
Jurídica	1,2
Talento Humano	1,2
Financiero	1,0

Fuente (CEPREVEN, 1975)

El valor c de combustibilidad representa la velocidad e inflamabilidad de los materiales que se encuentran en cada una de las áreas de la Empresa CNEL EP, Milagro. Los resultados obtenidos fueron los que están detallados en la Tabla 9.

c) Factor de peligro de humo “r”

Los respectivos valores de “r” se encuentran en el anexo 2, en la siguiente tabla se detallan:

Tabla 11. Determinación del peligro de humo

DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE HUMO	
Peligro de humo	“r”
Distribución	1,0
Jurídica	1,0
Talento Humano	1,0
Financiero	1,0

Fuente (CEPREVEN, 1975)

Los resultados obtenidos en la Tabla 10, muestra la intensidad de humo los cuales se muestran que tiene un valor elevado ya que al combustionar los cables genera un humo muy intenso y tóxico que provocaría que al momento de ocurrir un incendio se dificulte la salida de las personas, por otra parte, la madera se combustiona rápido, pero con humo más claro.

d) Factor del peligro de corrosión y toxicidad “k”

Los valores se obtienen del anexo 2, a continuación, la siguiente tabla:

Tabla 12. Factor del peligro de corrosión y toxicidad

DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE CORROSIÓN Y TOXICIDAD	
Peligro de corrosión y toxicidad	“k”
Distribución	1,0
Jurídica	1,0
Talento Humano	1,0
Financiero	1,0

Fuente (CEPREVEN, 1975)

Los resultados obtenidos muestran que tiene un peligro de corrosión de 1,0 en todas las áreas de investigación, los materiales predominantes como la madera de los escritorios y el cableado generan humo tóxico que es dañino para todas las personas que pueden llegar a estar durante un conato de incendio.

2.5.1.3.2. Factores inherentes al edificio

a) Factor de la carga térmica inmobiliaria “i”

Para calcular de la carga térmica inmobiliaria se procedió a verificar el material de la infraestructura de CNEL EP, Milagro, la siguiente tabla muestra los materiales inmobiliarios.

Tabla 13. Factor de la carga térmica inmobiliaria

ÁREA	Materiales					Fotografía
	Estructura	Fachada y techo	Puertas	Paredes	Pisos	
Distribución	Hormigón	Gypsum y tumbado de yeso	Vidrio	Gypsum	Cerámica	
Jurídica	Hormigón	Gypsum y tumbado de yeso	Vidrio	Gypsum	Cerámica	
Talento Humano	Hormigón	Gypsum y tumbado de yeso	Vidrio	Gypsum	Cerámica	
Financiera	Hormigón	Gypsum y tumbado de yeso	Vidrio	Gypsum	Cerámica	

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos en la tabla 12, nos servirá para calcular el factor “i” en la cual vamos a obtener el valor mediante la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 14. Elementos de fachada/tejado

ELEMENTOS DE FACHADA/TEJADOS			
	Hormigón, Ladrillos Metal (incombustible)	Componente de fachada incombustible (combustible protegido)	Maderas Materias sintéticas (combustible)
Hormigón, ladrillo, acero, otros metales (incombustible)	1,0	1,05	1,1
Construcción en madera revestida (combustible protegido)	1,1	1,15	1,2
Construcción en madera contrachapada y/o maciza (combustible)	1,1	1,15	1,2
Construcción en madera ligera	1,2	1,25	1,3

Fuente (CEPREVEN, 1975)

La tabla 14, muestras los valores que se asignan a los elementos de la fachada y estructura, a continuación, se muestra la tabla con sus correspondientes áreas:

Tabla 15. Área/Estructura portante/fachada/tejado

Área	Estructura portante	Estructura de Fachada/tejado	“i”
Distribución	Hormigón, ladrillo	Hormigón, ladrillo, vidrio y Gypsum	1,0
Jurídica	Hormigón, ladrillo	Hormigón, ladrillo, vidrio y Gypsum	1,0
Talento humano	Hormigón, ladrillo	Hormigón, ladrillo, vidrio y Gypsum	1,0
Financiera	Hormigón, ladrillo	Hormigón, ladrillo, vidrio y Gypsum	1,0

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 15, se obtuvo los valores de “i” que es la carga térmica inmobiliaria de los materiales que está estructurada la empresa CNEL EP, Milagro.

b) Factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local “e”

Para el desarrollo de este factor se necesita obtener la altura de las áreas de estudios y el número de pisos que tengan, como se muestra en la siguiente figura.

Para obtener el factor “e” se considera que el valor de carga mobiliaria Qm se lo utiliza para plantas de un nivel con su respectiva altura mientras que las plantas de dos o más niveles se determinarán con el valor “e”, a continuación, la siguiente tabla:

Tabla 16. Altura de un local "e"

Determinación de la altura de un local “e”			
Edificio de un solo nivel			
Altura útil del local	Qm pequeño $\leq 200 \text{ MJ/m}^2$	Qm Mediano $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$	Qm Grande $\geq 1000 \text{ MJ/m}^2$
Normal	1,00	1,3	1,5
Medio	1,00	1,2	1,3
Grande	1,00	1,0	1,0
Varias plantas			
Planta		Altura	E
Cuarto sótano y restantes		-12m	3,00
Tercer sótano		-9m	2,60
Segundo sótano		-6m	1,90
Primer sótano		-3m	1,00
Planta baja			1,00
Planta 1		$\leq 4\text{m}$	1,00
Planta 2		$\leq 7\text{m}$	1,30
Planta 3		$\leq 10\text{m}$	1,50
Planta 4		$\leq 13\text{m}$	1,65
Planta 5		$\leq 16\text{m}$	1,75
Planta 6		$\leq 19\text{m}$	1,80

Planta 7	≤ 22m	1,85
Plantas, 8,9,10	≤ 25m	1,90
Planta 11 y superiores	≤ 34m	2,00

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Una vez recopilado la tabla procedemos a identificar la altura de cada una de las áreas de investigación, a continuación, en la siguiente tabla se presentan:

Tabla 17. Resultados del factor altura según las áreas de estudio.

Áreas	Plantas	Qm (edificio de un solo nivel)	“e”
Distribución		✓	1,0
Jurídica	✓		1,30
Talento Humano	✓		1,30
Financiera	✓		1,30

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la Tabla 17, muestra la determinación de los niveles con los que cuenta cada área. El área de distribución cuenta con un solo nivel y obtiene un factor de “e” = 1,0; el área jurídica cuenta con dos niveles y obtiene un factor “e” = 1,30; el área de talento humano cuenta con dos niveles y obtiene un factor de “e” =1,30 y por último en el área financiera cuenta con dos niveles y se obtuvo un factor “e” =1,30.

c) Factor de dimensión de la superficie del comportamiento “g”

Para hallar el comportamiento de la superficie en área es necesario obtener los metros cuadrados y la anchura de cada una de las áreas a evaluar, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 18. Altura y ancho de las áreas

Áreas	Altura	Ancho	TOTAL
Distribución	3m	6m	18m ²
Jurídica	3m	5m	15m ²
Talento humano	3m	6m	18m ²

Financiera 3m 5m 15m²

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la dimensión de la superficie del comportamiento se necesita conocer el tipo de construcción según las categorías del método GRETENER (V, G, Z) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19. Identificación del tipo de construcción

IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE CONSTRUCCIÓN		
Z: Construcción celular	G: Construcción de gran superficie	V: Construcción de gran volumen
Construcción en células cortafuegos que dificultan y limitan la propagación del fuego	Construcción de gran superficie y facilita la propagación horizontal	Construcción de gran volumen que favorece y acelera la propagación horizontal y vertical del fuego
✓		

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Se identifica que el tipo de construcción es igual a Z que viene a ser construcción celular, una vez identificado el tipo de construcción se procede a identificar el tamaño del comportamiento cortafuego, a continuación, la siguiente tabla:

Tabla 20. Tamaño del comportamiento cortafuego

TAMAÑO DEL COMPORTAMIENTO CORTAFUEGO								Factor g
I: b Relación longitud /anchura del comportamiento								
8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
1,200	1,150	1,090	1,030	950	870	760	600	0,5
1,600	1,530	1,450	1,370	1,270	1,150	1,010	800	0,6
2,000	1,900	1,800	1,700	1,600	1,450	1,250	1,000	0,8
2,400	2,300	2.200	2,050	1,900	1,750	1,500	1,200	1,0
4,000	3,800	3,600	3,400	3,200	2,900	2,500	2,000	1.2
6,000	5,700	5,500	5,100	4,800	4,300	3,800	3,000	1.4

8,000	7,700	7,300	6,800	6,300	5,800	5,000	4,000	1.6
10,000	9,600	9,100	8,500	7,900	7,200	6,300	5,000	1.8
12,000	11,500	10,900	10,300	9,500	8,700	7,600	6,000	2.0
14,000	13,400	12,700	12,000	11,100	10,100	8,800	7,000	2.2
16,000	15,300	14,500	13,700	12,700	11,500	10,100	8,000	2.4
18,000	17,200	16,400	15,400	14,300	13,000	11,300	9,000	2.6
20,000	19,100	18,200	17,100	15,900	14,400	12,600	10,000	2.8
22,000	21,000	20,000	18,800	17,500	15,900	13,900	11,000	3.0
24,000	23,000	21,800	20,500	19,000	17,300	15,100	12,000	3.2
26,000	24,900	23,600	22,200	20,600	18,700	16,400	13,000	3.4
28,000	26,800	25,400	23,900	22,200	20,200	17,600	14,000	3.6
32,000	30,600	29,100	27,400	25,400	23,100	20,200	16,000	3.8
36,000	34,400	32,700	30,800	28,600	26,000	22,700	18,000	4.0
40,000	38,300	36,300	35,300	31,700	28,800	25,200	20,000	4.2
44,000	42,100	40,000	37,600	34,900	31,700	27,700	22,000	4.4
52,000	49,800	47,200	44,500	41,300	37,500	32,800	26,000	4.6
60,000	57,400	54,500	51,300	47,600	43,300	37,800	30,000	4.8
68,000	65,000	61,800	58,100	54,000	49,000	42,800	34,000	5.0

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Una vez obtenido los valores en la tabla 20, se procede a resumir los datos en tablas de cada una de las áreas de estudio.

Tabla 21. Resultados obtenidos del comportamiento de fuego "g"

Área	Tipo De Construcción	Área	Relación Largo/Ancho	G
Distribución	Z	22,5m ²	2:1	0,4
Jurídica	Z	22,5m ²	2:1	0,4
Talento Humano	Z	22,5m ²	2:1	0,4
Financiera	Z	22,5m ²	2:1	0,4

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21, muestra el valor obtenido de "g" con un tipo de construcción Z.

Una vez obtenidos todos los valores de los peligros inherentes del contenido y edificio, se procede a resumirlos en un cuadro adjunto para luego ser aplicados a las fórmulas del método GRETENER.

Tabla 22. Obtención de los datos

ÁREAS	q	c	r	k	i	e	g	P
Distribución	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	0,52
Jurídica	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	0,4	0,81
Talento humano	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	0,4	0,75
Financiera	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	0,4	0,41

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de P= Peligro Potencial, se multiplica el producto de cada uno de los valores obtenidos en las áreas.

2.5.1.3.3. Medidas normales de protección (N)

a) Extintores de protección “N1”

La evaluación de los extintores se realizó mediante una check list, en la cual se determina cada uno de los extintores que tienen las áreas y así cumple con la distribución uniforme y distancias de acuerdo a la normativa y por esta razón se le asigna un valor de 1 según tabla 24 según la norma NTP 350.043-1.

Tabla 23. Check list: Tipos de extintores

ÁREA	EXTINTOR	TIPO	KG	FECHA VENC	Nº UNIDADES	FOTOGRAFÍA
Distribución	X	PQS	10	20/10/2022	3	
Jurídica	X	PQS	10	22/10/2022	2	
Talento Humano	X	CO ₂	10	20/10/2022	1	
Financiera	X	PQS	10	22/10/2022	2	

Fuente: Elaboración propia

b) Hidrantes interiores-BIE “N2”

La empresa CNEL EP, Milagro no cuenta con hidrante interno, pero se necesita saber para el respectivo cálculo del método GRETENER, por lo tanto, se obtiene un valor de 0,8 según tabla 24 al no tener una boca de incendio existente.

c) Fiabilidad de las fuentes de agua para extinción “N3”

No cuenta con una fuente de agua para la extinción de incendio y se le asigna un valor de 0,50, según la tabla 24.

d) Longitud de los conductos para transporte de agua “N4”

En los exteriores de la empresa CNEL EP si cuenta con un hidrante externo para la distribución de agua en la empresa.

e) Personal instruido en materia de extinción de incendio “N5”

La empresa si realiza constantes charlas de inducción referente al riesgo existente que se enfrentan cada uno de los trabajadores y cómo actuar en caso de emergencia y se le asigna un valor de 0,80 según tabla 24.

Tabla 24. Medidas normales de protección

Extintores portátiles			
N1	Suficientes	1,00	
	Insuficientes o inexistentes	0,90	
Hidrantes interiores			
N2	Suficientes	1,00	
	Insuficientes o inexistentes	0,80	
N3	Fiabilidad de la aportación de agua		
	Presión hidrante		
	Menos de 2 bar	Más de 2 bar	Más de 4 bar
	Depósito elevado con reserva de agua para extinción	0,70	0,85

Depósito con bombeo de aguas subterráneas independientes de la red eléctrica con reserva de agua para extinción.	0,70	0,85	1,00
Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de agua independiente de la red eléctrica.	0,65	0,75	0,90
Bomba de capa subterránea independiente de la red eléctrica, sin reserva.	0,60	0,70	0,85
Bomba de capa subterránea dependiente de la red eléctrica, sin reserva.	0,50	0,60	0,70
Aguas naturales con sistema de impulsión	0,50	0,55	0,60
Inexistente	0,50		

Longitud de la manguera de aportación de agua

	Longitud del conducto $\leq 70\text{m}$	1,00
N4	Longitud del conducto de 70 a 100m	0,95
	Longitud del conducto $\geq 100\text{m}$	0,90

Personal instruido

N5	Disponible y formado	1,00
	Inexistente	0,80

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Una vez obtenido los valores se procede a resumir en una tabla los valores encontrados de N, el cual se obtiene multiplicando todos los valores de N, a continuación, se muestra los datos obtenidos.

Tabla 25. Resultados obtenidos de las Medidas de protección

ÁREAS	N1	N2	N3	N4	N5	N
Distribución	1,0	0,80	0,50	0,95	1,00	0,38

Jurídica	1,0	0,80	0,50	0,95	1,00	0,38
Talento humano	1,0	0,80	0,50	0,95	1,00	0,38
Financiera	1,0	0,80	0,50	0,95	1,00	0,38

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.3.4. Medidas especiales de protección (S)

a) Detección de fuego “S1”

Se realizó la verificación mediante el Método GRETENER, en la cual se observó que si existen sistemas de detección de incendios. En cuanto al horario de atención de la empresa es de 8:00 am hasta las 17:00pm y cuenta con seguridad las 24 horas al día. Se le asigna un valor de 1,45.

b) Transmisión de alarmas “S2”

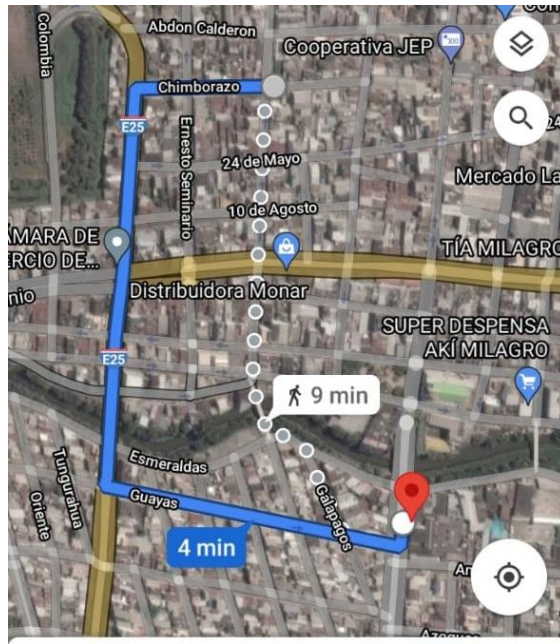
La empresa CNEL EP si cuenta con alarmas de trasmisión de incendio y se le asigna un valor de 1,05 según las especificaciones del método GRETENER y se activa desde la portería.

c) Disponibilidad de bomberos “S3”

La empresa CNEL EP, Milagro no cuenta con cuerpo de bombero interno, solamente con bomberos externos que es la compañía EP Cuerpo de Bomberos Milagro esta entienda cuenta con personal voluntario que ayuda a realizar labores de prevención, control y extinción de incendios y dan atención las 24 horas al día.

d) Tiempo de intervención del cuerpo de bombero “S4”

Para determinar el tiempo de llegada del cuerpo de bombero se utiliza la herramienta de google maps para trazar la ruta más conveniente y cercana para llegar a la empresa CNEL EP Milagro.



4 min (1.1 km)

Figura 5. Tiempo de llegada del cuerpo de bombero

Fuente: (Google maps, 2005)

Como se muestra en la imagen la distancia que hay entre el cuerpo de bombero y la empresa CNEL EP es de 1,1 km y tiene un tiempo de llegada de 4 min por lo que obtiene un factor de 0,60 como lo indica la tabla 26.

e) Instalación de extinción “S5”

Se inspeccionó la empresa CNEL EP y se verifico que, si cuenta con la instalación para sofocar el fuego, y según valores de GRETENER se obtiene un factor de 1,00 en la tabla 26.

f) Instalación de evacuación y de calor de humo “S6”

La empresa CNEL EP Milagro no cuenta con instalación de evacuación de calor y de humo por lo que obtiene un factor de 1,00 en la tabla 26.

Tabla 26. Medidas especiales de protección "S"

S1	Detección del Fuego	S
11	Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche y los días festivos.	1,05
	Vigilancia: rondas cada 2 horas	1,10

12	Instalación de detección automática	1,45
13	Instalación de rociadores automáticos	1,20
14	Inexistente	1,00

S2 Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego

21	Desde un puesto ocupado permanentemente (ej. Portería) y teléfono	1.05
22	Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono.	1.10
23	Transmisión de la alarma automática por central de detención o por rociadores ha puesto de alarma contra el fuego mediante un teletransmisor.	1.10
24	Transmisión de la alarma automática por central d detección o aspersores a puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica vigilada permanentemente.	1.20
	Inexistente	1,00

Cuerpo de bomberos oficiales y de empresa (SPE)

SPE					
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Sin SPE
Oficiales SP					
Cuerpos SP	1.20	1.30	1.40	1.50	1.00
SP+alarma simultanea	1.30	1.40	1.50	1.60	1.15
SP+alarma simultanea+TP	1.40	1.50	1.60	1.70	1.30
S3 Centro B*	1.45	1.55	1.65	1.75	1.35
Centro A*	1.50	1.60	1.70	1.80	1.40
Centro A+retén	1.55	1.65	1.75	1.85	1.45
SP profesional	1.70	1.75	1.80	1.90	1.60

Escalones de Intervención

Escalón: tiempo: distancia	Sin SPE
E1: <15 min. : <5 km	1.00
S4 E2: <30 min. : >5 km	0.80
E3: >30 min.	0.60

Instalaciones de extinción

	Sprinkler cl. 1 (abastecimiento doble)	2,00
S5	Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o instalación de agua pulverizada	1,70
	Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc.	1,35
	Inexistente	1,00
Instalaciones de evacuación de humos		
	Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)	1,20
S6	Inexistente	1,00

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

A continuación, se procede a obtener el valor de S, multiplicando todos los “s” obtenidos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27. Resultados obtenidos de las medidas especiales de protección "S"

ÁREA	S1	S2	S3	S4	S5	S6	“S”
Distribución	1,45	1,05	1,00	0,60	1,00	1,00	0,91
Jurídica	1,45	1,05	1,00	0,60	1,00	1,00	0,91
Talento humano	1,45	1,05	1,00	0,60	1,00	1,00	0,91
Financiera	1,45	1,05	1,00	0,60	1,00	1,00	0,91

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.3.5. Protección estructural (F)

a) Resistencia al fuego de la estructura portante del edificio “F1”

Se requiere obtener la información de cómo está construido las columnas y paredes de la empresa, en este caso están con material de hormigón y ladrillos con un espesor de 14cm, por lo tanto, se obtiene un valor de 1,3, en la tabla 28.

b) Resistencia al fuego de la fachada “F2”

Se requiere conocer de los materiales de la fachada, la cual está constituida de metal, vidrio, ladrillo y un revestimiento de hormigón de 1.5 lo cual se obtiene un valor asignado de 1,15.

c) Resistencia al fuego de las separaciones entre plantas “F3”

La empresa si cuenta con conexiones verticales y horizontales como gradas que son del primer piso que conecta la planta baja el cual se le asigna un valor de 1,20 en el área de Talento humano, Jurídica, Financiera y en área de Distribución se encuentra un solo nivel y el valor asignado es de 1,00.

d) Dimensión de las células cortafuegos “F4”

En la empresa CNEL EP si cuenta con particiones de cortafuego la cual ayuda a mitigación del fuego tanto en sentido vertical como horizontal el cual se obtiene un valor de 1,30 para las áreas de Jurídica, Talento humano y Financiera. Mientras que en el área de distribución el valor a asignar es de 1,00.

Tabla 28. Medidas de protección inherentes a la construcción "F"

Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares)				
F1	F90 y más			1.30
	F30 / F60			1.20
	< F30			1.00
Fachadas: Altura de las ventanas $\leq 2/3$ de la altura de la planta				
F2	F90 y más			1.15
	F30 / F60			1.10
	< F30			1.00
Suelos y techos				
Aberturas verticales				
		Z + G	V	V
Oficiales SP	Número de pisos	Ninguna u obturadas	Protegidas	No protegidas
F90	≤ 2	1.20	1.10	1.00
F90	> 2	1.30	1.15	1.00
F30	≤ 2	1.15	1.05	1.00
F60				
F30	> 2	1.20	1.10	1.00

F60					
< F30	≤ 2	1.50	1.00	1.00	
< F30	> 2	1.10	1.05	1.00	
F3	* Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de Sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio				

Superficie de células

	Relación de las superficies AF/AZ	Cortafuegos provistos de tabiques F30, puertas cortafuegos T30		
		≥ 10%	< 10 %	< 5%
	AZ < 50 m2	1.40	1.30	1.20
F4	AZ < 100 m2	1.30	1.20	1.10
	AZ ≤ 200 m2	1.20	1.10	1.00

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Una vez obtenidos los valores se procede a resumirlos en un cuadro para encontrar el valor de “F”, como se muestra a continuación:

Tabla 29. Resultados de las medidas de inherentes de la construcción "F"

ÁREA	F1	F2	F3	F4	“F”
Distribución	1,3	1,15	1,00	1,00	1,46
Jurídica	1,3	1,15	1,20	1,30	2,33
Talento humano	1,3	1,15	1,20	1,30	2,33
Financiera	1,3	1,15	1,20	1,30	2,33

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.3.6. Riesgo de activación (Ra)

El riesgo de activación se refiere a todos los peligros propios que posee la empresa. En el área de Distribución se obtiene un valor de activación de 1,00, en el área Jurídica se obtiene un valor de 1,00, en al área de Talento humano u valor de 1,00 y por último en el área financiera un valor de 1,4; como se muestra en la tabla 5.

2.5.1.4. Cálculo del método GRETENER

El método GRETENER emplea las siguientes fórmulas:

$$R = \frac{P}{M}$$

$$R = \frac{q * c * f * k * i * g * e}{N * S * F}$$

$$P = q * c * f * k * i * g * e$$

Tabla 30. Resultados obtenidos aplicando la fórmula

Área de Distribución	Área Jurídica
$P = q * c * f * k * i * g * e$	$P = q * c * f * k * i * g * e$
$P = * 1,3 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 0,4 =$	$P = * 1,3 * 1,2 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,3 * 0,4 =$
P=0,52	P=0,81
Área de Talento humano	Área Financiera
$P = q * c * f * k * i * g * e$	$P = q * c * f * k * i * g * e$
$P = * 1,2 * 1,2 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,3 * 0,4 =$	$P = * 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,3 * 0,4 =$
P=0,75	P=0,41

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se procederá a calcular los factores de protección.

Tabla 31. Fórmula: factores de protección

FACTORES DE PROTECCIÓN
$M = N * S * F$
Donde:
N=Medidas normales de protección
S= Medidas especiales de protección
F= Medidas constructivas de protección

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Resultados obtenidos aplicando fórmulas

Área de Distribución	Área Jurídica
$M = N * S * F$	$M = N * S * F$
$M = 0,38 * 0,91 * 1,46 =$	$M = 0,38 * 0,91 * 2,33 =$
$M = 0,50$	$M = 0,80$
Área de Talento humano	Área Financiera
$M = N * S * F$	$M = N * S * F$
$M = 0,38 * 0,91 * 2,33 =$	$M = 0,38 * 0,91 * 1,46 =$
$M = 0,80$	$M = 0,80$

Fuente: Elaboración propia

Luego obtenido los resultados se procede a aplicar la fórmula general del riesgo de incendio:

$$B = \frac{P}{M}$$

Tabla 33. Resultados obtenidos aplicando fórmulas

Área de Distribución	Área Jurídica
$B = \frac{P}{M}$	$B = \frac{P}{M}$
$B = \frac{0,52}{0,50}$	$B = \frac{0,81}{0,80}$
$R = 1,04$	$B = 1,01$
Área de Talento humano	Área Financiera
$B = \frac{P}{M}$	$B = \frac{P}{M}$
$B = \frac{0,75}{0,80}$	$B = \frac{0,41}{0,80}$

$$B = 0,93$$

$$B = 0,51$$

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se procede a calcular el riesgo de incendio efectivo:

$$R = Ra * B$$

Donde:

R= Riesgo de incendio efectivo

Ra= Peligro de activación

Tabla 34. Riesgo de incendio efectivo

Área de Distribución	Área Jurídica
$R = Ra * B$	$R = Ra * B$
$R = 1,00 * 1,04$	$R = 1,00 * 1,01$
$R = 1,04$	$R = 1,01$
Área de Talento humano	Área Financiera
$R = Ra * B$	$R = Ra * B$
$R = 1,00 * 0,93$	$R = 1,00 * 0,51$
$R = 0,93$	$R = 0,51$

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado el nivel del riesgo, se procede a definir el riesgo de incendio aceptado la cual se obtiene de la siguiente forma:

$$R_u = R_n * P_{H,E}$$

Donde:

R_u= Riesgo de incendio

R_n= 1,3 Riesgo de incendio normal, establecido por GRETENER de 1,3 para este factor.

$P_{H,E}$ = Factor de corrección del riesgo normal

$P_{H,E} < 1$ Peligro de personas elevado

$P_{H,E} = 1$ Peligro de personas normal

$P_{H,E} > 1$ Peligro de personas bajo

Tabla 35. Factor de riesgo normal $P_{H,E}$

$P_{H,E}$ = Factor de corrección normal				
	NIVEL	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO	$P_{H,E}$
$P_{H,E} < 1$	ELEVADO	Los edificios que presentan un peligro de personas elevado, son en función al gran número de personas a la dificultad de evacuación inherentes a la organización	Hospitales, centros penitenciarios, edificaciones administrativas, centros comerciales, teatros, cines	0,9
$P_{H,E} = 1$	NORMAL	Los edificios que se considera generalmente, que presentan un peligro normal para las personas.	Construcciones industriales de ocupación normal.	1,00
$P_{H,E} > 1$	BAJO	Los edificios que presentan un peligro para las personas mínimos son las construcciones no accesibles al público, ocupadas por un número muy limitado de personas que conocen bien los lugares.	Edificios industriales y almacenes	1,1

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Tabla 36. Resultados obtenidos del riesgo de incendio aceptado

Área de Distribución	Área Jurídica
$R_u = R_n * P_{H,E}$	$R_u = R_n * P_{H,E}$
$R_u = 1,30 * 1,00$	$R_u = 1,30 * 1,00$
$R_u = 1,30$	$R_u = 1,30$
Área de Talento humano	Área Financiera
$R_u = R_n * P_{H,E}$	$R_u = R_n * P_{H,E}$
$R_u = 1,30 * 1,00$	$R_u = 1,30 * 1,00$
$R_u = 1,30$	$R_u = 1,30$

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos todos los datos del riesgo de incendio se procede a calcular el coeficiente de seguridad contra incendio el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1$$

Donde:

γ = Coeficiente contra incendio

R_u = Riesgo de incendio aceptado

R = Riesgo de incendio efectivo

Si $\gamma \geq 1$ = Las medidas de protección existentes son suficientes.

Tabla 37. Coeficiente de seguridad contra incendio

Área de Distribución	Área Jurídica
$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1$	$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1$
$\gamma = \frac{1,30}{1,04} \geq 1$	$\gamma = \frac{1,30}{1,01} \geq 1$
$\gamma = 1,25 \geq 1$	$\gamma = 1,28 \geq 1$
Área de Talento humano	Área Financiera
$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1$	$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1$
$\gamma = \frac{1,30}{0,93} \geq 1$	$\gamma = \frac{1,30}{0,51} \geq 1$
$\gamma = 1,39 \geq 1$	$\gamma = 2,54 \geq 1$

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.5. Interpretación de los resultados obtenidos del Método GRETENER

Este método GRETENER, nos dio como resultados que las medidas preventivas y correctivas pertinentes son suficientes para poder combatir un riesgo de incendio en la Empresa CNEL EP, Milagro, ya que se obtuvo que el coeficiente de seguridad contra incendio es ≥ 1 , por lo que se concluye que las medidas de protección son suficientes en cada una de las áreas de estudio como se muestra en la tabla.

2.5.2. Cálculo del Método Gustav Purt

El método tiene dos dimensiones:

- Riesgo del edificio (GR)
- Riesgo del contenido (IR)

2.5.2.1. Cálculo del Riesgo del edificio (GR)

El riesgo del edificio consiste en la posibilidad de que sucedan daños importantes como la destrucción de los inmuebles, básicamente dependen de la intensidad y duración del incendio y la resistencia del edificio.

$$GR = \frac{Q_m * (C + Q_i) * B * L}{W * R_i}$$

Donde:

Q_m = Coeficiente de carga calorífica.

C = Coeficiente de combustibilidad.

Q_i = Valor adicional correspondiente a la carga calorífica del inmueble.

B = Coeficiente correspondiente a la situación e importancia del sector corta fuegos.

L = Coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción.

W = Factor correspondiente a la resistencia al fuego de la estructura portante de la construcción.

R = Coeficiente de reducción del riesgo.

a) Coeficiente de carga calorífica (Q_m)

La carga calorífica o carga térmica se mide en Mcal/m². Para identificar el riesgo de cada área según la utilización del espacio se ha utilizado la tabla de riesgo intrínseco del incendio del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), ver anexo 3. En este caso según el área se especificaron de la siguiente manera:

Tabla 38. Determinación de carga calorífica

	Material/Utilización de espacios	Q_m Mcal/m²
Distribución	Cables	150
	Material eléctrico	80
	Oficinas técnicas	140
	TOTAL	370
Jurídica	Archivos	400
	Cableado	150

	Escritorio de madera	300
	TOTAL	850
	Papel	2000
	Material de oficina	200
Talento humano	Escritorio de madera	300
	TOTAL	2500
	Archivos	400
Financiera	Cableado	150
	Escritorio de madera	300
	TOTAL	850

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el valor de Q_m , existe una escala del coeficiente de carga térmica, presentada en la siguiente tabla:

Tabla 39. Coeficiente de la carga térmica (Q_m)

Escala	Mcal/m²	Q_m
1	0-60	1
2	61-120	1,2
3	121-240	1,4
4	241-480	1,6
5	481-960	2
6	961-1920	2,4
7	1921-3840	2,8
8	3841-7680	3,4
9	7681-15360	3,9
10	Más de 15361	4

Fuente: (INSHT, 1984)

En base a los datos obtenidos de las áreas evaluadas, se define la carga térmica en el área de distribución con un Q_m de 1,6; en el área jurídica se obtuvo un Q_m de 2; en el área de

talento humano se obtuvo un Q_m de 2,8 y finalmente en el área financiera se obtuvo un Q_m de 2.

Los resultados de este índice de coeficiente calorífico han determinado que los materiales mobiliarios dentro del área jurídica, financiera y de talento humano tienen una carga térmica muchas más alta que el área de distribución.

b) Coeficiente de Combustibilidad (C)

Para determinar el coeficiente de combustibilidad se debe recurrir al anexo # donde indica la clase de riesgo dependiendo del material que contiene esa área o local. A continuación, se presentan los coeficientes de acuerdo a las áreas que se están estudiando:

Tabla 40. Determinación de índice de combustibilidad

	Material/Utilización de espacios	Q_m Mcal/m²	C Fe (Ex)	A Cat
Distribución	Cables	150	IV	1
	Material eléctrico	80	III	1
	Oficinas técnicas	140	III	1
	TOTAL	370		
Jurídica	Archivos	400	III	1
	Cables	150	IV	1
	Escritorio de madera	300	IV	1
	TOTAL	850		
Talento humano	Papel	2000	IV	1
	Material de oficina	200	III	1
	Escritorio de madera	300	IV	1
	TOTAL	2500		
Financiera	Archivos	400	III	1
	Cables	150	IV	1
	Escritorio de madera	300	IV	1
	TOTAL	850		

Fuente: Elaboración propia

Una vez que hemos determinado la clase de peligrosidad dependiendo de los materiales, se utiliza una tabla publicada por el INSHT donde se indica la clase de riesgo y el coeficiente que se le otorga dependiendo del peligro del material.

Tabla 41. Coeficiente de Combustibilidad (C)

Escala	Clase de riesgo del material	Q _m
1	Fe VI (Peligro mínimo)	1,0
1	Fe V	1,0
1	Fe IV	1,0
2	Fe III	1,2
3	Fe II	1,4
4	Fe I (Peligro máximo)	1,6

Fuente: (INSHT, 1984)

Como se determinaron en la tabla 40 dependiendo del tipo de material se han definido con una clase de peligrosidad, en el área de distribución predomina la clase III por lo tanto tiene un coeficiente de combustibilidad de 1,2 y en el área jurídica, de talento humano y financiera predomina la clase IV con 1,0.

c) Coeficiente de carga calorífica inmobiliaria (Q_i)

La carga térmica inmobiliaria se mide en Mcal/m². En este caso no se toman en cuenta los componentes internos de la empresa sino los revestimientos externos o que constituyen la arquitectura de la empresa.

Para determinar el índice de carga térmica inmobiliaria se utiliza una tabla dada por el INSHT, donde se muestra una escala de valores expresados en Mcal/m². En la tabla 13 se exponen los materiales inmobiliarios con los cuales se determinará el Q_i.

Tabla 42. Coeficientes de carga calorífica del inmueble (Q_i)

Escala	Mcal/m ²	Q _i
1	0-80	0
2	84-180	0,2
3	184-280	0,4
4	284-400	0,6

Fuente: (INSHT, 1984)

La tabla 13, muestra que los resultados de la evaluación para el índice de carga térmica inmobiliaria de la empresa CNEL EP Milagro, cuenta con una estructura conformada por hormigón, Gypsum (yeso), vidrio y concreto en todas las áreas, por lo tanto, son materiales incombustibles y tienen un Qi de 0.

d) Coeficiente influencia del sector corta fuego (B)

Este parámetro tiene en cuenta el incremento del riesgo resultante, por un lado, la dificultad del acceso a equipos de ayuda a sótanos o plantas superiores y por otro lado la posibilidad de expansión del incendio en toda la empresa. Su escala de valores se presenta en la Tabla 43.

Tabla 43. Coeficiente influencia del sector corta fuego (B)

Escala	El objeto presenta las características siguientes:	B
1	Superficie del sector cortafuego inferior a 1500 m ² Máximo 3 plantas Altura del techo 10 m	1,0
2	Superficie del sector cortafuego entre 1500 y 3000 m ² De 4 a 8 plantas Altura del techo entre 10 y 25 m Situado en el segundo sótano o más bajo	1,3
3	Superficie del sector cortafuego entre 3000 y 10000 m ² Más de 8 plantas Altura del techo superior a 25 m Situado en el segundo sótano o más bajo	1,6
4	Superficie del sector cortafuego superior a 10000 m ²	2,0

Fuente: (INSHT, 1984)

El análisis de este índice se realiza basándose en la estructura de la empresa. Cabe mencionar que la empresa no cuenta con un sector cortafuego específicamente, pero a la vez es importante mencionar que la mayoría de su estructura está formada por Gypsum, que es un material incombustible y bastante resistente al fuego. Por lo tanto, el coeficiente (B) que se determina para todas las áreas es 1,0.

e) Coeficiente de distancia y tiempo de llegada de los bomberos (L)

Como su nombre lo indica consiste en el tiempo y la distancia para que entren en acción los bomberos y la forma en que su intervención sea la más idónea. Para ello, se utiliza la

herramienta de google maps para trazar la ruta entre la estación de bomberos más cercana hasta la empresa CNEL EP Milagro.

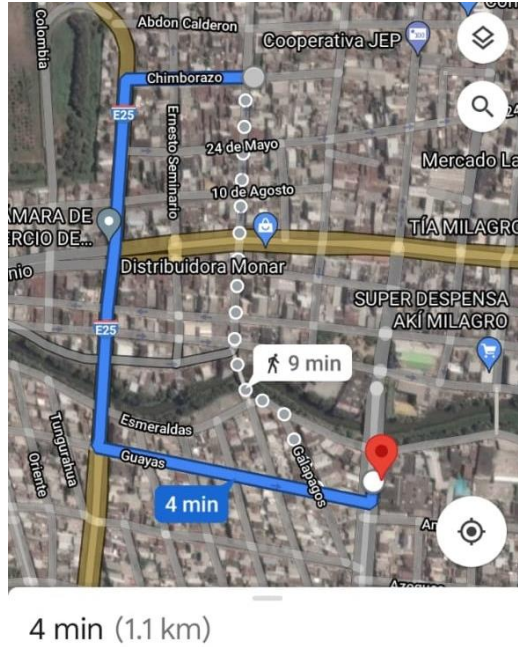


Figura 6. Ruta de E.P. Cuerpo de Bomberos de Milagro a CNEL EP Milagro

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se muestra la estación de cuerpo de bomberos más cercana a la empresa CNEL, con una distancia de 1.1 kilómetros y cuatro minutos de tiempo en un vehículo específicamente. Para determinar el coeficiente (L) se utiliza la tabla siguiente:

Tabla 44. Coeficiente de distancia y tiempo de llegada de los bomberos (L)

Escala	Tiempo de intervención	10 min	10-20 min	20-30 min	30 min
		1 km	1-6 km	6-11 km	11 km
1	Bomberos profesionales	1,0	1,1	1,3	1,5
	Bomberos de la empresa				
2	Puesto de policía	1,1	1,2	1,4	1,6
	Bomberos de la empresa dispuestos a intervenir siempre				

3	Puesto de intervención de bomberos	1,2	1,3	1,6	1,8
4	Cuerpo local de bomberos sin reten.	1,4	1,7	1,8	2,0

Fuente: (INSHT, 1984)

En función a la Figura 6, se puede determinar el coeficiente (L) en escala 1 con bomberos profesionales de 10 a 20 min en 1 a 6 kilómetros con el valor L de 1,1.

f) Coeficiente de resistencia al fuego (W)

Comprende la disminución del riesgo del edificio, es decir evalúa si el edificio presenta una estabilidad adecuada en caso de incendio.

Tabla 45. Coeficiente de resistencia al fuego (W)

Escala	Clase de resistencia al fuego	W	Correspondiente a una carga calorífica de (aproximadamente) Mcal/m ²
1	F-30	1,0	-
2	F-30	1,3	148
3	F-60	1,5	240
4	F-90	1,6	320
5	F-120	1,8	460
6	F-180	1,9	620
7	F-240	2,0	720

Fuente: (INSHT, 1984)

Este coeficiente consiste en el tiempo de resistencia al fuego que tienen las áreas o el edificio, es decir los números que aparecen en la clase de resistencia al fuego son los minutos que dura el material en colapsar por el fuego. En el análisis de esta empresa se considera que por el material que lo compone en su mayoría en cada área (Gypsum), este tendría bastante resistencia al fuego y por ello determino el coeficiente (W) en todas las áreas de 1,8.

g) Coeficiente de reducción del riesgo (R_i)

Consiste en un índice que mide la reducción del riesgo basándose en la utilización de espacios o la forma en que está constituida el área que se evalúa. Para ello existe una tabla con escalas e índices predeterminadas dad por el INSHT.

Tabla 46. Coeficiente de reducción del riesgo (R_i)

Escala	Apreciación	R _i	Datos
1	Mayor que normal	1	Inflamabilidad facilitada por el almacenaje extremadamente abierto o poco compacto de las materias combustibles. Combustión previsible generalmente rápido. Numero de focos de ignición peligrosos mayor que normal.
2	Normal	1,3	Inflamabilidad normal debido a almacenaje medianamente abierto y poco compacto de las materias combustibles. Combustión previsible normal. Focos de ignición habituales.
3	Menor que normal	1,6	Inflamación reducida por almacenaje de una parte (25- 50%) de la materia combustible en recipientes incombustibles o de muy difícil combustión. Almacenaje muy denso de los materiales combustibles. Desarrollo muy rápido de un incendio poco probable. En principio el edificio es de una sola planta. De superficie inferior a 3000m ² .
4	Muy pequeño	2	Muy débil probabilidad de ignición debido al almacenaje de materias combustibles en recipientes cerrados de chapa de acero o de un material equivalente por su resistencia al fuego y almacenaje muy denso. En principio, probabilidad de combustión lenta (fuegos lentos)

Fuente: (INSHT, 1984)

De acuerdo al análisis que se ha realizado en los puntos anteriores y utilizando como referencia la tabla 38, donde se especifican los materiales que tiene cada área se determina el coeficiente (R_i) como “Normal” con un valor de 1,3, es decir que hay inflamabilidad normal debido a que las áreas tienen materiales combustibles.

2.5.2.2. Cálculo del Riesgo del Contenido (IR)

El riesgo del contenido consiste en la elección de medidas de protección complementarias, es decir el grado de peligro que puede existir para las personas que se encuentran en el edificio y por el peligro de los bienes de la empresa.

$$IR = H * D * F$$

Donde:

H = Coeficiente de daño a las personas

D = Coeficiente de peligro para los bienes

F = Coeficiente de influencia del humo

a) Coeficiente de daño a las personas

Para determinar este coeficiente, es importante tener en cuenta los siguientes puntos:

- Si hay personas en el edificio,
- Cantidad de personas y el tiempo que están en el edificio,
- Conocen las salidas de emergencia del edificio, etc.

Tabla 47. Coeficiente del peligro a las personas (H)

Escala	Grado de peligro	H
1	No hay peligro para las personas	1
2	Hay peligro para las personas, pero estas no están imposibilitadas para moverse (pueden eventualmente salvarse por sí solas).	2
3	Las personas en peligro están imposibilitadas (evacuación difícil por sus propios medios).	3

Fuente: (INSHT, 1984)

En las diversas áreas que se están analizando se considera que hay peligro para las personas, pero están pueden movilizarse y salvarse por sí solas, por lo tanto, el coeficiente (H) es de 2.

b) Coeficiente de destructibilidad (D)

Este índice mide la probabilidad en que se destruyan bienes importantes de la empresa o que constituyan una amenaza para la existencia de la misma.

Tabla 48. Coeficiente de destructibilidad (D)

Escala	Grado de peligro	D
1	El contenido del edificio no representa un valor considerable o es poco susceptible de ser destruido (por sectores corta fuego)	1
2	El contenido del edificio representa un valor superior a Fr. \$2500/m ² o bien un valor total o superior a 2000000 en el interior del sector corta fuego y es susceptible de ser destruido	2
3	La destrucción de los bienes es definitiva y su pérdida irreparable (bienes culturales); es decir, los valores destruidos no pueden ser reparados de manera rentable, o bien representan una pérdida que constituye una amenaza para la existencia de la empresa	3

Fuente: (INSHT, 1984)

Basándose en la escala del coeficiente de destructibilidad se considera que las áreas que se están evaluando están en la escala 2 con un coeficiente (D) de 2, debido al material que compone la estructura de las áreas (Gypsum). Es decir, que tiene resistencia al fuego, pero igual esta propensa a ser destruido y considerarse un daño importante para la empresa.

c) Coeficiente del daño por humo (F)

Comprende el efecto perjudicial del humo para las personas y los bienes. Por un lado, el humo es tóxico y nocivo para las personas y por otra parte los bienes pueden terminar inutilizables por efecto del humo o de los productos corrosivos en consecuencia de la combustión.

Tabla 49. Coeficiente del daño por humo (F)

Escala	Datos	F
1	Sin peligro de humos o corrosión.	1,0
2	Más de 20% del peso total de todos los materiales combustibles son materiales que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. Edificios o zonas corta fuego sin ventanas.	1,5
3	Más del 50% del peso total de los materiales combustibles son materiales que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. Más del 20% del peso total de	2,0

todos los materiales combustibles son productos que desprenden gases de combustión corrosivos.

Fuente: (INSHT, 1984)

De acuerdo a los materiales que hay dentro de cada área como se exponen en la Tabla 38, la mayoría tiene materiales como el papel y madera que tienen carbono por lo tanto desprenden humo al entrar en contacto con el fuego, y el plástico que no solo desprende humo sino gases tóxicos (ver anexo 4). Finalmente, se define el coeficiente (F) de 1,5.

2.5.2.3. Evaluación y cálculo de los datos obtenidos con el método Purtt

Para realizar el cálculo correspondiente, se utilizan las ecuaciones de riesgo de edificio y riesgo de contenido. Este método proporciona las siguientes formulas:

El riesgo del edificio (GR):

$$GR = \frac{Q_m * (C + Q_i) * B * L}{W * R_i}$$

Tabla 50. Asignación de coeficientes para el cálculo GR.

Área	Q _m	C	Q _i	B	L	W	R _i	GR
Distribución	1,6	1,2	0	1,0	1,1	1,8	1,3	0,90
Jurídica	2,0	1,0	0	1,0	1,1	1,8	1,3	0,94
Talento Humano	2,8	1,0	0	1,0	1,1	1,8	1,3	1,32
Financiera	2,0	1,0	0	1,0	1,1	1,8	1,3	0,94

Fuente: Elaboración propia

El riesgo del contenido (IR):

$$IR = H * D * F$$

Tabla 51 Asignación de coeficientes para el cálculo IR

Área	H	D	F	IR
Distribución	2	2	1,5	6
Jurídica	2	2	1,5	6
Talento Humano	2	2	1,5	6
Financiera	2	2	1,5	6

Fuente: Elaboración propia

a) Diagrama de medidas

Una vez se han calculado los valores de GR y de IR, se lleva a un gráfico de coordenadas (abscisas: IR y ordenada: GR). Donde se obtienen según la posición el riesgo estimado y una serie de medidas correctora

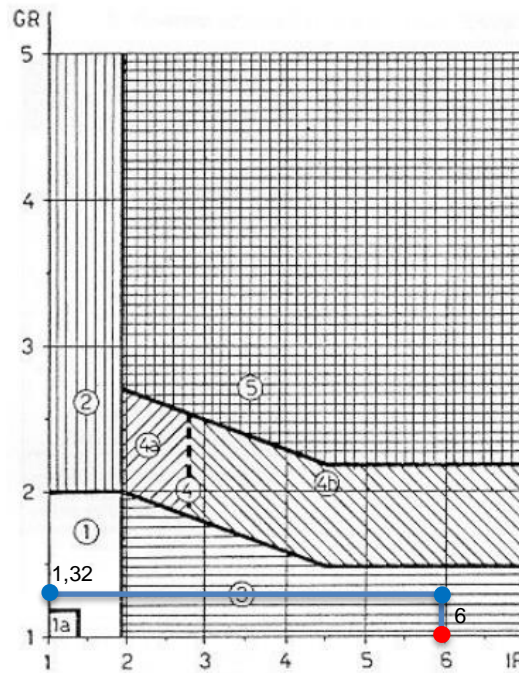


Figura 7. Diagrama de medidas

Fuente: (INSHT, 1984)

Para realizar el análisis del diagrama de medidas se utiliza una tabla:

Tabla 52. Análisis de los posibles resultados

Sector	Significado
1	Una instalación automática de protección contra incendio no es necesaria, pero si recomendable.
1 _a	El riesgo es todavía menor, en general, son superfluas las medidas especiales
2	Instalación automática de extinción necesaria; instalación de pre detección no apropiada al riesgo
3	Instalación de predetección necesaria; instalación automática de extinción ("sprinklers") no apropiada al riesgo.

- 4 Doble protección (por instalación de predetección y extinción automática) recomendable si, se renuncia a la doble protección, tener en cuenta la posición límite.
- 4_a Instalación de extinción.
- 4_b Instalación de predetección
- 5 Doble protección por instalaciones de predetección y de extinción automática necesarias.

Fuente: (INSHT, 1984)

Según los datos que se han trazado en el diagrama de medidas se obtiene en las áreas evaluadas, el sector 3; que indica que la instalación de elementos de predetección es necesaria y que la instalación automática de extinción no es apropiada al riesgo.

CAPÍTULO 3

3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En la Empresa CNEL EP Milagro de acuerdo a los métodos aplicados se ha obtenido que en el método GRETENER que las medidas de protección son suficientes ya que refleja que el coeficiente de seguridad contra incendio es mayor a 1 y por lo tanto se llega a la conclusión que las medidas que hay actualmente en la empresa son suficientes. En cuanto al método PURT nos dio como resultados que la instalación de predetección es necesaria para mitigar los riesgos de incendio, por otra parte, se puede proponer sistemas de brigadas, la cual va a hacer analizado y aplicado a CNEL EP.

Purt. - Instalaciones de predetección necesaria.

Se propone instalar la siguiente predetección necesarias:

- Se propone instalar rociadores automáticos de agua o sprinklers, para que, al momento de detectar conatos de incendios se pueda apagarlos y ayude a combatirlo e incluso eliminarlo.
- Instalación de protección automática de extinción por gas.
- Instalación de evacuación de humos.
- Detectores de lineales y de llama.
- Colocar hidrantes de agua internos.
- Contar con fuentes de agua para extinción interna.
- Instalar puertas cortafuegos en cada una de las áreas de trabajo.

Una vez instalados todas estas instalaciones de predetección necesaria que hacen falta en la empresa CNEL EP, se puede mitigar de forma más rápida el incendio y conjuntamente con todas las alarmas de detección y sistemas automáticos de incendios existentes se puede decir que la empresa estaría más preparada para que los daños tanto materiales como humanos sean lo más mínimo.

CNEL EP. - Sistema de brigadas

La empresa no cuenta con un sistema de brigadas contra incendio, lo cual se propone capacitar a un grupo de personas responsables que ayuden a combatir de manera preventiva

ante alguna eventualidad de riesgo de incendio u otra emergencia que ocurra dentro de la empresa.

Los sistemas de brigadas que se creen en la empresa siempre deben velar por el cumplimiento de las medidas de protección contra incendios ya sea en toda en la empresa o en el área donde se encuentran ubicados, se debe garantizar la extinción de los principios de incendios que se puedan originar en la empresa, promover las actividades de simulacro de incendio, además esta brigada debe de realizar un sistema de mantenimiento de todos los equipos de detección automáticas de incendios para que se encuentra en un estado óptimo y por último el jefe que se elija en la brigada debe de direccionar a su grupo de personas capacitadas a conocer todos los riesgos de incendios que la empresa posee, para que así se pueda elaborar un plan de acción inmediato y mitigar el fuego.

CONCLUSIONES

Basándose en el trabajo investigativo se ha llegado a las diversas conclusiones:

- La evaluación de riesgo de incendio mediante el método GRETENER es de carácter cuantitativo por lo que los resultados obtenidos son los siguientes valores numéricos; en el cálculo del factor inherentes al contenido se obtuvo que en el área de distribución es de 1,04, en el área Jurídica 1,01, en el área de talento humano 0,93 y en el área financiera un valor de 0,51 y para el cálculo del edificio se obtuvo un valor de 1,3.; por lo que se concluye con los datos obtenidos que el coeficiente de riesgo contra incendio da que las medidas de protección existentes son suficientes.
- La evaluación de riesgo de incendio mediante el método Gustav Purt, es de carácter cuantitativo, lo que significa que en base a diversas características se asignaron valores numéricos para determinar el grado de riesgo o vulnerabilidad de las áreas evaluadas. Entonces, en la empresa CNEL EP Milagro dio a conocer los valores del cálculo del riesgo del edificio (GR) para el área de distribución de 0,90, del área jurídica y financiera de 0,94 y del área de talento humano de 1,32, y del cálculo del riesgo del contenido (IR) expuso para todas las áreas el valor de 6. Estos datos permitieron concluir que el nivel de riesgo de incendio es de 3, medida dada por la NTP 100, donde indica la instalación de predetección necesaria y la instalación automática de extinción no apropiada para el riesgo.
- Luego, se desarrolló una propuesta de solución dependiendo de los resultados reflejados por los métodos de evaluación aplicados al estudio. En el caso del método GRETENR, no se propone implementar ninguna medida de protección ya que son suficientes según los datos obtenidos de las áreas de estudio, mientras que en el método Purt dio como resultado que las medidas de predetección no son suficientes para mitigar un riesgo de incendio por lo que se propuso instalar más instalaciones de predetección que ayuden a mitigar un conato de incendio y así mismo se propuso crear un sistema de brigadas contra incendio que ayude a controlar un inicio de incendio y así que mantengan un sistema de mantenimiento óptimo que garantice un funcionamiento rápido al momento de empezar un incendio.

RECOMENDACIONES

- Socializar la planificación de emergencias a través de conferencias, cursos de formación, folletos, volantes, etc., de esta manera las personas que realizan sus actividades diarias en el edificio se enfrentan a cualquier situación de riesgo.
- Para reducir cuantitativamente el riesgo de incendio, es ventajoso administrar dentro de cada empresa una metodología que promueva el orden y la limpieza, porque este es un factor que también aumenta el bienestar de los empleados.
- Realizar un simulacro contra incendio una vez al año, para que todos los empleados que forman parte de la empresa se encuentren capacitados e informados en que hacer durante una emergencia.
- Dar a conocer a las personas que ingresan o se encuentran dentro de la empresa la importancia del cuidado de la señalética, las medidas de protección contra incendio y cualquier elemento de protección, ya que, de eso depende la rapidez y efectividad al momento de una emergencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz&Chereau&Araya. (s.f.). *El fuego y los incendios*. Obtenido de http://www.anb2016.cl/documentos_sitio/81229_4_Guia_Fuego.pdf
- Almeida. (2015). Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1373>
- Arroyo. (2011). *MÉTODO GREENER O MÉTODO SEGURO SUIZO* .
- Badía. (1985). *Salud ocupacional y riesgos laborales*. Obtenido de <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/16964/v98n1p20.pdf>
- Casey. (s.f.). *Incendios*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+41.+Incendios>
- CEPREVEN. (1975). Obtenido de <https://www.cepreven.com/>
- Duarte&Piqué. (2001). Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_599.pdf/390d3910-3ad3-404b-8d12-ef93a1b7f0b0
- Echemendía. (2011). Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. *Scielo*, 1-12.
- FREMAP. (2015). *Guía básica de prevención de incendios*. Obtenido de https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/Guia_basica_sobre_Prevencion_de_Incendios.pdf
- Google maps. (2005). Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1081339,-78.4699519,18z?hl=es>
- INSHT. (1971). Obtenido de <https://www.insst.es/>
- INSHT. (1983). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de NTP 37: Riesgo intrínseco de incendio (II): https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_037.pdf/fa613a3f-e9f0-4970-833d-669c9af03d3c
- INSHT. (1984). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de NTP 100: Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Purst : https://app.mapfre.com/documentacion/publico/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=1031394
- Lacasta, A. (2018). *Propagación de humos y toxicidad*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de https://www.apabcn.cat/documentacio/areatecnica/PDFS_SHAREPOINT/Presentacions/Proteccions-Rockwool-14-06-2016/ANA-LACASTA.PDF
- Sánchez. (2020). *Evaluación del riesgo de incendio mediante método de Gustav Purst y propuesta de un plan de contingencia contra incendios en la empresa INDUFARD E.I.R.L.* Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4117>
- Universidad de Sevilla . (s.f.). Obtenido de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3998/fichero/PFC_PEYPCI_PDF%252FAnejos%252FAnejo+4.pdf

Villanueva. (1984). *NTP 100: Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Purt*.
Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_100.pdf/e7a786ef-1d02-4bee-baff-0b8f801f44f8?version=1.0&t=1528463663520

ANEXOS

Anexo 1. Poder calorífico (q) de los elementos mencionados.

Producto	MJ/kg	Mcal/kg	Producto	MJ/kg	Mcal/kg
Carbón	31,4	7,5	Dipenteno	46	11,0
Carbono	33,5	8,0	Ebonita	33,5	8,0
Cartón	16,7	4,0	Etano	50,2	12,0
Cartón asfáltico	21	5,0	Eter amílico	42	10,0
Celuloide	16,7	4,0	Eter etílico	33,5	8,0
Celulosa	16,7	4,0	Fibra de coco	25,1	6,0
Cereales	16,7	4,0	Fenol	33,5	8,0
Chocolate	25,1	6,0	Fósforo	25,1	6,0
Cicloheptano	46	11,0	Furano	25,1	6,0
Ciclohexano	46	11,0	Gasóleo	42	10,0
Ciclopentano	46	11,0	Glicerina	16,7	4,0
Ciclopropano	50,2	12,0	Grasas	42	10,0
Cloruro de polivinilo	21	5,0	Gutapercha	46	11,0
Cola celulósica	37,2	9,0	Harina de trigo	16,7	4,0
Coque de hulla	29,3	7,0	Heptano	46	11,0
Cuero	21	5,0	Hexametileno	46	11,0
Dietilamina	42	10,0	Hexano	46	11,0
Dietilcetona	33,5	8,0	Hidrógeno	142	34,0
Dietileter	37,2	9,0	Hidruro de magnesio	16,7	4,0
Difenil	42	10,0	Hidruro de sodio	8,4	2,0
Dinamita (75%)	4,2	1,0	Lana	21	5,0

Producto	MJ/kg	Mcal/kg	Producto	MJ/kg	Mcal/kg
Leche en polvo	16,7	4	Poliisobutileno	46,0	11
Lino	16,7	4	Politetrafluoretileno	4,2	1
Linóleum	2,1	5	Poliuretano	25,1	6
Madera	16,7	4	Propano	46,0	11
Magnesio	25,1	6	Rayón	16,7	4
Malta	16,7	4	Resina de pino	42,0	10
Mantequilla	37,2	9	Resina de fenol	25,1	6
Metano	50,2	12	Resina de urea	21,0	5
Monóxido de carbono	8,4	2	Seda	21,0	5
Nitrito de acetona	29,3	7	Sisal	16,7	4
Nitrocelulosa	8,4	2	Sodio	4,2	1
Octano	46,0	11	Sulfuro de carbono	12,5	3
Papel	16,7	4	Tabaco	16,7	4
Parafina	46,0	11	Té	16,7	4
Pentano	50,2	12	Tetralina	46,0	11
Petróleo	42,0	10	Toluol	42,0	10
Poliamida	29,3	7	Triacetato	16,7	4
Policarbonato	29,3	7	Turba	33,5	8
Poliéster	25,1	6	Urea	8,4	2
Poliestireno	42,0	10	Viscosa	16,7	4
Polietileno	42,0	10			

Fuente: (INSHT, 1971)

Anexo 2. Cargas térmicas mobiliarias

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Artículos metálicos, dorado	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, estampado	100	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, forjado	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, fresado	200	1.00	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, fundición	40	0.60	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, grabación	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, soldadura	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos pirotécnicos	Espec	1.40EX	1.2	1.0	1.0	1.80	2	2.000	1.4	1.2	1.0	1.00
Aserraderos	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Asfalto (bidones, bloques), almacén								3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Asfalto, manipulación de	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—	3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Automóviles, almacén de accesorios								800	1.2	1.2	1.2	0.85
Automóviles, garages y aparcamientos	200	1.0	1.4	1.2	1.0	1.20	1					
Automóviles, guarnición	700	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Automóviles, montaje	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Automóviles, pintura	500	1.3	1.4	1.2	1.2	1.45	2					
Automóviles, reparación	300	1.1	1.4	1.2	1.2	1.20	—					
Automóviles, venta de accesorios	300	1.1	1.2	1.2	1.2	0.85	—					
Aviones	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Aviones, hangares	200	1.0	1.4	1.2	1.2	1.20	—					
Azúcar								8.400	1.0	1.0	1.0	0.85
Azúcar, productos de	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Azufre												
Balanzas	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	—					
Bancos, oficinas o sucursales	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Barcos de madera	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Barcos de plástico	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Barcos metálicos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Barnices	5.000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	1	2.500	1.6	1.2	1.0	1.00
Barnices a la cera	2.000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.20	1	5.000	1.4	1.2	1.0	0.85
Barnices, expedición	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Barnizado de muebles	80	0.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Barnizado de papel	200	1.0	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Bebidas alcohólicas	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Bebidas sin alcohol	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Bebidas sin alcohol, expedición	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	0.85	—	2.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Bibliotecas	200	1.0	1.0	1.2	1.0	1.20	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Bicicletas	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Bodegas (vinos)	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Bramante	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Bramante, almacén												
Buhardillas habitables	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cables	300	1.1	1.0	1.2	1.2	1.00	—	600	1.2	1.2	1.2	0.85
Cacao, productos de	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	5.800	1.0	1.0	1.0	0.85

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
L leche en polvo	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—	10.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Legumbres frescas, venta	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Legumbres secas	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Leña								2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Levadura	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Librerías	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Licores	400	1.2	1.6	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.0	1.0	1.00
Licores, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Limpieza química	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.45	1					
Linoleo	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Locales de desechos para diversas mercancías	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Lúpulo								1.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera en troncos								6.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Madera, artículos de, barnizado	500	1.3	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Madera, artículos de, carpintería	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, ebanistería	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, expedición	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, impregnación	3.000	1.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, marquetería	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Madera, artículos de, pulimentado	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, secado	800	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, serrado	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, tallado	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, torneado	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, troquelado	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, mezclada o variada	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	4.200	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera, restos de								2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera, vigas y tablas								4.200	1.0	1.0	1.0	0.85
Madera, virutas								2.100	1.2	1.0	1.0	1.00
Malta								13.400	1.0	1.0	1.0	0.85
Mantequilla	700	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—	4.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Máquinas	200	1.0	1.0	1.0	1.1	1.20	—					
Máquinas de coser	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	—					
Máquinas de coser, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Máquinas de oficina	300	1.1	1.2	1.0	1.2	1.00	—					

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	P cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Motocicletas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Motores eléctricos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	—					
Muebles de acero	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Muebles de madera	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Muebles de madera, barnizado	500	1.3	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Muebles, carpintería	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Muebles, tapizado sin espuma sintética	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Muebles, venta	400	1.2	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Muelles de carga con mercancías	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Municiones	ESPEC.		1.6EX	1.0	1.0	1.80	3					
Museos	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	1					
Música, tienda de	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Negro de humo, en sacos								12.600	1.2	1.2	1.0	0.85
Neumáticos	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.800	1.2	1.2	1.0	0.85
Neumáticos de automóviles	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.500	1.2	1.2	1.0	0.85
Nitrocelulosa	ESPEC.		1.6	1.0	1.0	1.80	3	1.100	1.2	1.2	1.0	1.20
Oficinas comerciales	800	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Oficinas postales	400	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	1					
Oficinas técnicas	600	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Orfebrería	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Oxígeno												
Paja prensada								800	1.2	1.0	1.0	0.85
Paja, artículos de	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Paja, embalajes de	400	1.2	1.2	1.0	1.0	2.00	—					
Paletas de madera	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Palillos	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Panaderías industriales	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Panaderías, almacenes	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Panaderías, laboratorios y horno	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Paneles de corcho	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Paneles de madera aglomerada	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—	6.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Paneles de madera aglomerada, contrachapado	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Papel	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—	10.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Papel, apresto	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Papel, deshechos prensados								2.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Papel, tratamiento de la madera y materiales celulósicos	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Papel, tratamiento-fabricación	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Papel, viejo o granel								8.400	1.4	1.0	1.0	1.00
Papelería	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Papelería, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					

Fuente: (CEPREVEN, 1975)

Anexo 3. Riesgo intrínseco del incendio

Tabla 53. Riesgo intrínseco del incendio

UTILIZACION DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c Fe(Ex)	a Cat
Oficinas de comercio	180	III	1
Oficinas técnicas	140	III	1
Oficinas de transportes	80	III	1
Orfebrería (fábrica de joyas)	40	VI	2
Orfebrería (taller de)	40	III	3
Panadería (almacén)	80	III	1
Panadería (laboratorios-horno)	50	IV	2
Pantallas correderas (fábric. de)	250	III	3
Papelería (comercio de)	160	III	1
Papel (fabric. y manufactura de)	40	III	2
Papel (tratamiento de)	200	III	2
Paraguas (fabricación de)	80	III	2
Paraguas (comercio de)	80	III	1
Parking (de las casas)	40	III	2
Parquet (fabricación de)	400	III	3
Pastas alimenticias (fab. de)	300	III	3
Pastas alimenticias (expendedor)	250	III	2
Pedrería (engarces, ver relojería)	20	VI	2
Peletería	120	IV	2
Películas (taller de)	80	III	2
Pensionados	80	III	2
Perfumería (comercio de)	100	III	1
Piedras artificiales (fabric. de)	10	VI	2
Piedras preciosas (tallado de)	20	VI	2
Pieles (hechura, confección y costura de)	80	III	2
Pieles (venta de)	40	III	1
Pilas secas (fabricación de)	100	IV	2
Pinturas (automóviles, máquinas, etc.)	40	II	4
Pinturas (muebles, etc.)	100	II	4

Fuente: (INSHT, 1983)

Tabla 54. Riesgo intrínseco del incendio

UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c Fe(Ex)	a Cat
Abonos artificiales	40	III	1
Aceite comestibles en toneles	4500	IV	1
Aceites en barriles (mineral, vegetal y animal)	4500	III-IV	1
Acidos (ver "almacenaje n.c.")	-	-	-
Acumuladores	200	IV	-
Alfombras	400	III	1
Algodón en pacas	300	III	1
Algodón en rama (guata)	250	III	1
Alimentarios (ver "almac. n.c.")	200	III	1
Almacenes n.c. (materias no combustibles)			
-Cajas de madera o material sintético	40(*)	IV	-
-Estanterías de madera con anaqueles de madera	30(*)	IV	-
-Estanterías de madera con cajas de madera	100(*)	IV	-
-Estanterías metálicas	5(*)	IV	-
-Estanterías metálicas anaqueles de madera	20(*)	IV	-
-Palets	50(*)	IV	-
*Si las mercaderías n.c. están embaladas en cartón o materiales sintéticos habrá que añadir 20 Mcal a los valores indicados. Además se llevará Fe III en lugar de IV y se tomará Sp Cat. II en lugar de I) Considerar el embalaje (hoja SPI MA/2/2207).			
Almacenes con mercancías diversas (media aprox.)	100	III	1
Almacenes en tiendas (media aproximada)	50	III	1
Amianto, Objetos de (ver "almc. n.c.")	-	-	-
Aparatos caseros (electrodomésticos)	50	IV	1
Aparatos eléctricos	40	III	1
Aparatos electrónicos	-	III	1
Aparatos (piezas sueltas metálicas para) (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Archivos (documentos de)	400	III	1

Fuente: (INSHT, 1983)

Anexo 4. Materiales que combustionan

Tabla 55. Materiales que combustionan

Material que combustiona	Composición del humo
<p>Cualquier compuesto orgánico que contenga carbono: madera, papel, lana, algodón, aceite, hidrocarburos.</p> <p>Compuestos nitrogenados: plásticos, poliamida, poliuretano, resinas, melamina, lacas, pinturas, etc</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aire muy caliente con baja concentración de oxígeno 2. Partículas en suspensión 3. Gases irritantes de la vía aérea: Acroleína. Ácido clorhídrico. Amoníaco. Benceno. Formaldehído y aldehídos. Oxidos de azufre y de nitrógeno.... 4. Gases asfixiantes simples: Dióxido de carbono (CO₂) 5. Gases asfixiantes (tóxicos celulares): <ol style="list-style-type: none"> 1. Monóxido de carbono (CO) 2. Acido cianhídrico o cianuro (CN) <p>El CN se produce sobre todo en la combustión de los compuestos nitrogenados.</p>

Fuente: (Lacasta, 2018)