



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial**

*Título: “Diseño de un Sistema de Extinción por CO2 Manual/Automático para los cuartos de transformador, tableros y fusibles del bloque D de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil”*

*Title: “Design of a Manual / Automatic CO2 Extinction System for the rooms of transformer, panels and fuses of block D of the Salesian Polytechnic University, Guayaquil Headquarters”*

**Autores:**

**CARBO GUTIERREZ RONALD VIDAL**

**SUAREZ ROMERO VICTOR ALFONSO**

**Director:**

**Armando Fabrizzio López Vargas PhD**

Guayaquil, 2020

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo de titulación reconocido como: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN POR CO<sub>2</sub> MANUAL/AUTOMÁTICO PARA LOS CUARTOS DE: TRANSFORMADOR, TABLEROS Y FUSIBLES DEL BLOQUE D DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL”** nos corresponden exclusivamente a los autores Ronald Vidal Carbo Gutiérrez y Víctor Alfonso Suárez Romero.



---

Ronald Vidal Carbo Gutiérrez

C.C. No.: 0928824390



---

Víctor Alfonso Suárez Romero

C.C. No.: 0926528456

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quienes suscriben, en calidad de autores del trabajo de titulación reconocido como: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN POR CO<sub>2</sub> MANUAL/AUTOMÁTICO PARA LOS CUARTOS DE: TRANSFORMADOR, TABLEROS Y FUSIBLES DEL BLOQUE D DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL”** por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ronald Carbo', with a stylized flourish above it.

---

Ronald Vidal Carbo Gutiérrez

C.C. No.: 0928824390

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Víctor', with a large, circular flourish above it.

---

Víctor Alfonso Suárez Romero

C.C. No.: 0926528456

## DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director de trabajo de titulación reconocido como: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN POR CO<sub>2</sub> MANUAL/AUTOMÁTICO PARA LOS CUARTOS DE: TRANSFORMADOR, TABLEROS Y FUSIBLES DEL BLOQUE D DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL”** desarrollado por los estudiantes Ronald Carbo Gutiérrez y Víctor Suarez Romero previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de valor académico.



---

Armando Fabrizio López Vargas PhD.

Docente Director del Proyecto Técnico

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido el apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera universitaria.

A mi hijo Nabyl Suárez quien es mi motivación para luchar día a día y dar lo mejor de mí, para compartir juntos este logro tan anhelado inculcando como ejemplo en él de cada esfuerzo realizado.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Víctor Alfonso Suárez Romero

## **DEDICATORIA**

Pudiendo consumir esta meta significativa en mi vida académica, quiero dedicar este triunfo a mi madre quien ha estado en todo momento desde que nací hasta los momentos más difíciles de mi vida personal y profesional,

A mis profesores y compañeros, personas trascendentes en mi vida, quienes siempre estuvieron apoyándome y nunca desistieron de confiar en mí.

Particularmente a mi tía Yuri, que espiritualmente está en todo momento y me demostró su apoyo incondicional durante su etapa terrenal quien estando poco me brindaba una gran satisfacción con su presencia al punto que era una de las personas que me hubiera gustado ver toda mi vida.

A los ingenieros Armando López Vargas y Teresa Samaniego Cobos quienes en mi etapa de estudiante estuvieron presentes hasta el último momento dejando notar su profesionalismo y entrega día a día como excelentes docentes de esta gran institución como lo es la Universidad Politécnica Salesiana.

Para mis buenos amigos Gaby Lee, Cristhian, Carolina y Denis y ahora grandes colegas de profesión haber pasado con ustedes no solo me ayudo en el aprendizaje sino que le brindaron a mi vida profesional esa camaradería y las ganas de no rendirse nunca por más adversidades que nos presenten surgiendo siempre con una solución y una gran sonrisa.

Ronald Vidal Carbo Gutiérrez

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ser guía al brindarme la sabiduría y el discernimiento para poder realizar este proyecto, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi familia en especial a mis padres, por ser los principales promotores de cumplir mi sueño, por confiar y creer en mi expectativa, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de esta prestigiosa institución, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al director de tesis el PhD. Armando Fabrizio López Vargas quien ha guiado con su paciencia y apoyo en cada capítulo como tutor de este proyecto.

Víctor Alfonso Suárez Romero

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a Dios, por sus bendiciones, a mi mamá que se sacrificó para darme todo lo que pudo para que pueda cumplir con esta meta.

A mis docentes que impartieron conocimientos y contribuyeron en mi aprendizaje.

A todos quienes conforman la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Politécnica Salesiana por darme una guía en varios procesos en la industria y darme de herramientas importantes para hacerle frente a las adversidades que se presenten en mi vida profesional.

Muchas gracias por ayudarme a seguir adelante.

Ronald Vidal Carbo Gutiérrez



## RESUMEN

En el siguiente proyecto técnico se realizó el Diseño de un Sistema Contra Incendios de CO<sub>2</sub> en base a la normativa NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION), para la Universidad Politécnica Salesiana. La base teórica en la que nos sustentamos consta de los conceptos, terminología obligatoria de las diferentes estandarizaciones y reglamentos aplicables para la prevención de incendios, de acuerdo a la norma.

En base a la ausencia de un sistema contra incendios en el área de transformadores, tableros y fusibles de la universidad y los eventos que puedan suscitarse por el riesgo eléctrico, tales como: quema de cables, explosión, etc., se procedió a realizar un diseño de sistemas contra incendios a base de CO<sub>2</sub>.

En el diseño, se presenta el desarrollo del sistema contra incendios bajo las consideraciones de la norma NFPA, que incluye la aplicación del código uniforme contra incendios, código de alarmas contra incendios; contiene los cálculos para el diseño del sistema de tubería, accesorios y selección de los equipos y materiales complementarios, presentados en cuadros con especificaciones técnicas, planos y recomendaciones para la instalación del sistema contra incendios a base de CO<sub>2</sub>.

Se llega a la conclusión de que el sistema diseñado es factible para el tipo de peligro que representan los transformadores, tableros y fusibles eléctricos y en caso de ser implementado deberá emplearse personal calificado y materiales de acuerdo a la normativa establecida, principalmente el diseño radica en salvaguardar la vida del personal que labore cerca del área de peligro.

Palabras claves: Dióxido de carbono, extinción, presión, transformadores eléctricos y cilindros de CO<sub>2</sub>.

## ABSTRACT

In the following technical project, a CO<sub>2</sub> based Firefighting System was designed based on the NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) standard, for the Salesian Polytechnic University. The theoretical basis on which we rely consists of the concepts, mandatory terminology of the different standardizations and applicable regulations for fire prevention, according to the standard.

Based on the absence of a firefighting system in the transformers, panels and fuses area of the university and the events that may arise due to electrical risk such as cable burning, explosion, etc., a firefighting systems design based on CO<sub>2</sub> was built.

In the design, the development of the firefighting system is provided under the considerations of the NFPA standard, which includes the application of the uniform fire code, fire alarm code; it contains the calculations for the design of the piping system, accessories and the selection of complementary equipment and materials, presented in tables with technical specifications, plans and recommendations for the installation of the CO<sub>2</sub> based fire protection system.

It is concluded that the system designed in this project is feasible for the type of danger represented by electrical transformers, panels and fuses and, if it is implemented, qualified personnel and materials should be used in accordance with the established regulations; mainly the design lies in safeguarding the lives of personnel working near the danger area.

Keywords: Carbon dioxide, extinction, pressure, electric transformers and CO<sub>2</sub> cylinders.

## GLOSARIO DE TERMINOS

**NFPA:** Siglas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de Estados Unidos de Norteamérica.

**NFPA 10:** Norma para extintores portátiles contra incendios.

**NFPA 12:** Norma para sistemas de extinción de dióxido de carbono, sobre instalación y mantenimiento de sistemas extintores de dióxido de carbono.

**NFPA 72:** Norma de códigos nacionales de alarmas de incendios.

**Agente extintor.** Sustancia en estado sólido, líquido o gaseoso, que en contacto con el fuego y en la cantidad adecuada lo apaga.

**Sistema automático de extinción de incendios:** es una instalación que detecta y activa un sistema para la extinción del fuego, especialmente diseñado para zonas con un riesgo especial de incendio o de gran valor económico que solo serán aplicables siempre que se cumplan los eventos programados.

**Pulsadores de alarma de incendios:** transmite una señal a una central de detección y alarma, centralizada y permanentemente vigilada, de forma tal que resulte localizable la zona del pulsador que ha sido activado, o en su defecto a un sistema de alarma audible en la totalidad del edificio o actividad.

**Extinción:** Mediante agentes extintores (agua, polvo, espuma, nieve carbónica), contenidos en extintores o conducidos por tuberías que los llevan hasta unos dispositivos (bocas de incendio, hidrantes, rociadores) que pueden funcionar manual o automáticamente.

**Fuego:** Es la oxidación rápida de un combustible con desprendimiento de energía en forma de luz, calor y humo.

**Incendio:** Es una combustión sin control, que se propaga principalmente por las llamas que produce, destruyendo todos los materiales combustibles que encuentra a su paso.

**Central de Incendios:** Una central de detección y alarma de incendios consiste en una unidad de control para el control de incendios. Estas centrales supervisan los detectores de humo, temperatura, gas y otros.

**Detección:** Mediante detectores automáticos (de humos, de llamas o de calor, según las materias contenidas en el local) o manuales (timbres que cualquiera puede pulsar si ve un conato de incendio).

**Detectores de temperatura:** Actúan por el estímulo de la elevación de temperatura provocada por el calor del incendio.

**Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>:** es un agente eficaz en la supresión de incendios, el cual puede ser usado en una gran variedad de riesgos de incendio.

**Enfriamiento:** En la técnica de extinción se entiende por enfriamiento, la pérdida de calor del cuerpo combustible debajo de su punto de inflamabilidad.

**Tubería ASTM (American Society of Testing Materials):** Utilizada en la red de distribución de sistemas de CO<sub>2</sub> deberá poder resistir las presiones creadas en ellas.

**Riesgo de incendio:** El término riesgo de incendio puede ser utilizado en un sentido específico para referirse a cosas materiales o condiciones dadas, susceptibles de originar directa o indirectamente un incendio o explosión.

**Transformador eléctrico:** Se designa a una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

**Tableros eléctricos:** Son gabinetes en los que se agrupan los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos consienten que una instalación eléctrica funcione apropiadamente.

## INDICE

DEDICATORIA .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTOS .....	VII
AGRADECIMIENTOS .....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
GLOSARIO DE TERMINOS.....	XI
Capítulo I EL PROBLEMA .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2. Justificación del problema.....	2
1.3. Grupo objetivo (beneficiarios).....	3
1.4. Delimitación.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo general.....	4
1.5.2 Objetivos específicos .....	4
Capítulo II FUNDAMENTOS TEORICOS .....	5
2.1 Marco teórico .....	5
2.1.1 Fuego.....	5
2.1.2 Clasificación de los fuegos .....	5
2.1.3 Componentes del sistema de detección.....	8
2.1.4 Sistema de extinción de incendios de gas carbónico CO <sub>2</sub> .....	12
2.2 Marco Conceptual .....	25
2.2.1 Riesgo de incendio en edificios .....	25
2.2.2 Extintores portátiles contra incendios .....	26

2.2.3 Relación entre normas ISO acorde al proyecto.....	27
CAPÍTULO III MARCO METODOLOGICO .....	30
3.1 Enfoque de la investigación .....	30
3.2 Tipo de investigación .....	30
3.2.1 Metodología de la investigación .....	30
3.2.2 Instrumentos de la investigación.....	31
3.2.3 Fuentes. ....	31
3.3 Técnicas de análisis de datos.....	31
3.3.1 Propósitos.....	31
3.3.2 Alcance.....	31
3.3.3 Normas y códigos.....	32
3.4 Estudio técnico .....	32
3.4.1 Premisa de diseño.....	32
3.4.2 Condiciones de diseño.....	33
3.4.3 Diseño del sistema.....	33
3.5 Cálculos.....	33
3.5.1 Cálculos para el diseño de las áreas especificadas.....	33
3.5.1.1 CO <sub>2</sub> Cuarto de Transformadores.....	33
3.5.1.2 CO <sub>2</sub> Cuarto de Tableros .....	41
3.5.1.3 CO <sub>2</sub> Cuarto de Fusibles.....	47
3.6 Planos del diseño.....	53
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....	54
4.1 Análisis del presupuesto para la implementación .....	54
4.1.1 Presupuesto .....	54
4.2 Análisis de cálculos obtenidos .....	56
4.3 Resumen de Cálculo.....	56
CONCLUSIONES .....	57

RECOMENDACIONES .....	58
Bibliografía .....	59
ANEXOS .....	63

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana.....	4
Figura 2 Símbolo de fuego clase A .....	5
Figura 3 Símbolo de fuego clase B .....	5
Figura 4 Símbolo de fuego clase C .....	6
Figura 5 Símbolo de fuego clase D .....	6
Figura 6 Símbolo de fuego clase K .....	6
Figura 7 Detector de humo.....	8
Figura 8 Sistema de incendio direccionable.....	9
Figura 9 Luz estroboscópica .....	11
Figura 10 Pulsador manual.....	11
Figura 11 Tubería EMT .....	12
Figura 12 Cilindros CO <sub>2</sub> .....	13
Figura 13 Difusores CO <sub>2</sub> .....	13
Figura 14 Componentes básicos del sistema de extinción por CO <sub>2</sub> .....	19
Figura 15 Cableado .....	21
Figura 16 Estación de liberación manual .....	22
Figura 17 Estación de abortar .....	22
Figura 18 Interruptor de desconexión de servicio .....	22
Figura 19 Relé de fin de línea .....	23
Figura 20 Caja del módulo .....	23
Figura 21 Presión en la tubería.....	37
Figura 22 Presión en la tubería.....	43
Figura 23 Presión en la tubería.....	48
Figura 24 Plano de la planta alta .....	50
Figura 25. Cuartos de Tableros .....	51
Figura 26. Cámara de Transformación.....	51
Figura 27. Cuarto de Tableros.....	52
Figura 28. SCI-1 .....	52
Figura 29. SCI-2.....	53
Figura 30. SCI-3.....	53



## INDICE DE TABLA

Tabla 1 Tipos de cable .....	10
Tabla 2 Nivel de resistencia al fuego .....	10
Tabla 3 Especificaciones del sistema de extinción GSA-REL .....	24
Tabla 4 Elevador de potencia.....	25
Tabla 5 Circuitos de pre-lanzamiento y liberación (por circuito).....	25
Tabla 6 Ubicación de extintores.....	27
Tabla 7 Normativa a cumplir .....	32
Tabla 8 Factores de Inundación para Riesgos Específicos .....	34
Tabla 9 Características de Tuberías .....	35
Tabla 10 Velocidad de Descarga.....	36
Tabla 11 Tamaños de los orificios del Equipo.....	38
Tabla 12 Difusores .....	38
Tabla 13 Propiedades y factores de cálculo .....	39
Tabla 14 Factores de Inundación para Riesgos Específicos .....	40
Tabla 15 Características de Tuberías .....	41
Tabla 16 Velocidad de Descarga.....	42
Tabla 17 Tamaños de los orificios del Equipo.....	43
Tabla 18 Difusores .....	44
Tabla 19 Factores de Inundación para Riesgos Específicos .....	44
Tabla 20 Características de Tuberías .....	45
Tabla 21 Velocidad de Descarga.....	47
Tabla 22 Tamaños de los orificios del Equipo.....	48
Tabla 23 Difusores .....	49
Tabla 24 Presupuesto .....	55
Tabla 25 Resumen del calculo .....	56

## INDICE DE ANEXO

Anexo 1 Tipos comunes de soportes colgantes aceptables.....	62
Anexo 2 Seguridad de personas e impacto ambiental.....	64
Anexo 3 Método MESERI.....	64
Anexo 4 Componentes del sistema de suportación.....	67
Anexo 5 Componentes para el sistema de almacenamiento .....	68
Anexo 6 Componentes para el sistema de disparo.....	69
Anexo 7 Componentes para el sistema de distribución .....	70
Anexo 8 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo .....	71
Anexo 9 Capacidad de comerciales de cilindros CO <sub>2</sub> en mercado local. ....	72

## INTRODUCCION

El presente proyecto se desarrolló en la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA la cual es una institución de educación superior de referencia en la búsqueda de la verdad y el desarrollo de la cultura, de la investigación científica y tecnológica; reconocida socialmente por su calidad en la academia y producción científica, por su responsabilidad social universitaria y por su capacidad de incidencia en la innovación, interculturalidad y el desarrollo, la cual no posee un sistema de extinción contra incendios en sus áreas eléctricas las cuales están ubicadas en la parte baja de la Pastoral Juvenil el cual representa un riesgo en caso de incendios.

En este documento se diseña un sistema de extinción de incendios por agentes gaseosos, en concreto CO<sub>2</sub>, para el caso de los cuartos de transformador, tableros y fusibles del bloque D de la universidad Politécnica Salesiana.

Las Indicaciones legales del Reglamento de Prevención, Mitigación y protección contra incendios, deben ser aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a proyectar, así como la reformas a los diseños, aumento, remodelación de las que ya existente, sean estas públicas privadas o fiscomisionales, y que su actividad sea de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad o empleo que represente riesgo de siniestro de alguna u otra forma a sus asistente.

Todo diseño del sistema de extinción fijo consta de una o varias botellas de CO<sub>2</sub> con sus válvulas correspondientes, tuberías de distribución y boquillas abiertas, una central con sus detectores, pulsadores, luces estroboscópicas, elementos de disparo y control de descarga para la extinción de incendios. La finalidad de este trabajo técnico es llevar a cabo el cálculo en base a las áreas, dimensionamiento de tuberías, cantidad de cilindros, difusor y determinación del costo de la instalación del sistema de extinción a base de CO<sub>2</sub> manual automático.

La principal pieza de este plan de estudio de diseño tratara sobre el fuego y sus clases, agentes extintores para cada clase ocupando el para las condiciones en las que se encuentra la universidad, analizando los riesgos existentes en cada uno de los cuartos recabando datos técnicos que nos faciliten la implementación del diseño del sistema de CO<sub>2</sub>. A continuación, realizaremos una hipótesis de instalación, por medio de la elección de agente extintor y los diferentes cálculos del sistema.

En la fase de cálculos se determina las cantidades exactas de CO<sub>2</sub> para sistemas cerrados con inundación total en alta presión los cuales bajo norma se encuentran almacenados a presión bajo temperatura ambiente con 70°F (21°C) y solicita como propósito cuartos cerrados exceptuando pequeñas aberturas, posterior a la toma de datos se ejecuten los respectivos análisis y resolución de las referencias recabados lo

cual arroja el tamaño del diámetro de la tubería mediante el diagrama de presión en alta, facilita la obtención de la cantidad de CO<sub>2</sub> para cada recinto eléctrico, su número de difusores abiertos los cuales descargan el gas extintor que se encuentra en los cilindros el cual es activado mediante los detectores de humo que generan la alarma y temperatura que produce la activación del sistema que se encuentran en cada cuarto eléctrico realizando cada descarga de manera independiente en el lugar donde se genere el incendio.

En los sistemas de inundación total se debe emplear materiales resistentes a las bajas temperaturas y altas presiones, resistentes a la corrosión y con un diseño adecuado que impida la obstrucción por expansión del agente extintor.

La consecución de los cálculos facilita el diseño de planos del sistema de cada área eléctrica de modo que se los puede interpretar, donde están ubicados cada uno de los materiales sus medidas y diámetros, central, detectores pulsadores y luz estroboscópica las cuales reflejan el modo de cómo se vería el diseño una vez instalado.

Posterior a los cálculos, se presenta el efecto económico que asumiría la universidad posterior a dicha instalación, los resultados de cálculos finalizando el presente proyector técnico con unas conclusiones y recomendaciones en base a norma sobre el correcto mantenimiento del sistema de tuberías, cilindros y central.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

El incendio se ha convertido hoy día en uno de los accidentes con mayor frecuencia en una edificación, esto lo podemos verificar en datos obtenidos de los Estados Unidos donde se indica que tiene alrededor de 6.000 situaciones en edificios de oficina por año (U.S. Fire Administration, 2019). Esto nos muestra que se producen por lo menos 16 incendios por día en edificaciones.

Para que un incendio se genere se necesita del triángulo de fuego cuyos elementos son: un objeto combustible, presencia de oxígeno y el aumento de temperatura, en la actualidad las edificaciones están compuestas en su mayoría por materiales que resultan un perfecto combustible siendo propensos a generar incendios.

En 2017 solo en los Estados Unidos hubo 3400 muertes por incendios, 9,6 % más que en el 2008 (U.S. Fire Administration, 2019) lo que se traduce a una tendencia ascendente. En países como España en el año 2015 se registraron 143 víctimas mortales por incendio de acuerdo al Centro Mundial de Estadísticas de Incendios (CTIF, 2019).

El incendio en las universidades no es un hecho sin precedentes puesto que alrededor del mundo se han registrado numerosos casos de incendio, con víctimas mortales y con grandes costos materiales. En un caso presentado en Nueva Delhi 17 estudiantes perdieron la vida, mientras asistían a una clase en su universidad (El Universo, 2019). Esto deja ver las graves repercusiones que puede ocasionar no tener controlado este tipo de riesgo en edificios universitarios.

Las medidas eficaces para poder evitar los riesgos asociados a incendios varían de acuerdo a las circunstancias en que se presenta el riesgo, por lo que se puede decir que de acuerdo al riesgo de incendio las medidas de seguridad pueden variar.

El uso de extintores es uno de los equipos más utilizados para el control de incendio en edificaciones, debido a su versatilidad y fácil manejo. Para dar un correcto uso a este es necesario hacer una selección del extintor en función al tipo de fuego que podría ocurrir en la zona.

En este contexto la Universidad Politécnica Salesiana es un ente educador en Guayaquil que alberga gran número de estudiantes en sus instalaciones podría representar un objeto de importante estudio para la aplicación de métodos control de incendios que le permita disminuir el riesgo dentro de sus instalaciones.

Su objetivo principal es brindar una educación superior humanística y politécnica, de inspiración cristiana con carácter católico e índole salesiana; dirigida de manera

preferencial a jóvenes de los sectores populares; busca formar "ciudadanos honrados y buenos cristianos", con excelencia humana y académica, con capacidad investigativa e innovadora, que contribuyan al desarrollo sostenible local y nacional.

Se logró obtener una visita a los cuartos eléctricos del bloque "D", donde se pudo evidenciar que la Universidad no posee un sistema de extinción de incendios en las áreas de: transformador, fusibles y tableros; por lo cual no hace cumplir las exigencias locales requeridas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y los incisos de la norma NFPA12.

Las habitaciones eléctricas no se encuentran totalmente aisladas es decir tener una división completa entre ellas en la cual el agente extintor evite desperdiciarse en el ambiente. Se pudo verificar junto al personal de mantenimiento que las divisiones están comunicadas por la parte superior de cada área; en el caso de las puertas poseen en sus diseños claros en su parte superior lo cual es una desventaja en caso de accionamiento del agente y en caso de explosión del transformador.

Se evidencia que el sistema contra incendios hidráulica posee cajetines los cuales no han recibido mantenimiento adecuado, además se pudo notar que el cuarto de bombas aledaño a los cuartos eléctricos (transformador, tableros y fusibles) no cuenta con supervisión de válvulas al sistema de detección, por tal motivo en caso de cierre tanto en la toma como en la descarga de agua esto dejaría el sistema inoperante ante un suceso no deseado, que podría llegar a afectar a lo más importante que posee la universidad como son las vidas de sus estudiantes profesores y personal administrativo.

## **1.2. Justificación del problema**

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil es una institución en vía de desarrollo, que se encuentra en constante crecimiento y que desea brindar un sistema de extinción consolidado ante riesgos eléctricos, para bienestar de sus estudiantes, profesores y personal general, enfocándose en controlar los riesgos existentes en las salas eléctricas.

Es muy importante que la Universidad implemente un Sistema de Extinción en las áreas de transformador, tableros y fusibles del bloque "D" de manera que se logre minimizar y prevenir los riesgos que puedan ocurrir afectando a los más importantes que tiene la universidad como lo son las vidas humanas, cumpliendo con las normas básicas para edificio de concentración de público que establece el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios del Ministerio de Inclusión Económica y Social. Pudiendo apoyarse en otras normativas vigentes como: la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de Estados Unidos de Norteamérica, entre otros.

La Universidad está obligada a cumplir con este diseño de prevención acorde a las normas internacionales y del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil para velar por la seguridad de sus estudiantes y personal administrativo desarrollando así un ambiente laboral más seguro.

Teniendo en cuenta de los elevados costos que tienen algunos equipos que posee la universidad como por ejemplo un transformador el cual tiene un precio considerable dependiendo de sus capacidades, mientras que al invertir en un sistema de protección por extinción de CO<sub>2</sub> inteligente y automático se puede evitar que estos equipos logren sufrir daños por completo durante una explosión o evitar que se pueda propagar el fuego a las habitaciones de tableros, fusibles y el cuarto de bombas del sistema hidráulico contra incendios, lo cual representa un peligro para el edificio en especial para el personal de Pastoral que labora en la planta superior donde se encuentran ubicado el transformador.

### **1.3.Grupo objetivo (beneficiarios)**

Los principales beneficiarios en la elaboración de un diseño en sistema de extinción por CO<sub>2</sub> Manual/Automático para el cuarto de transformadores, tableros y fusibles del bloque “D” de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil son los estudiantes del presente proyecto técnico, ya que por medio de este anteproyecto lograrán obtener el título de Ingeniero Industrial, con la ayuda del conocimiento que han sido recibidos a lo largo de su formación técnica.

Toda la Universidad, en especial la Sede Guayaquil en el bloque D, ya que contarían con un diseño de detección, prevención y extinción, garantizando las condiciones óptimas y creando una cultura de seguridad preventiva en la universidad.

### **1.4.Delimitación**

La delimitación del proyecto se ejecuta estableciendo los ejes y directrices que engloban el carácter investigativo, resolutivo y concluyente en la evaluación de la situación actual de la distribución para los cuartos de transformador, tableros y fusibles del bloque D de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

Dentro de la delimitación se consideran los siguientes aspectos:

- Área de estudio: cuartos de: transformador, tableros y fusibles
- Delimitación espacial: Gral. Francisco Robles 107, Guayaquil 090101

A continuación, se muestra la figura 1

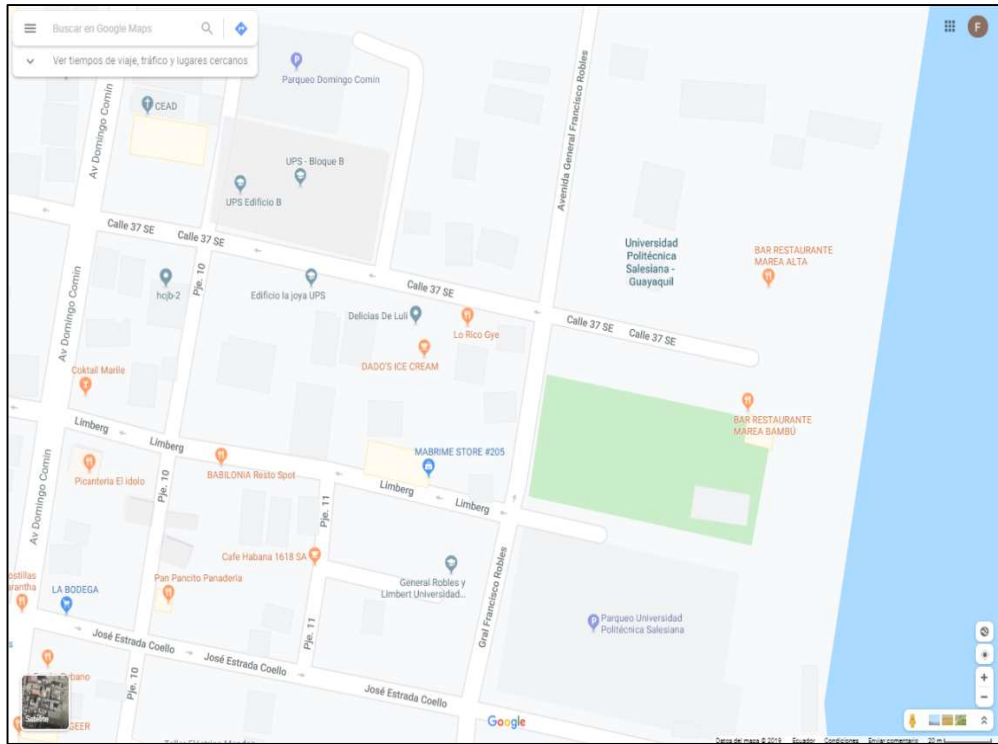


Figura 1 Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: Google maps (2019)

## 1.5. Objetivos

Se describe el objetivo general que tiene el presente proyecto técnico así también los objetivos específicos los cuales permitan definir el alcance del mismo.

### 1.5.1 Objetivo general

Diseñar un Sistema de Extinción por CO<sub>2</sub> Manual/Automático para los cuartos de transformador, tableros y fusibles del bloque “D” de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar el tipo de riesgo a proteger.
- Calcular los diferentes elementos que componen el sistema de extinción de CO<sub>2</sub> en base al área y capacidad de las zonas de riesgo.
- Realizar una estimación económica ante la implementación del sistema de extinción de CO<sub>2</sub>.



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 2.1 Marco teórico

Se describe los conceptos de los equipos, dispositivos y la recopilación de datos e información que son utilizados para sustentar el proyecto técnico.

##### 2.1.1 Fuego

El Fuego no es más que una reacción química de oxidación-reducción donde se produce un fuerte desprendimiento de calor (Hitado, 2015). El fuego se produce debido a una ignición que se genera al mezclar el oxígeno con cualquier material haciendo esto que active aumentar la temperatura.

##### 2.1.2 Clasificación de los fuegos

De acuerdo a la forma de la combustión, se determinan las distintas clases de fuegos agrupados según la Norma UNE- EN-2-1994/A1 de 2005, NFPA 10 y NCH 934 de la siguiente manera:

**Fuego Clase A:** Esta clase de fuego es generado por la ignición de materiales macizos y se suele utilizar como simbología es un triángulo de fondo color verde, en cuyo interior se coloca la letra A de color blanco, como se presenta en la Figura 2.



Figura 2 Símbolo de fuego clase A

Fuente: pmartorell.com

**Fuego Clase B:** Este tipo fuego se genera por la ignición de fluidos inflamables. Se suele usar como simbología es un cuadrado de color rojo, en cuyo interior se coloca la letra B de color blanco, como se expone en la Figura 3.



Figura 3 Símbolo de fuego clase B

Fuente: pmartorell.com

**Fuego Clase C:** Este tipo de fuego se genera por equipos eléctricos e instalaciones eléctricas. Su símbolo es un círculo de fondo color azul, en cuyo interior se coloca la letra C de color blanco, como se indica en la Figura 4.



Figura 4 Símbolo de fuego clase C

Fuente: pmartorell.com

**Fuego Clase D:** Es tipo de fuego se genera por la ignición de metales. Para este tipo de fuego no se debe utilizar agua porque provocaría una reacción violenta. Su símbolo es una estrella de cinco puntas de fondo color amarillo, en cuyo interior se coloca la letra D color blanco, como se presenta en la Figura 5.



Figura 5 Símbolo de fuego clase D

Fuente: pmartorell.com

**Fuego Clase K:** Este tipo de fuego se produce por elementos utilizados en la cocina. La simbología que este usa es un hexágono con la letra K, que significa kitchen, como se muestra en la Figura 6.



Figura 6 Símbolo de fuego clase K

Fuente: pmartorell.com

## Extintores

Uno de los aspectos de seguridad más cruciales que debe tener un edificio es de garantizar la implementación de todas las medidas de seguridad contra incendios. Las salidas de emergencia son rutas de escapes que todo edificio debe de tener debidamente señalizada para facilitar la salida de manera segura a las personas.(Lozano Boado & Palacios Cuya, 2019).

Dentro de las edificaciones debe existir otras medidas que se pueden utilizar para extinguir incendios son los extintores, pero hay recalcar que serán usados para conatos pequeños.

Un extintor de incendios solo puede describir como un recipiente a presión cilíndrico que contiene un agente que puede descargarse para extinguir el fuego.

Existen extintores los cuales están diseñados como recipientes no cilindros a presión los cuales son menos comunes (Ahn, Park, Bae, & Bae, 2016). Existen dos tipos principales de extintores los cuales son: de presión almacenada y de cartucho.

En los extintores de presión almacenadas, el expulsor se encuentra almacenado en la misma cámara que el propio agente contra incendios. Debido a los diferentes tipos de incendios los cuales son provocados por diversos combustibles estos se clasifican por letras, que se refieren al tipo de incendio para el cual diseñado.

En base a la categoría que tiene en los diferentes tipos de extintores y agentes, cabe mencionar que existe una variedad de agentes los cuales se describen a continuación (Sharma & Damodaran, 2017):

- **Agua:** Este tipo de extintor es muy utilizado para el fuego de tipo A, el cual no deber ser usado en lugares donde exista parte eléctrica. Tampoco para incendios en los cuales se vean involucrados combustibles líquidos como gasolina o derivados del petróleo debido que estos tiene una mayor densidad por esta propiedad el combustible permanecería sobre el agua y no sería posible extinguirlo.
- **Rociado de agua:** Este tipo extintor es ideal para incendios de tipo A y B, no debe ser usado para lugares en donde exista parte eléctrica. Este tipo de extintor es muy útil para exteriores de las casas.
- **Espuma:** Este es perfecto para incendios tipo A y B; esta es utilizada en los simulacros por los bomberos y como en los tipos anteriores este también es peligroso usarlo en la parte eléctrica.
- **Polvo:** Este extintor es el más usado en las edificaciones es ideal para incendios de tipos A, B y C. Es pulverulento por tal motivo se lo puede utilizar en lugares de parte eléctrica.
- **Extintores de CO<sub>2</sub>:** Es un gas por ende es perfecto para lugares en donde existe corriente ya que este no puede conducirlos, por lo tanto, no puede conducir electricidad así mismo es para incendios de los tipos A, B y C. Se utiliza frecuentemente en elementos delicados donde otros tipos de extintores dañarían los objetos, como por ejemplo en un laboratorio ya que la espuma o el polvo podrían dañar máquinas y equipos costosos. Por lo tanto, los extintores de CO<sub>2</sub> son ideales para este tipo de ambientes.
- **Los extintores de clase K:** Este tipo de extintor es usado especialmente en cocinas y todo lo referente a las actividades culinarias. Estos extintores se usan solo cuando hay un sistema incorporado de supresión de campana instalado en la cocina. Los extintores de clase K son un complemento de los sistemas de supresión de equipos de cocina existentes, por lo que es necesario usar su extintor de clase K solo después de que el sistema de supresión de incendios se haya activado y la fuente de combustible para el equipo de cocina se haya apagado.

En la actualidad la inspección de los extintores de incendios es realizada por un técnico especializado y las verificaciones se las hacen de forma manual cada tres meses, un año o cinco años, según el tipo de extintor de incendios. Los extintores

tienen como máximo una vida útil de 20 años.

### 2.1.3 Componentes del sistema de detección

#### Detector de humo o incendios

Son dispositivos los cuales fueron diseñados, con la finalidad de detectar la existencia de incendio dentro de edificaciones. Comúnmente se lo denomina detectores de incendios ya que si en el caso se produce una ignición en la que solamente exista gases no se puede hablar de humo.



Figura 7 Detector de humo

Fuente: secureweek.com

Los detectores más utilizados son de cuatro tipos y se basan en diferentes principios físicos y de funcionamiento:

- **Detectores de humos iónicos.** El funcionamiento se basa en la ionización del aire cuando entra el humo a la cámara de detección. Se lo utiliza especialmente en la industria química debido a su sensibilidad a la propagación rápida del fuego, hay que mencionar para que funcione tiene que tener el aire una velocidad menor a 0,5 m/s.
- **Detectores ópticos.** El funcionamiento de este tipo de detector se basa en la interrupción del rayo de luz esto se produce cuando el humo entra en el interior lo cual genera una alarma. Existen dos tipos los cuales son analógicos y digitales. Este tipo de detector son especialmente instalados en conductos de extracción de aire para que detecten la presencia de humo en grandes estancias o en edificaciones en general. Se utilizan, habitualmente, en viviendas, centros comerciales, supermercados, cárceles o bodegas, entre otros.
- **Detector térmico.** Este tipo se lo considera como detector de incendio ya este comienza a funcionar cuando detecta temperaturas altas como mínimo 68 °C y su instalación no puede sobrepasar los 7 metros de altura. Generalmente se usan para lugares donde no se puede utilizar sistemas convencionales.
- **Detector de radiación.** Es tipo de detector lo realiza mediante elementos electrónicos que permiten detectar la presencia generada por el incendio. Es perfecto para sitios abiertos o con techo muy alto además generan una alarma con un tiempo de retardo.

## Sistema de incendio direccionable

Es un sistema digital que permite establecer la comunicación de su panel central con los componentes del sistema de detección o cualquier módulo específico. Hay que mencionar que este tipo de sistema utiliza el mismo medio para transmitir datos como alimentación del detector.



Figura 8 Sistema de incendio direccionable

Fuente: mercortecresa.com

## Cables resistentes al fuego

Este tipo de cable tiene la capacidad de seguir funcionando durante el incendio y esa resistencia es lo que lo ha hecho imprescindible en las instalaciones de sistemas de extinción con rociadores.

Este tipo de cable se lo relaciona con lo siguiente:

- La capacidad de un cable de mantenerse en funcionamiento durante un incendio
- La capacidad de garantizar una duración de funcionamiento mínima

Estos cables resistentes al fuego de uno o varios núcleos son adecuados para el uso en varias categorías de Circuitos de Control.

A continuación, en la tabla 1 se muestra la duración que tiene el diferente tipo de cable.

<b>Tipo</b>	<b>A prueba de incendios</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>PH30</b>	Aprobación frente al fuego 30 minutos	Los cables PH30 son adecuados para aplicaciones de emergencia en las que los circuitos deben permanecer en funcionamiento durante un máximo de 30 minutos
<b>PH60</b>	Aprobación frente al fuego 60 minutos	Los cables PH60 se usan en aplicaciones de emergencia, en especial en iluminación de emergencia, en conformidad con la BS 5266, donde se requiere un funcionamiento más largo del circuito en caso de incendio
<b>PH120</b>	Aprobación frente al fuego 120 minutos	Los cables PH120 están diseñados para instalaciones que requieren la integridad del circuito mejorada para un máximo de 120 minutos. Esto incluye complejos bloques de pisos o de gran altura que requieren un tiempo de evacuación más largo.

Tabla 1 Tipos de cable

Fuente: elandcables.com

En la tabla 2 se muestra los Cables resistentes al fuego. Estándares/mejorados.

<b>Nivel</b>	<b>Norma británica para la fabricación</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>Resistencia al fuego estándar</b>	BS 7629-1, BS EN 50200 PH30, PH60 y PH120	Cables resistentes al fuego para circuitos de control de categoría 1 en conformidad con la BS 5839-1, BS 5266 y BS 8519. Siempre que se utilicen en conformidad con la norma BS 5839-1, los cables estándares resistentes al fuego deben tenerse en cuenta para proporcionar una resistencia suficiente a los efectos del fuego.
<b>Resistencia al fuego mejorada</b>	BS 7629-1, BS EN 50200 PH30, PH60 y PH120	Los cables resistentes al fuego mejorados se utilizan en la mayoría de edificios públicos o complejos de edificios que requieren sistemas de emergencia para seguir funcionando durante un mínimo de dos horas (PH120), en cumplimiento con las normas BS 8434-2 y BS 8519 para los circuitos de control de categorías 1 y 2. S

Tabla 2 Nivel de resistencia al fuego

Fuente: elandcables.com

### **Luz estroboscópica**

Es una fuente luminosa que irradia una serie de destellos a velocidades muy rápida las cuales se usa para producir exposiciones múltiples de las fases de un movimiento.

Este tipo de iluminación se produce por medio de un objeto denominado estroboscopio el cual permite visualizar ya que este va girando como si estuviera inmóvil o girando muy lentamente.

A continuación, se muestra la figura 9.



Figura 9 Luz estroboscópica

Fuente: frisarsac.com

### **Pulsadores Manuales**

Este tipo de pulsadores viene en dos diferentes modelos como botón y tiro de palanca (americano) y este al ser activado informa de manera inmediata a la central de detección de incendios (Egusquiza Estévez, 2016). En la actualidad existen pulsadores que cuando son activados se enciende un LED de color rojo indicando que la acción fue ejecutada.

Este componente es un elemento fundamental en la seguridad contra incendios, permitiendo ser muy útil en los sistemas para avisar de manera manual cuando todavía no se ha detectado humo o cambio de temperatura.



Figura 10 Pulsador manual

Fuente: frisarsac.com

### **Tubería EMT**

Debido a su calidad de acero y a su espesor se lo considera como una solución excelente para la protección del cableado ya que presenta un gran desempeño a la hora de pasar alambres y cables.

Hay que mencionar que es tipo de tubería tiene un revestimiento galvanizado el cual lo hace ideal para ser usado en cualquier tipo de lugares se estos secos, húmedos, confinados o de peligrosa ubicación. Debido a su diseño usualmente es utilizado en el área industrial, comercial y residencial ya que el cableado queda aislado y protegido para cualquier tipo de amenazas.

Este tipo de tubería puede ser utilizada oculta o expuesta en todas las condiciones atmosféricas. Tiene un acabado galvanizado en su exterior que permite una alta

resistencia a la corrosión a largo tiempo.



Figura 11 Tubería EMT

Fuente: [tecnologiapizarro.com](http://tecnologiapizarro.com)

#### **2.1.4 Sistema de extinción de incendios de gas carbónico CO<sub>2</sub>**

Este tipo de sistema para extinguir el fuego lo realiza por medio del gas el cual hace que falta el oxígeno o por efectos físicos (Grabow, 2003). Cabe mencionar que este sistema en comparación con el de rociadores es más efectivo debido que este no solo lo suprime, sino que también lo extingue.

Los sistemas de extinción de gas son la mejor opción cuando los otros sistemas no son efectivos (Boulandier, 2001). Las áreas comunes incluyen todo tipo de salas de interruptores eléctricos, salas de TI y servidores.

Este sistema es ideal para ambientes en donde existen sistemas eléctricos ya que el gas no tiene influencias sobre estos. Se puede utilizar una gama de diferentes tipos gases para el sistema de extinción. Las propiedades específicas de los diferentes gases también se definen dependiendo del área de uso.

##### **Agente extintor**

El efecto de extinción de los gases inertes como el argón, el nitrógeno y el dióxido de carbono (en principio, este no es un gas inerte y, por lo tanto, no es adecuado para incendios de clase D) se logra mediante el desplazamiento del oxígeno atmosférico (Nifuku, 2001). Esto se conoce como el efecto sofocante y ocurre si el valor límite específico necesario para la combustión no se alcanza.

En la mayoría de los casos, el fuego se extinguirá después de una reducción de oxígeno aproximadamente a un 13% de volumen. Además, el volumen de aire disponible solo debe desplazarse aproximadamente un tercio, lo que corresponde a una concentración de gas de extinción de 34% de volumen.

Para quemar sustancias que requieren significativamente menos oxígeno, es necesario un aumento de la concentración de gas de extinción, por ejemplo, para etileno, monóxido de carbono e hidrógeno (Zou, y otros, 2019). Como los gases de argón y dióxido de carbono son más densos que el aire ambiente, penetran de manera particularmente rápida y rigurosa a través del área a extinguir.



## Almacenamiento del CO<sub>2</sub>

El suministro de dióxido de carbono puede almacenarse en cilindros recargables diseñados para contener dióxido de carbono en forma líquida a temperaturas ambientes según (NFPA 12).

La norma (NFPA 12) indica que el dióxido de carbono está almacenado en recipientes a presión a temperaturas ambientes. A 70°F (21°C), la presión en este tipo de almacenamiento es de 850 psi (5860 kPa). Tal como se puede observar en la figura 12.



Figura 12 Cilindros CO<sub>2</sub>

Fuente: tecnoseguro.com

## Difusores de CO<sub>2</sub>

Es un dispositivo en forma de abanico el CO<sub>2</sub>, sin realizar ningún tipo de movimiento. Los difusores son considerablemente más sencillos que los aspersores.

La parte más importante del difusor es la tobera, que es el lugar por el que se emite el abanico del CO<sub>2</sub>. Se trata de una pieza sustituible y que determina tanto el alcance como la forma del abanico. Tal como se puede observar en la Figura 13.



Figura 13 Difusores CO<sub>2</sub>

Fuente: grupodeincendios.com

## Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un agente de control de incendios de tipo gaseoso que se almacena bajo presión como un líquido, tiene como funcionamiento de excluir el oxígeno del fuego para que este no se propague. Es usado para incendios de clase A, B y C, teniendo como principales ventajas que no deja residuos y ni tampoco es conductor, además no ofrece tanta capacidad de control de incendios

como el halón o algunos sustitutos de este, pero menos costoso.

Bajo esa presión el CO<sub>2</sub> sublima, es decir pasa directamente de sólido a gas sin pasar por la fase líquida, que es lo que sucede a presión normal (1 atm) y a -78,5°C.

El dióxido de carbono sólido es comúnmente conocido como «hielo seco». A presiones mayores de 5,185 bar (4,172 bar) y temperaturas menores de 31,06°C (punto crítico), el dióxido de carbono se presenta en forma líquida y gaseosa simultáneamente, fases que coexisten en equilibrio en un contenedor cerrado.

La principal desventaja del dióxido de carbono es que al momento de usarlo se crea una baja de oxígeno en el lugar donde ocurre el incendio, siendo un riesgo para el personal. Este agente se usa en extintores portátiles de incendios, extintores de incendios con ruedas, vehículos y sistemas de mangueras fijas, sistemas instalados por aplicación local tanto en estructuras como montados en vehículos, y sistemas instalados de inundación total.

### **Sistemas de dióxido de carbono**

Los sistemas de dióxido de carbono están disponibles en dos tipos principales de configuraciones de suministro de agentes: alta presión y baja presión (Harrington & Senecal, 2016).

Los sistemas de dióxido de carbono son ideales para equipos y/o dispositivos que trabajan con fluidos inflamables los cuales podrían causar daños si usara productos de químicos secos, (Hedlund, Carbon dioxide not suitable for extinguishment of smouldering silo fires: static electricity may cause silo explosion. , 2018).

Hay que recalcar que el dióxido de carbono es considerablemente menos costoso que el halón. Los sistemas de dióxido de carbono incluyen los siguientes componentes:

- Almacenamiento
- Activación
- Distribución

El sistema de dióxido de carbono debe ser evitado en áreas donde no se puedan evacuar rápidamente, donde se usan materiales pirofóricos y donde se usan metales reactivos.

Los sensores de calor son los encargados de activar el sistema, para posteriormente realizar la descarga del dióxido de carbono por medio de las boquillas las cuales están ubicadas de manera estratégica. El sistema posee alarmas las cuales indicaran que está por activarse para que las personas procedan a evacuar el área de manera inmediata, las cuales darán un tiempo prudencial para que puedan salir antes de la descarga de dióxido de carbono.

En los sistemas locales, la posición de las boquillas es muy importante para que el sistema funcione correctamente. En los sistemas de inundación total, las boquillas generalmente se ubicarán en el techo. En estos sistemas, la retención del dióxido de

carbono dentro del área es crítica y generalmente habrá cierres de puertas y de ventilación (Roy, y otros, 2019).

### **Extintores de dióxido de carbono**

Los extintores de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) contienen dióxido de carbono forzado a su estado líquido por presión. Este tipo de extintor está disponible en varios tamaños de 2.5 a 20 libras (1.1 a 9 kilos). Los tiempos de descarga varían de 8 a 30 segundos, y el rango de descarga es de 5 a 8 pies (1.5 a 2.4 metros).

Hay que mencionar que también existen equipos que poseen ruedas las cuales permiten una mejor movilidad, debido a que sus tamaños oscilan entre 50 a 100 libras (22.6 a 45.4 kilos) (Sarang, Kahane, Matsagar, & Kokane, 2019). Su rango de descarga está entre 3 a 10 pies (0.9 a 3 metros), y su tiempo de descarga es de 10 a 30 segundos.

Los extintores de dióxido de carbono poseen varias ventajas entre las cuales se puede mencionar que son usados para incendios de clase B o C, y dado que el dióxido de carbono no deja residuos, la limpieza no es un problema.

Las unidades no están sujetas a congelación, por lo tanto, pueden colocarse afuera o en áreas sin calefacción (Castiella & García, 2016). Así también existe una serie de desventajas para los extintores de dióxido de carbono entre las cuales se puede mencionar que los equipos no son adecuados para incendios de clase A, la electricidad estática puede acumularse durante la descarga del extintor y podría encender una atmósfera explosiva o dañar circuitos electrónicos sensibles. Estos extintores no pueden recargarse internamente sin utilizar equipo especializado y personal capacitado.

## **NFPA 12**

### **Alcance.**

Esta norma contiene requisitos mínimos para los sistemas de extinción de incendios con dióxido de carbono. Incluye solo los elementos esenciales necesarios para hacer que el estándar funcione en manos de los expertos en este campo.

### **Propósito.**

Esta norma está preparada para el uso y orientación de los encargados de la compra, diseño, instalación, prueba, inspección, aprobación, listado, operación o mantenimiento de sistemas de extinción de incendios con dióxido de carbono, a fin de que dicho equipo funcione según lo previsto durante toda su vida útil.

Este estándar se encuentra abierto para implementar nuevas tecnologías o mejoras siempre y cuando no se reduzca el nivel de seguridad prescrito. Solo el personal capacitado y con la experiencia adecuada podrá diseñar, instalar, inspeccionar y mantener este equipo.

## **Especificaciones.**

Las especificaciones para los sistemas de extinción de incendios con dióxido de carbono se realizarán bajo la supervisión de personal capacitado con experiencia para el diseño de sistemas de extinción de dióxido de carbono y con el asesoramiento de la autoridad competente.

Las especificaciones deben incluir todos los elementos necesarios para el diseño del sistema, así también la designación de la autoridad competente, las variaciones de la norma permitidas por la autoridad competente y el alcance de las pruebas de aprobación que se realizarán después de instalación del sistema.

## **Suministro de dióxido de carbono.**

**Cantidades.** La cantidad del suministro principal de dióxido de carbono en el sistema debe ser por lo menos suficiente para el mayor peligro individual protegido o grupo de riesgos que deben protegerse simultáneamente.

Cuando las líneas de mangueras manuales se proporcionan para su uso en un peligro protegido por un sistema fijo, se proporcionarán suministros separados a menos que se proporcione suficiente dióxido de carbono para garantizar que la protección fija para el peligro individual más grande en el que se pueden usar las líneas de manguera no será en peligro.

Cuando la autoridad competente determina que se requiere protección continua, la cantidad de suministro de reserva será tantos múltiplos de las cantidades requeridas como la autoridad competente lo considere necesario.

Tanto los suministros principales como los de reserva para los sistemas de almacenamiento fijo deben estar permanentemente conectados a la tubería y dispuestos para facilitar el cambio, excepto cuando la autoridad competente permita una reserva no conectada.

**Reposición.** El tiempo que necesita para poder reabastecer el dióxido de carbono para restaurar el sistema y quede operativo, esto se considerará como un factor importante para determinar el suministro de reserva necesario.

**Calidad.** El dióxido de carbono tendrá las siguientes propiedades mínimas:

- (1) La fase de vapor no debe ser inferior al 99,5 % de dióxido de carbono, sin sabor u olor desagradable detectable.
- (2) El contenido de agua de la fase líquida debe cumplir especificación de productos básicos para dióxido de carbono.
- (3) El contenido de aceite no será superior a 10 ppm en peso.

## **Tamaños de cilindros.**

Se utilizarán cilindros individuales con una capacidad de peso estándar de que varía desde las 5 lb hasta las 120 lb (2 kg o 54,4 kg) de contenido de dióxido de carbono excepto para cargas especiales de temperatura.

En un sistema de múltiples cilindros, todos los cilindros que suministran la misma salida múltiple para la distribución del agente deben ser intercambiables y de un tamaño seleccionado.

Las temperaturas ambientes de almacenamiento para los sistemas de aplicación local no deben exceder los 120 ° F (49 ° C) ni deben ser inferiores a 32 ° F (0 ° C).

### **Sistemas de alta presión.**

En los sistemas de alta presión, los accesorios de hierro maleable o dúctil Clase 300 se deben usar a través de un tubo interno de hasta 2 pulgadas y accesorios de acero forjado en todos los tamaños más grandes. Superiores a 2 pulgadas en clase 600. (NFPA 12).

Los accesorios de acero inoxidable deben ser de tipo 304 o 316, forjados de acuerdo con la norma (ASMT) A182, Especificación estándar para aleaciones forjadas o laminadas para bridas de tubería de acero, accesorios forjados y válvulas y piezas para servicio a alta temperatura.

### **Sistemas de baja presión.**

De igual manera los accesorios de hierro maleable o dúctil Clase 300 se deben usar a través de accesorios IPS de 3 pulgadas. Y hierro dúctil de 1000 lb o acero forjado en todos los tamaños más grandes. Las juntas con bridas deben ser de Clase 300. (NFPA 12).

### **Componentes del sistema de extinción por CO<sub>2</sub>**

El modelo base para el sistema de extinción será el GSA-REL, siendo este un módulo de tipo analógico el cual tiene comunicación directa con el panel de alarma de incendio así también con el controlador de bucle. El GSA-REL controla los sistemas de rociadores, pre-acción y diluvio, y también puede usarse para liberar agentes extintores como CO<sub>2</sub>, halón o espuma. El módulo posee una amplia gama de opciones para garantizar la calidad del servicio además es muy fácil su configuración en campo, al tiempo que evitan la liberación innecesaria de agente extintor.

Además de ser un componente de red inteligente, el GSA-REL interactúa con varios dispositivos convencionales. Estos proporcionan la activación manual de las funciones de abortar, liberación y desconexión del servicio. Junto con el GSA-REL, comprenden un paquete completo de extinción de incendios. No es necesario un panel de descarga separado porque el GSA-REL aprovecha al máximo la infraestructura de comunicaciones del panel de control existente. Esto garantiza instalaciones de bajo costo con todos los beneficios de la iniciación y el control de la serie Signature siete circuitos integrados brindan mayor flexibilidad. Cada GSA-REL aloja:

- Dos circuitos de liberación supervisados de clase B
- Dos NAC supervisados de pre-lanzamiento de Clase B
- Un circuito supervisado de entrada de liberación manual Clase B (enclavamiento)
- Un circuito de interrupción de clase B supervisado para el interruptor de interrupción normalmente abierto (sin bloqueo)
- Un primer relé de salida de alarma (contacto de forma C)

### **GSA-REL**

Posee una colección de temporizadores integrados lo cuales permiten determinar el tiempo que va durar las rutinas de aborto y las secuencias de liberación. Estos temporizadores se configuran fácilmente en campo y proporcionan una gama de opciones altamente flexible.

### **Elementos el GSA-REL**

El módulo de liberación GSA-REL es un componente de red el cual permite tener el control para las rutinas de extinción de incendios. El cual cumple el mismo propósito que un panel de liberación independiente, pero admite detectores de la serie Signature como parte integral del sistema de supresión. El GSA-REL es fácil de configurar y acepta la programación a través del editor de reglas SDU del panel de control.

El siguiente diagrama representa la aplicación típica de GSA-REL. Las explicaciones que siguen resumen cada elemento del módulo, tal como se puede observar en la Figura 14.

A continuación, se muestra la figura 14.

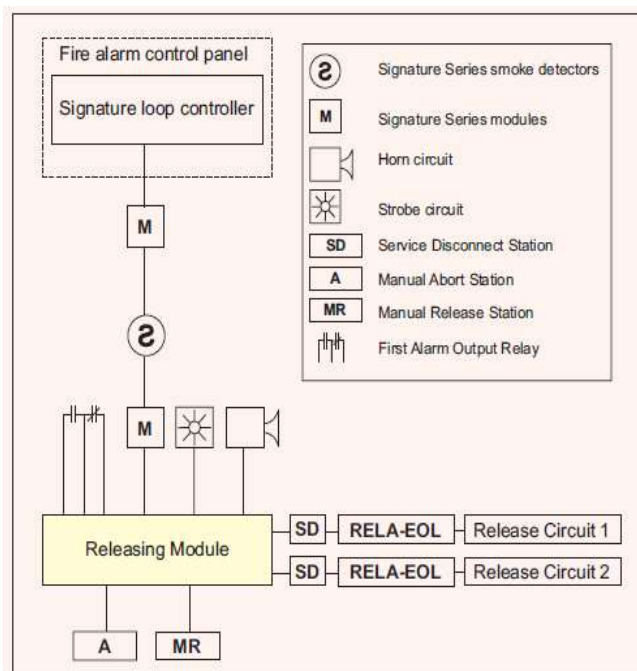


Figura 14 Componentes básicos del sistema de extinción por CO<sub>2</sub>

Fuente: DATA SHEET M85001-0531

**Circuitos de liberación.** El GSA-REL incluye dos circuitos de liberación supervisados, cada uno de los cuales proporciona control de extinción de incendios a diferentes áreas de un espacio protegido. Los circuitos de liberación permiten activar los solenoides en los tanques de agente de supresión de acuerdo con las rutinas de liberación predefinidas. Estos solenoides liberan al agente en el área protegida. Ambos circuitos trabajan de manera conjunta.

**Primer relé de alarma.** Este relé integrado proporciona un contacto de forma C que se activa en la primera entrada de alarma o liberación manual. El relé se usa generalmente para la preparación de la sala, como el control de ventiladores y amortiguadores antes de la liberación del agente de supresión.

**Pre-lanzamiento.** Los circuitos de pre-lanzamiento se utilizan para proporcionar energía a los dispositivos de notificación ubicados dentro del área protegida. Se proporcionan dos circuitos supervisados de pre-lanzamiento: uno (constante) para dispositivos de notificación visual y otro (pulsado) para dispositivos de notificación audible. Los circuitos de pre-lanzamiento comienzan activarse con el inicio del temporizador de retardo automático.

**Lanzamiento manual.** El circuito de liberación manual es utilizado para activar el sistema de supresión el cual lo realiza por medio de una estación de liberación normalmente abierta. Esto inicia la secuencia de liberación manual de acuerdo con

una rutina predefinida. El circuito de liberación manual está supervisado y enclavado. La entrada de este circuito se procesa en el módulo; no es necesaria la comunicación con el panel de control.

**Abortar.** El circuito de cancelación se usa para poder evitar la liberación de agente en el área protegida después de que la secuencia de liberación haya comenzado, pero esto debe ser antes de que expire el temporizador de retraso automático. Una estación de liberación normalmente abierta conectada proporciona control manual sobre este circuito.

**Servicio desconectado.** Para la desactivación de manera temporal del sistema de extinción de incendios se usa un interruptor el cual permita la desconexión del servicio y el cual no posee un circuito dedicado. Por esa razón se instala en ambos circuitos de liberación entre el GSA-REL y el relé de fin de línea RELA-EOL. Al Abrir el interruptor de desconexión de servicio permite probar el sistema de alarma contra incendios sin activar el sistema de extinción de incendios. El funcionamiento de este interruptor es enviarme una señal indicando que existe un problema en el panel de control.

**Datos.** El circuito de datos Signature proporciona una entrada y una salida al bucle de datos que se comunica con el controlador del bucle Signature en el panel de control. El GSA-REL se encuentra en el mismo bucle de datos que los detectores de la serie Signature que inician la secuencia de liberación automática. En base a este diseño de trabajo en conjunto ofrece el rendimiento más confiable y garantiza el cumplimiento de los códigos de seguridad de vida vigentes.

### **Cableado**

En Figura 15, se aprecia el sistema de cableado del sistema de extinción, el cual se conforma con los siguientes componentes.

- 1) Cuatro RELA-EOL por circuito, máx.
- 2) Clase B, salida de 24 VDC.
- 3) Clase B, estación de liberación manual normalmente abierta.
- 4) Clase B, estación de aborto normalmente abierta.
- 5) Resistencia EOL de 47 K $\Omega$  listada.
- 6) Válvula no polarizada. El cableado de la válvula solenoide de liberación no está supervisado para cortocircuitos de cable a cable. Ejecute la conexión a la válvula en el conducto dentro de 20 pies del relé de polarización solenoide RELA-EOL.
- 7) La polaridad del circuito se muestra en estado de supervisión. En alarma, la polaridad se invierte.
- 8) Supervisado y con poder limitado.



- 9) Energía limitada cuando se conecta a una fuente de energía limitada. Si no tiene limitación de potencia, mantenga una separación de 1/4 de pulgada (6.4 mm). De lo contrario, use FPL, FPLR o FPLP de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional (NEC). Destruye las marcas de potencia limitada.

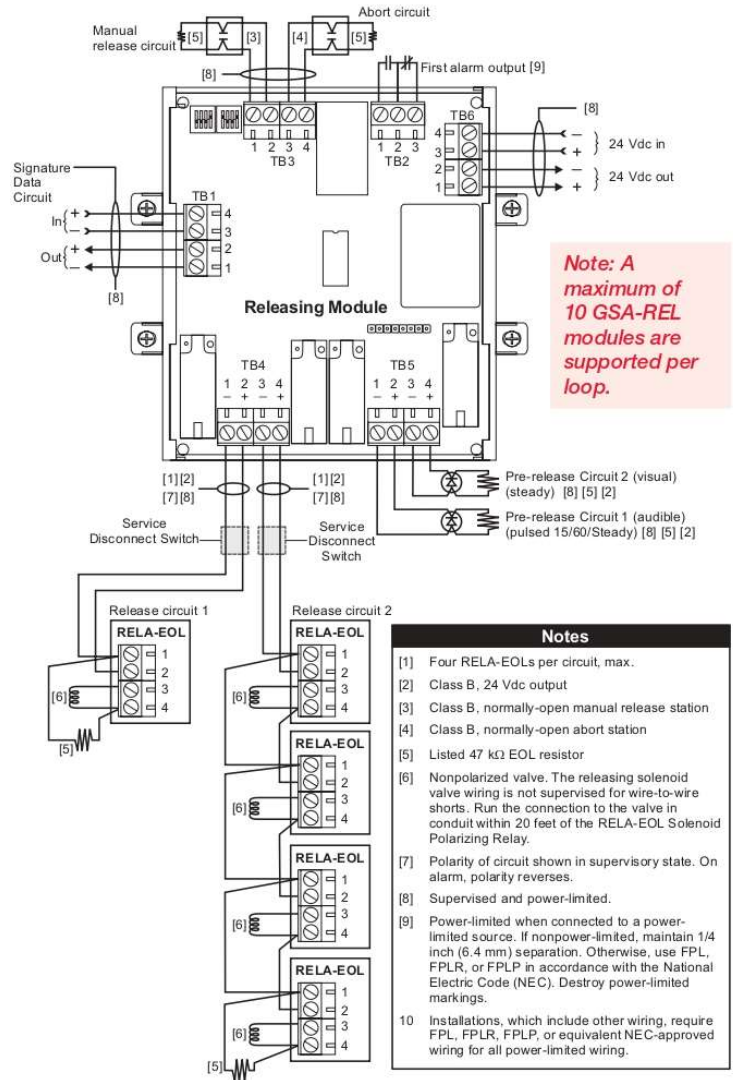


Figura 15 Cableado

Fuente: DATA SHEET M85001-0531

## Accesorios

### Estación de liberación manual

La estación de liberación manual es un dispositivo que permite iniciar la señal de contacto seco normalmente abierto. El 276A-REL es una estación de acción única que requiere que el usuario tire la manija de liberación para iniciar con el escape de un agente de extinción de incendios tal como se se observa en la figura 16.



Figura 16 Estación de liberación manual

Fuente: [generalsecurityltda.wixsite.com](http://generalsecurityltda.wixsite.com)

### Estación de abortar

La estación de abortar es un dispositivo normalmente abierto y sin enclavamiento tal como se puede observar en la figura 17. Se utiliza para evitar la liberación del agente en el área protegida después de que la secuencia de liberación ha comenzado.



Figura 17 Estación de abortar

Fuente: [generalsecurityltda.wixsite.com](http://generalsecurityltda.wixsite.com)

### Interruptor de desconexión de servicio

El interruptor de desconexión del servicio es usado para deshabilitar temporalmente el sistema de extinción de incendios, tal como se muestra en la Figura 18. Se instala un interruptor en cada uno de los dos circuitos de liberación entre el GSA-REL y el relé de fin de línea RELA-EOL.

Abrir el interruptor de desconexión de servicio permite probar el sistema de alarma contra incendios sin activar el sistema de extinción de incendios.



Figura 18 Interruptor de desconexión de servicio

Fuente: [generalsecurityltda.wixsite.com](http://generalsecurityltda.wixsite.com)

### Relé de fin de línea

El relé de fin de línea facilita la conexión de un solenoide de liberación no polarizado a un circuito de liberación supervisado y polarizado. Se requiere un relé por solenoide de liberación, tal como se puede observar en la Figura 19.

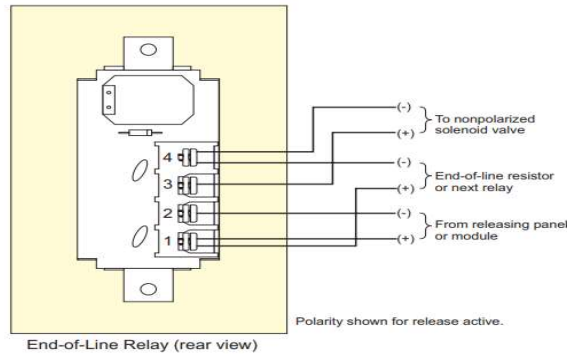


Figura 19 Relé de fin de línea

Fuente: [generalsecurityltda.wixsite.com](http://generalsecurityltda.wixsite.com)

### Caja del módulo

Aquí se muestra con módulos de E / S de estilo enchufable, tal como se puede observar en la Figura 20, el MFC-A también cumple con los requisitos de UL para espacio y espacio libre alrededor del módulo de liberación GSA-REL. El gabinete presenta un acabado epoxi rojo con marcas blancas de "FUEGO".



Figura 20 Caja del módulo

Fuente: [generalsecurityltda.wixsite.com](http://generalsecurityltda.wixsite.com)

## Especificaciones

Se detalla las especificaciones que posee el sistema de extensión GSA-REL.

<b>Elevador de potencia</b>	Voltaje de entrada	24 Vdc (power limited)
	Corriente de supervisión	25 mA, max.
	Corriente de entrada vertical	4 amps maximum
	Alarm	170 mA min.; 4 A max
<b>Circuitos de liberación</b>	Válvulas de clasificación de salida por circuito	2 A @ 24 Vdc (for each circuit) 4 valves, max.
	Max. corriente de supervisión Corriente de supervisión	0.4 mA (short circuit)
	Tensión nominal de supervisión	
	Supervisión de voltaje	0.18 mA
<b>Circuitos de alarma de prelanzamiento</b>	Potencia de salida Máx. corriente de supervisión	2 A @ 24 Vdc (for each circuit)
	Corriente de supervisión nominal Tensión de supervisión	
	Dispositivo de fin de línea	0.4 Ma (short circuit)
		0.18 Ma
		26 Vdc, max. (open circuit) 47k Ohm resistor
<b>Circuito de entrada de liberación manual</b>	Max. supervisory current Nominal supervisory current	0.4 Ma (short circuit)
	Supervisory voltage	0.18 Ma
	End of line device	26 Vdc, max. (open circuit)
	Circuit type	47k Ohm resistor
	Circuit capacitance	Class B N.O. latching
<b>Circuito de Aborto</b>	Max. Corriente de supervisión Corriente de supervisión nominal	0.4 Ma (short circuit)
	Voltaje de supervisión	0.18 Ma
	Dispositivo de fin de línea	26 Vdc, max. (open circuit)
	Tipo de circuito	47k Ohm resistor
	Circuito de capacitancia	Class B N.O. non- latching
<b>Primera alarma del relé de salida</b>	Radio de contacto	3 A @ 24 Vdc (0.6 power factor) Form C
<b>Linea de datos Signature</b>	Tensión de funcionamiento	5.2 to 19.95 Vdc
	Corriente de supervisión	1000 µA
	Corrientes de alarma	1000 µA
<b>Condiciones ambientales</b>	Temperatura de funcionamiento	32° F to 120° F
	Temperatura de almacenamiento	(0° C to 49° C)
	Humedad	-4° F to 140° F
		(-20° C to 60° C)
<b>Cableado</b>	Adecuado para # 18 a # 12 AWG (2.5 mm <sup>2</sup> a .75 mm <sup>2</sup> )	
<b>Tipo de código</b>	Conjunto de fábrica	
<b>Requisitos de direccionamiento</b>	Utiliza seis direcciones de módulo	
<b>Listados de agencias</b>	UL, ULC, y FM	
<b>Solenoides Compatibles</b>	Debe estar listado por UL / ULC y aprobado por FM	

Tabla 3 Especificaciones del sistema de extinción GSA-REL

Fuente: DATA SHEET M85001-0531

## Resistencia de línea

Corriente ascendente total (Amps)	Distancia de GSA-REL a la fuente de alimentación				Resistencia del cable (ohmios por cable)
	#12		#14		
	AWG	2.5 mm <sup>2</sup>	AWG	1.5 mm <sup>2</sup>	
4.0	29 ft	8.84 m	20 ft	6.10 m	0.050
3.5	34 ft	10.36 m	23 ft	7.01 m	0.057
3.0	39 ft	11.89 m	27 ft	8.23 m	0.067
2.5	47 ft	14.33 m	32 ft	9.75 m	0.080
2.0	59 ft	17.98 m	40 ft	12.19 m	0.100
1.5	78 ft	23.77 m	53 ft	16.15 m	0.133
1.0	118 ft	35.97 m	80 ft	24.38 m	0.200

Tabla 4 Elevador de potencia

Fuente: DATA SHEET M85001-0531

Corriente ascendente total (Amps)	Distancia de GSA-REL a la fuente de alimentación				Resistencia del cable (ohmios por cable)
	#12		#14		
	AWG	2.5 mm <sup>2</sup>	AWG	1.5 mm <sup>2</sup>	
2.00	176 ft	53.64 m	120 ft	36.58 m	0.300
1.75	202 ft	61.57 m	137 ft	41.76 m	0.343
1.50	235 ft	71.63 m	160 ft	48.77 m	0.400
1.25	282 ft	85.95 m	192 ft	58.52 m	0.480
1.0	353 ft	107.59 m	240 ft	73.15 m	0.600
0.50	706 ft	215.19 m	480 ft	146.30 m	1.200

Tabla 5 Circuitos de pre-lanzamiento y liberación (por circuito)

Fuente: DATA SHEET M85001-0531

## 2.2 Marco Conceptual

Es la recopilación y sistematización de los conceptos fundamentales que se usan para la investigación del proyecto técnico que se está realizando.

### 2.2.1 Riesgo de incendio en edificios

En este punto se procede a detallar los diferentes tipos de riesgo de incendio que puede sufrir las edificaciones.

#### 2.2.1.1 Propagación

Es la evolución del incendio se produce en el espacio y en el tiempo. La transmisión del calor se produce por:

- Conducción o contacto directo de los cuerpos, por convección.
- Convección, siempre existirán gases o humos que estarán allí como producto de la combustión de los elementos.
- Radiación, el calor se transmite mediante ondas electromagnéticas.

### **Evolución de la propagación en el tiempo**

La evolución de la propagación basada en el tiempo puede variar dependiendo de los siguientes factores como son: el combustible, la forma de manipulación o almacenamiento, y la energía que provoca la ignición. Si el aumento de temperatura es de gran magnitud, por ejemplo, llamas, puede desaparecer prácticamente la incubación y acortarse la fase de humos.

### **Evolución de la Propagación en el Espacio**

Esta evolución comienza cuando una vez iniciado el fuego o también llamado conato de incendio, este no se extingue y continúa hacia el incendio, favorecido por los mecanismos normales de transmisión del calor que son:

- Conducción
- Convección natural
- Radiación

Lo más común es que se propague de manera vertical y horizontalmente, esto se produce debido al conjunto de los tres mecanismos mencionados, predominando la propagación vertical.

#### **2.2.2 Extintores portátiles contra incendios**

Los extintores portátiles son aparatos de accionamiento manual que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego.

En los lugares de mayor riesgo de incendio se colocarán extintores adicionales del tipo y capacidad requerida. Además, se proveerá de medidas complementarias según las características del material empleado.

A continuación, se detalla en la tabla 6. Las áreas máximas protegidos por extintores y su ubicación requerida.

UBICACION DE EXTINTORES						
Area maxima protegida por extintores $m^2$ y recorrido hasta extintores m						
Riesgo	Ligero		Ordinario		Extra	
Clasificacion Extintor	Area protegida ( $m^2$ )	Recorrido a extintor (m)	Area protegida ( $m^2$ )	Recorrido a extintor (m)	Area protegida ( $m^2$ )	Recorrido a extintor (m)
1°						
2°	557	16,7	278,7	11,8		
3°	836	20,4	418	14,46		
4°	1045	22,7	557	16,7	371,6	13,62
6°	1045	22,7	836	20,4	557,4	16,7
10°	1045	22,7	1045	22,7	929	21,56
20°	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
30°	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
40°	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
5B	162	22,7				
10B	452	22,7	162	9,15		
20B			452	15,25	162	9,15
40B					452	15,25

Tabla 6 Ubicación de extintores

Fuente: NFPA 10

Los subsuelos y sótanos de edificios que sean destinados a cualquier uso, con superficie de pisos iguales o superiores a quinientos metros cuadrados (500  $m^2$ ), deben disponer de sistemas automáticos de extinción de incendios.

### 2.2.3 Relación entre normas ISO acorde al proyecto

#### Normas ISO 45001-Proyecto Técnico

El proyecto se basa en las normas como es que todas sus necesidades se estarán destinadas a una integración gestionable en la propia institución por medio mediante el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (Ver Anexo 8). Así mismo cumpliendo, la norma ISO 45001 permitirá la seguridad de los trabajadores en el área donde se realiza el estudio técnico.

Permite determinar los riesgos que estarán presentes en donde se realiza el caso de estudio para tratar de minimizar el impacto de estos. Cumpliendo la norma ISO el proyecto tendrá una mejorar capacidad de responder a las cuestiones de cumplimiento normativo así mismo reducirá los costos generales que sean generados por los incidentes.

El proyecto evaluara el rendimiento y tratar de mejorarlo mediante la toma

apropiada de comportamiento.

### **ISO 18001-Proyecto-Técnico**

El proyecto en base al ISO 18001 permitirá identificar los riesgos relacionados con la salud y la seguridad de sus trabajadores que se presentaran en el área que será objeto de estudio en el proyecto. Permitirá la reducción de manera exponencial la tasa de accidentes dentro del área.

Permitirá la reducción de costos y mejorar la rentabilidad de la institución. Así mismo mejorar las operaciones de ella.



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLOGICO**

Una vez realizado el planteamiento del problema y el marco teórico los cuales son necesarios para la comprensión de este proyecto técnico. Se presenta este capítulo en el cual se describe el tipo de investigación a seguir, metodologías aplicadas y las herramientas necesarias para su desarrollo.

El marco metodológico se lo considera como el conjunto de procedimientos que se encuentran presente durante toda la fase de investigación, con el propósito de describir, analizar y reconstruir los datos a partir de los conceptos teóricos convencionalmente (Balestrini, 2006).

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

Para los métodos seleccionados, los enfoques investigativos se centran en el tipo de dato e información a obtener.

El enfoque cuantitativo, es aquel que refleja las mediaciones y estimaciones, en base a las recolecciones de datos los cuales son obtenidos por medio procedimientos o instrumentaciones que son estandarizas, para que puedan ser analizados por métodos estadísticos para que sus interpretaciones puedan definir las con explicaciones que encajan con el conocimiento existente.

El enfoque cualitativo, es aquel que permite plantear un problema sin seguir un proceso definido permitiendo durante el proceso desarrollar una teoría coherente, accediendo que se vaya perfeccionando conforme se recolectan datos. La recolección de datos se lo realiza en base a estándares predeterminado de modo que se complemente.

#### **3.2 Tipo de investigación**

Dentro de este orden de ideas, el tipo de investigación que se usara para este proyecto técnico es la investigación cualitativa, por la cual permite estudiar el entorno de una forma óptima el proceso para el diseño de un sistema de extinción por CO<sub>2</sub>, que permita identificar parámetros y variables presentes en el bloque D de la Universidad Politécnica Salesiana.

Para que el investigador pueda desarrollar tanto el diseño como las medidas administrativas de seguridad industrial.

##### **3.2.1 Metodología de la investigación**

Los métodos de investigación son herramientas para la recolección de datos, formular y responder preguntas para llegar a conclusiones a través de un análisis sistemático y teórico aplicado a algún campo de estudio.

En base a lo descrito la metodología usada en el proyecto técnico es la inductiva

ya que la propuesta de diseño del sistema de extinción por CO<sub>2</sub> y resultados de medidas administrativas permitirá inducir a la Universidad implementar el estudio realizado de medidas correctoras en el sistema de gestión de seguridad industrial.

### **3.2.2 Instrumentos de la investigación**

Los instrumentos y formatos utilizados en este proyecto técnico se describen a continuación:

- La observación visual (método Meseri ver anexo 3).
- Se utilizarán equipos de medición de longitudes.
- Se realizar de cálculos con los datos obtenidos.
- Se usará AutoCAD y REVIT para elaborar el diseño.

Se utilizó la observación, cual según (Sabino, 1992) es una técnica en la cual se aplica el uso sistemático de los sentidos en la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver un problema de investigación.

### **3.2.3 Fuentes.**

(Tamayo, 2015) Señalan que la recolección de datos depende en gran parte del tipo de investigación y del problema planteado. Las fuentes serán toda la bibliografía que se encuentra en el internet, la cual deberá ser citada y recomendada, para enriquecer este trabajo de investigación.

### **3.3 Técnicas de análisis de datos.**

En base a la metodología utilizada se pudo realizar la recolección de la información para poder elaborar el estudio técnico la cual se muestra en los cálculos, así mismo en este punto se detalla las premisas que se definieron para su elaboración.

#### **3.3.1 Propósitos.**

Se mantiene como propósito de desarrollo del presente trabajo investigativo es la elaboración del diseño de un Sistema de Extinción por CO<sub>2</sub>, por ende, se definen las especificaciones técnicas necesarias, mismas que precisan las condiciones de cálculo bajo las cuales se diseñan las instalaciones base para el sistema de protección destinado para los cuartos de: transformador, tableros y fusibles del bloque D de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

#### **3.3.2 Alcance.**

Las especificaciones descritas mantienen la objetividad de cumplir con los requisitos mínimos con respecto al diseño correcto que debe tener y las condiciones generales a cumplir con respecto al aprovisionamiento del equipo necesario de los equipos que conforman el sistema contra incendio a diseñarse en los cuartos de:

transformador, tableros y fusibles del bloque D.

### 3.3.3 Normas y códigos

Como parte fundamental en el desarrollo del sistema contra incendio para los cuartos de: transformador, tableros y fusibles del bloque D, se tome a consideración que los equipos y trabajos de instalación serían bajo las directrices que brindadas normas y códigos expresados a continuación, procurando que se utilice la última actualización de la misma.

Abreviatura	Nombre de la norma
ASTM	American Society for Testing and Materials
ISO	International Organization for Standardization
ASME	American Society of Mechanical Engineers
AWS	American Welding Society
NFPA	National Fire Protection Association

Tabla 7 Normativa a cumplir

Elaborado: Autor

## 3.4 Estudio técnico

Una vez que se realizó las respectivas recopilaciones de información, el tipo de investigación que se usara, se presenta el estudio técnico que se realiza para la elaboración del proyecto técnico. Además, se indicará las premisas y condiciones para la elaboración diseño así también como los cálculos que serán usados más adelante.

### 3.4.1 Premisa de diseño

Bajo el contexto del estudio técnico es importante recalcar que este se debe desarrollar tomando en consideración del lugar en el cual se va a implementar, definiendo así el material a utilizar para lograr mitigar el fuego en caso de incendio, por tal motivo se debe analizar los materiales y maquinarias que se encuentran perennes en los cuartos eléctricos del bloque “D”, entre los que se puede mencionar transformador, fusibles y tableros. Por ejemplo, si son expuesto al agua estos pueden averiarse y causar más daño que el incendio.

Pues esto, puede dejar sin utilidad las bombas, que se encuentra de forma contigua se encuentra a este sector, mismo que pertenecen al sistema de incendio implantado en otras áreas de la institución educativa.

### 3.4.2 Condiciones de diseño

Las condiciones para el diseño son el tipo de peligro a proteger hallando el volumen que va a estar ocupando el agente extintor, donde se proyecta un sistema de inundación para cual se tiene que tomar en cuenta los factores de inundación los cuales se muestra en los cálculos de cada sección.

### 3.4.3 Diseño del sistema

Para realizar el diseño del sistema de extinción se utilizó los datos del área donde se va a proceder hacer el estudio, utilizando los cálculos para poder obtener datos reales que podrán ser utilizados para su implementación en un futuro.

## 3.5 Cálculos

En este punto se describirá los cálculos que serán utilizados en el proyecto técnico en base a las condiciones del diseño y la descripción del sistema. Se tiene que tomar en cuenta los siguientes ítems:

#### Parámetros de diseño:

- Peligro específico.
- Cobertura del Difusor.
- Flujo CO<sub>2</sub>.

#### Datos de tuberías del diseño:

- Diagrama de Caída de Presión.
- Diámetro de Tubería.

### 3.5.1 Cálculos para el diseño de las áreas especificadas

A continuación, se realiza los cálculos para determinar la cantidad de equipos que deben colocar en las diferentes áreas que se fueron especificadas anteriormente.

#### 3.5.1.1 CO<sub>2</sub> Cuarto de Transformadores

##### Dimensiones:

$$\text{Largo}(L) = 4.33 \text{ m}$$

$$\text{Ancho}(A) = 4.2 \text{ m}$$

$$\text{Alto}(h) = 3.1 \text{ m}$$

### Calculo de volumen (v)

$$v = L * A * h$$

$$v = (4.33) * (4.2) * (3.1)$$

$$v = 56,376m^3(1990,92 pie^3)$$

### Número de cilindros

Dentro de la norma NFPA 12 nos indica que para peligros de electricidad en general y un espacio entre 0- 2000  $pie^3$  (  $56,6m^3$ ) aplicamos el factor de volumen 0,100 (ver tabla 8).

Concentracion de Diseño	Factor de Volumen				Peligro Especifico
	$pie^3/lbCO_2$	$m^3/KgCO_2$	$lbCO_2/pie^3$	$KgCO_2/m^3$	
50	10	0.62	0.100	1.60	Peligros de electricidad seca en general [Espacios 0-2000] $pie^3(56.6 m^3)$
50	12	0.72	0.083 (200 lb) minimo	1.33 (91 Kg) minimo	[ Espacios mayores de 200] $pie^3(56.6 m^3)$
65	8	0.5	0.125	2.00	Almacenamiento de archivos (papel en volumen), ductos, fosos cubiertos, bovedas para almacenar pieles. Recolectores de polvo
75	6	0.38	0.166	2.66	

Tabla 8 Factores de Inundación para Riesgos Especificos

Fuente: NFPA 12

*factor de volumen(fv): 0,100 lb CO<sub>2</sub>/pie<sup>3</sup>*

*volumen(v) = 1990,92 pie<sup>3</sup>*

Multiplicamos factor de volumen de la figura tabla 8 por volumen de la habitación dándonos como resultado las cantidades en libras de CO<sub>2</sub>.

$$lb CO_2 = (fv) (v)$$

$$lb CO_2 = (0.100 \frac{lb CO_2}{pie^3})(1990.92 pie^3)$$

$$199,092 lb CO_2$$

En este caso utilizaremos cilindros con capacidad de 100 Lb CO<sub>2</sub> razón por la cual dividimos el resultado anterior para 100 lb capacidad de cilindros comerciales ver anexo 9 para determinar el número de cilindros.

$$\# cilindros CO_2 = \frac{199.092 lb CO_2}{100 lb CO_2} = 1.99 \cong 2 \text{ Cilindros}$$

## Velocidad de aplicación para sistemas de alta presión

La norma (NFPA 12) indica que, para sistemas de alta presión, si parte del riesgo se va a proteger con inundación total, la capacidad de descarga de la parte de inundación total se debe calcular dividiendo la cantidad requerida para la inundación total por el factor 1.4, y por el tiempo de descarga de aplicación local en minutos.

Expone la norma (NFPA 12) que el tiempo mínimo efectivo de descarga para calcular la cantidad debe ser 30 segundos. El tiempo mínimo debe incrementarse para compensar cualquier condición de riesgo que pueda requerir un período de enfriamiento más largo para asegurar la extinción completa.

$$Q_F = \frac{W_F}{1.4T_L}$$

$Q_F$  = Tasa de flujo para la parte de inundación total lbs/min

$W_F$  = Cantidad total de  $CO_2$  para la parte de inundación total en lbs

$T_L$  = Tiempo de descarga de líquido para la aplicación en min

$W_F$  = 199.092 lb  $CO_2$  (90,31 Kg)

$T_L$  = 30 seg ( 0.5 min)

$$Q_F = \frac{199.092 \text{ lb } CO_2}{1.4 (0.5 \text{ min})}$$

$Q_F$  = 284.42 lb  $CO_2$ /min

## Dimensionamiento de tuberías

Para el dimensionamiento de tuberías debemos encontrar la presión terminal mediante el diagrama de caída de presión en la tubería para el almacenamiento por el cual acudimos al proveedor de tuberías ((STC-CO2), s.f.) Ver Tabla 9 el cual nos recomienda los siguientes diámetros acorde al diseño calculado.

A continuación, se muestra la tabla 9.

<b>Ø Tubería</b>	<b>Aleacion Local (30 seg.)</b>	<b>Indundacion Total (1 min)</b>	<b>indundacion Total (2 min)</b>
0.25"	0-18 Kg	1-35 Kg	1-64 Kg
1/2"	19-28 Kg	36-56 Kg	65-108 Kg
3/4"	29-53 Kg	57-100 kg	109-200 kg
1"	54-84 Kg	101-165 Kg	201-325 Kg
1 1/4"	84-144 Kg	166-286 Kg	326-560 Kg
1 1/2 "	145- 196 Kg	287-392 kg	561-775 Kg
2"	197-316 kg	393-625 Kg	776-1250 Kg
2 1/2"	317-530 kg	626-1065 Kg	1251-2130 Kg
3"	531-735 kg	1066-1462 Kg	2131-2930 Kg
4"	736-1240 kg	1463-2480 Kg	2931-4960 Kg

Tabla 9 Características de Tuberías

Fuente: Sistecoin 2016

Hallado el diámetro en pulgadas de la tubería procedemos a reemplazar valores en las siguientes ecuaciones citadas en la norma (NFPA 12).

$L = \text{Longitud equivalente}$

$D = \text{Diámetro de tubería}$

$Q_F = \text{Tasa de flujo para la parte de inundación total lbs/min}$

$L = 8,3 \text{ m (27,230972 pie)}$

$D = 0,75 \text{ pulg (3/4")}$

$Q_F = 284.42 \text{ lb CO}_2/\text{min}$

$$\frac{Q}{D^2} = \frac{284.42}{0.75^2}$$

$505.63 \text{ lb/min}$

$$\frac{L}{D^{1.25}} = \frac{27,23}{0.75^{1.25}}$$

$39,02 \text{ pie}$

Posterior a los resultados obtenidos procedemos a comparar la presión terminal con la figura 21 de velocidad de descarga por pulgada cuadrada de área equivalente de orificio para almacenamiento de alta presión.

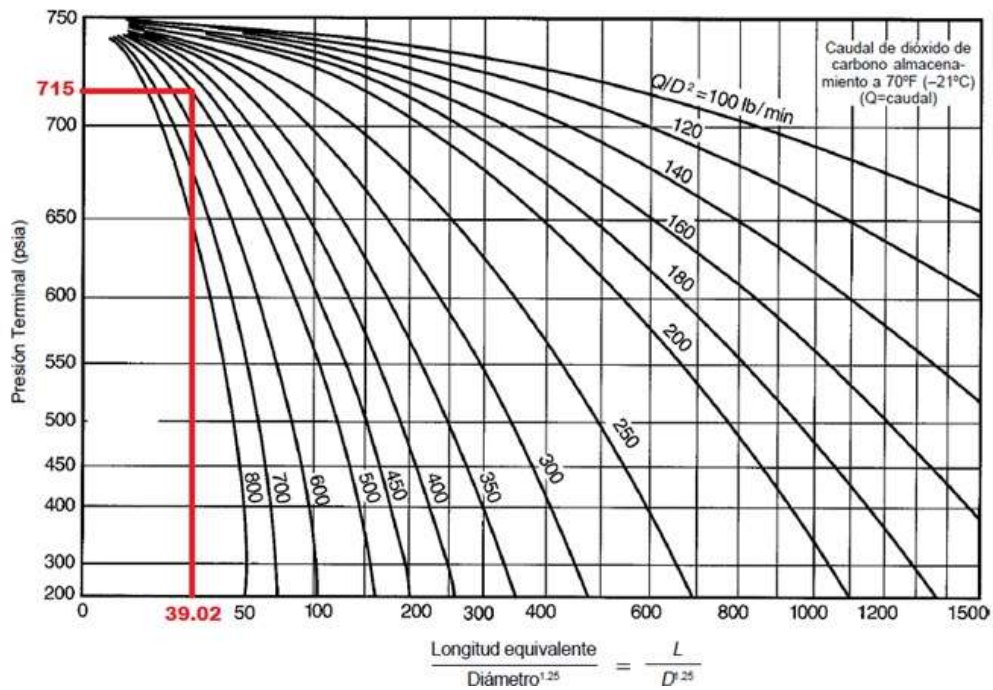


Figura 21 Presión en la tubería

Fuente: NFPA 12

Una vez hallado los valores los representamos en la tabla 10 y la presión terminal en la gráfica se interceptan en **715 psia**.



A continuación, se muestra la tabla 10.

Presion en el Orificio		Velocidad de descarga	
Psia	kPa	lb/min. in <sup>2</sup>	Kg/min. in <sup>2</sup>
750	5171	4630	3258
725	4999	3845	2.706
700	4826	3415	2.403
675	4654	3090	2.174
650	4481	2835	1.995
625	4309	2615	1.840
600	4137	2425	1.706
575	3964	2260	1.590
550	3792	2115	1.488
525	3620	1985	1.397
500	3447	1860	1.309
475	3275	1740	1.224
450	3103	1620	1.140
425	2930	1510	1.063
400	2758	1400	0.985
375	2586	1290	0.908
350	2413	1180	0.830
325	2241	1080	0.760
300	2068	980	0.690

Tabla 10 Velocidad de Descarga

Fuente: NFPA 12

Rango de presión en el orificio entre 725 y 700 *psia*.

Rango de velocidad de descarga entre 3845 y 3415  $\frac{\text{lb}}{\text{min.pulg}^2}$

Producto de la interpolación para la presión 715 *psia* la velocidad de descarga de orificio encontrada con 3673 *lb/min.pulg<sup>2</sup>* se la reemplaza en las siguientes formulas las cuales se aprecian en (NFPA 12) cálculo del área de orificio para seleccionar una boquilla estándar.

$A = \text{Área equivalente del orificio.}$

$Q_F = \text{Tasa de flujo para la parte de inundación total lbs/min}$

$V_D = \text{Velocidad de descarga por pulgada cuadrada de area de orificio.}$

$$A = \frac{Q_F}{V_D}$$

$$A = \frac{284.42 \text{ lbCO}_2/\text{min}}{3673 \text{ lb}/\text{min}.\text{pulg}^2}$$

$$A = 0.077 \text{ pulg}^2$$

A continuación se muestra en la tabla 11 buscamos el código para la boquilla de difusor adecuada acorde al cálculo.

No. De código de	Diámetro equivalente orificio	Area equivalente orificio		
		Pulg.	mm.	pulg <sup>2</sup>
1	1/32	0.79	0.0008	0.49
1.5	3/64	1.19	0.0017	1.11
2	1/16	1.59	0.0031	1.98
2.5	5/64	1.98	0.0047	3.09
3	3/32	2.38	0.0069	4.45
3.5	7/64	2.78	0.0094	6.06
4	1/8	3.18	0.0123	7.94
4.5	9/64	3.57	0.0155	10.00
5	5/32	3.97	0.0192	12.39
5.5	11/64	4.37	0.0232	14.97
6	3/16	4.76	0.0276	17.81
6.5	13/64	5.16	0.0324	20.90
7	7/32	5.56	0.0376	24.26
7.5	15/64	5.95	0.0431	27.81
8	1/4	6.35	0.0491	31.68
8.5	17/64	6.75	0.0554	35.74
9	9/32	7.14	0.0621	40.06
9.5	19/64	7.54	0.0692	44.65
10	5/16	7.94	0.0767	49.48
11	11/32	8.73	0.0928	59.87

Tabla 11 Tamaños de los orificios del Equipo

Fuente: NFPA 12

Encontrada el área del orificio comparamos en la tabla 12 para definir el número de código, diámetro equivalente en pulgadas y en milímetros para hallar mediante proveedor la característica de difusor apropiada.

$$n^{\circ} \text{ código} = 10$$

$$\text{Diámetro equivalente} = 7.94 \text{ mm} \left( \frac{5}{16} \text{ pulg} \right)$$

Connection Thread	Model Number	Orifice Diameter	Model Number	Orifice Diameter
R½" DIN EN 10226-1	B04611100-NF	3 mm	B04611107-NF	3.5 mm
	B04611101-NF	4 mm	B04611109-NF	4.5 mm
	B04611102-NF	5 mm	B04611110-NF	5.5 mm
	B04611103-NF	6 mm	B04611111-NF	6.5 mm
	B04611104-NF	7 mm	B04611112-NF	7.5 mm
	B04611105-NF	8 mm	B04611113-NF	8.5 mm
	B04611106-NF	9 mm	B04611114-NF	9.5 mm
R¾" DIN EN 10226-1	B04611200-NF	7 mm	B04611208-NF	7.5 mm
	B04611201-NF	8 mm	B04611209-NF	8.5 mm
	B04611202-NF	9 mm	B04611210-NF	9.5 mm
	B04611203-NF	10 mm	B04611211-NF	10.5 mm
	B04611204-NF	11 mm	B04611212-NF	11.5 mm
	B04611205-NF	12 mm	B04611213-NF	12.5 mm
	B04611206-NF	13 mm	B04611214-NF	13.5 mm

Tabla 12 Difusores

Fuente: Sistecoin 2016

### Calculo de Difusores

((STC-CO<sub>2</sub>), s.f.) En la Tabla 13 proveedor de difusores en CO<sub>2</sub> nos indica en sus catálogos que la cobertura de su difusor tiene un área de 25 m<sup>2</sup>.

Mientras que (Gomez, 2016) indica que un difusor no deber cubrir más de 30 m<sup>2</sup>.

Nombre Quimico	Dioxido de carbono
Formula Quimica	CO <sub>2</sub>
Designacion tecnica	CO <sub>2</sub>
Tiempo de descarga	30 seg. (aplicación total) 1 min. (inundacion total) 2 min. (inundacio total)
Concentracion de Diseño	Variable según norma
Factor de inundacion	Variable según norma
Densidad max. De llenado	0.75 Kg/l. - 0.67 Kg/l
Cobertura max. Del difusor para la aplicación local	2 m2
Cobertura max. Del difusor para inundacion total	5 m x 5m
Cobertura max. Del difusor (falsos suelos y techos)	3 m x 3 m

Tabla 13 Propiedades y factores de cálculo

Fuente: Sistecoin 2016

### Dimensiones:

Largo (L): 4,33 m

Ancho(A): 4,2 m

Área de Difusor (AD):  $25m^2$

Área de descarga ( $A_{DE}$ ): ?

$$A_{DE} = (L)(A) = (4.33m)(4.2m) = 18.19 m^2$$

$$\frac{18.19 m^2}{25 m^2} = 0,73 \cong 1 \text{ difusor}$$

Consultando con profesionales de la empresa Dualcon S.A nos indicaron que debido al riesgo del transformador se recomienda instalar 2 para agilizar la descarga.

### 3.5.1.2 CO<sub>2</sub> Cuarto de Tableros

#### Dimensiones:

Largo (L): 2,83 m

Ancho(A): 4,2 m

Alto (h): 3,1 m

#### Calculo de volumen (v)

$$(v) = (L)(A)(h)$$

$$v = (2,83m)(4,2m)(3,1m)$$

$$v = 36.8466 m^3(1301.23 pie^3)$$

#### Número de cilindros

Dentro de la norma (NFPA 12) nos indica que para peligros de electricidad en general y un espacio entre 0- 2000 pie cubico ( $56,6m^3$ ) aplicamos el factor de volumen 0,100 (ver tabla 14).

Concentracion de Diseño	Factor de Volumen				Peligro Especifico
	pie <sup>3</sup> /lbCO <sub>2</sub>	m <sup>3</sup> /KgCO <sub>2</sub>	lbCO <sub>2</sub> /pie <sup>3</sup>	KgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	
50	10	0.62	0.100	1.60	Peligros de electricidad seca en general [Espacios 0-2000] pie <sup>3</sup> (56.6 m <sup>3</sup> )
50	12	0.72	0.083 (200 lb) minimo	1.33 (91 Kg) minimo	[ Espacios mayores de 200] pie <sup>3</sup> (56.6 m <sup>3</sup> )
65	8	0.5	0.125	2.00	Almacenamiento de archivos (papel en volumen), ductos, fosos cubiertos, bovedas para almacenar pieles. Recolectores de polvo
75	6	0.38	0.166	2.66	

Tabla 14 Factores de Inundación para Riesgos Específicos

Fuente: NFPA 12

$$\text{factor de volumen}(fv) = 0.100 \text{ lb } CO_2/\text{pie}^3$$

$$\text{Volumen}(v) = 1301.23 \text{ pie}^3$$

Multiplicamos factor de volumen de la tabla 14 por volumen de la habitación dándonos como resultado las cantidades en libras de CO<sub>2</sub>.

$$\text{lbco}_2 = (fv)(v)$$

$$\text{lb } CO_2 = (0.100 \frac{\text{lb } CO_2}{\text{pie}^3})(1301.23 \text{ pie}^3)$$

$$130.123 \text{ lb } CO_2$$

En este caso utilizaremos cilindros con capacidad de 100 Lb CO<sub>2</sub> razón por la cual dividimos el resultado anterior para 100 lb capacidad de cilindros comerciales ver anexo 9 para determinar el número de cilindros.

$$\# \text{ Cilindros } CO_2 = \frac{130.123 \text{ lb } CO_2}{100 \text{ lb } CO_2} = 1.30 \cong 2 \text{ cilindros}$$

### **Velocidad de aplicación para sistemas de alta presión**

La norma (NFPA 12) indica que, para sistemas de alta presión, si parte del riesgo se va a proteger con inundación total, la capacidad de descarga de la parte de inundación total se debe calcular dividiendo la cantidad requerida para la inundación total por el factor 1.4, y por el tiempo de descarga de aplicación local en minutos.

Expone la norma (NFPA 12) que el tiempo mínimo efectivo de descarga para calcular la cantidad debe ser 30 segundos. El tiempo mínimo debe incrementarse para compensar cualquier condición de riesgo que pueda requerir un período de enfriamiento más largo para asegurar la extinción completa.

$$Q_F = \frac{W_F}{1.4T_L}$$

$$Q_F = \text{Tasa de flujo para la parte de inundación total lbs/min}$$

$$W_F = \text{Cantidad total de } CO_2 \text{ para la parte de inundación total en lbs}$$

$$T_L = \text{Tiempo de descarga de líquido para la aplicación en min}$$

$$W_F = 130.123 \text{ lb } CO_2$$

$$T_L = 30 \text{ seg (0.5 min)}$$

$$Q_F = \frac{130.123 \text{ lb } CO_2}{1.4 (0.5 \text{ min})}$$

$$Q_F = 185.89 \text{ lb } CO_2/\text{min}$$

## Dimensionamiento de tuberías

Para el dimensionamiento de tuberías debemos encontrar la presión terminal mediante el diagrama de caída de presión en la tubería para el almacenamiento por el cual acudimos al proveedor de tuberías ((STC-CO2), s.f.) Tabla 15 el cual nos recomienda los siguientes diámetros acorde al diseño.

A continuacion se muestra la tabla 15.

<b>Ø Tubería</b>	<b>Aleacion Local (30 seg.)</b>	<b>Indundacion Total (1 min)</b>	<b>indundacion Total (2 min)</b>
0.25"	0-18 Kg	1-35 Kg	1-64 Kg
1/2"	19-28 Kg	36-56 Kg	65-108 Kg
3/4"	29-53 Kg	57-100 kg	109-200 kg
1"	54-84 Kg	101-165 Kg	201-325 Kg
1 1/4"	84-144 Kg	166-286 Kg	326-560 Kg
1 1/2 "	145- 196 Kg	287-392 kg	561-775 Kg
2"	197-316 kg	393-625 Kg	776-1250 Kg
2 1/2"	317-530 kg	626-1065 Kg	1251-2130 Kg
3"	531-735 kg	1066-1462 Kg	2131-2930 Kg
4"	736-1240 kg	1463-2480 Kg	2931-4960 Kg

Tabla 15 Características de Tuberías

Fuente: Sistecoin 2016

$L =$  Longitud equivalente

$D =$  Diámetro de tubería

$Q_F =$  Tasa de flujo para la parte de inundación total lbs/min

$L = 6,95 \text{ m (22,801 pie)}$

$D = 0,75 \text{ inch (3/4")}$

$Q_F = 185.89 \text{ lb CO}_2/\text{min}$

$$\frac{Q_F}{D^2} = \frac{185.89}{0.75^2}$$

$330.470254 \text{ lb/min}$

$$\frac{L}{D^{1.25}} = \frac{22.80}{0.75^{1.25}}$$

$32.67 \text{ pie}$

Posterior a la representación anterior procedemos a comparar la presión terminal con la figura 22 de velocidad de descarga por pulgada cuadrada de área equivalente

de orificio para almacenamiento de alta presión.

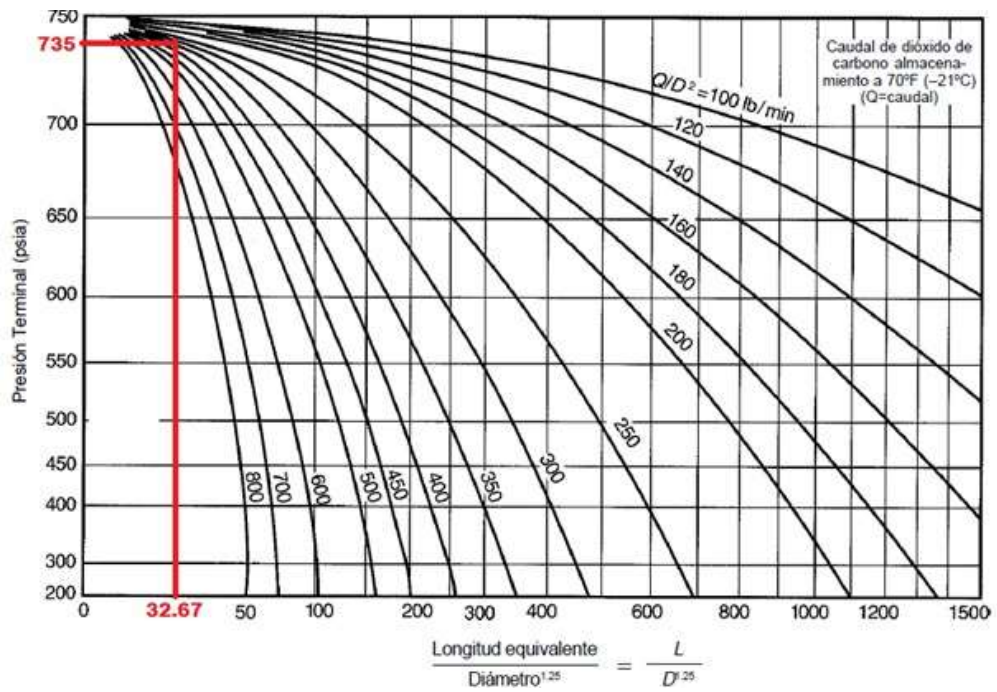


Figura 22 Presión en la tubería

Fuente: NFPA 12

Una vez hallado los valores los representamos en la tabla 16 y la presión terminal en la gráfica se interceptan en **735 psia**.

Presión en el Orificio		Velocidad de descarga	
Psia	kPa	lb/min. in <sup>2</sup>	Kg/min. in <sup>2</sup>
750	5171	4630	3258
725	4999	3845	2.706
700	4826	3415	2.403
675	4654	3090	2.174
650	4481	2835	1.995
625	4309	2615	1.840
600	4137	2425	1.706
575	3964	2260	1.590
550	3792	2115	1.488
525	3620	1985	1.397
500	3447	1860	1.309
475	3275	1740	1.224
450	3103	1620	1.140

Tabla 16 Velocidad de Descarga

Fuente: NFPA 12

Rango de presión en el orificio entre 750 y 725 *psia*.

Rango de velocidad de descarga entre 4630 y 3845  $\frac{\text{lb}}{\text{min.pulg}^2}$ .

Producto de la interpolación de la velocidad de descarga para 735 *psia* la presión de orificio encontrada con 4159 *lb/min.pulg<sup>2</sup>* de velocidad de descarga.

$A = \text{Área equivalente del orificio.}$

$V_D = \text{Velocidad de descarga}$

$$A = \frac{Q_F}{V_D}$$

$$A = \frac{185.89 \text{ lbCO}_2/\text{min}}{4159 \text{ lb}/\text{min.pulg}^2}$$

$$A = 0.04469 \text{ pulg}^2$$

A continuación se muestra la tabla 17 buscamos el código para la boquilla de difusor adecuada acorde al cálculo.

No. De codigo de Orificio	Diametro equivalente orificio		Area equivalente orificio	
	Pulg.	mm.	pulg <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
1	1/32	0.79	0.0008	0.49
1.5	3/64	1.19	0.0017	1.11
2	1/16	1.59	0.0031	1.98
2.5	5/64	1.98	0.0047	3.09
3	3/32	2.38	0.0069	4.45
3.5	7/64	2.78	0.0094	6.06
4	1/8	3.18	0.0123	7.94
4.5	9/64	3.57	0.0155	10.00
5	5/32	3.97	0.0192	12.39
5.5	11/64	4.37	0.0232	14.97
6	3/16	4.76	0.0276	17.81
6.5	13/64	5.16	0.0324	20.90
7	7/32	5.56	0.0376	24.26
7.5	15/64	5.95	0.0431	27.81
8	1/4	6.35	0.0491	31.68
8.5	17/64	6.75	0.0554	35.74
9	9/32	7.14	0.0621	40.06
9.5	19/64	7.54	0.0692	44.65
10	5/16	7.94	0.0767	49.48
11	11/32	8.73	0.0928	59.87

Tabla 17 Tamaños de los orificios del Equipo

Fuente: NFPA 12



Encontrada el área del orificio comparamos en la tabla 18 para definir el número de código, diámetro equivalente en pulgadas y en milímetros para hallar mediante proveedor la característica de difusor apropiada.

$$n^{\circ} \text{código} = 7.5$$

$$\text{Diámetro equivalente} = 5.95 \text{ mm ( 15/64 pulg)}$$

Connection Thread	Model Number	Orifice Diameter	Model Number	Orifice Diameter
R $\frac{1}{2}$ " DIN EN 10226-1	B04611100-NF	3 mm	B04611107-NF	3.5 mm
	B04611101-NF	4 mm	B04611109-NF	4.5 mm
	B04611102-NF	5 mm	B04611110-NF	5.5 mm
	B04611103-NF	6 mm	B04611111-NF	6.5 mm
	B04611104-NF	7 mm	B04611112-NF	7.5 mm
	B04611105-NF	8 mm	B04611113-NF	8.5 mm
	B04611106-NF	9 mm	B04611114-NF	9.5 mm
R $\frac{3}{4}$ " DIN EN 10226-1	B04611200-NF	7 mm	B04611208-NF	7.5 mm
	B04611201-NF	8 mm	B04611209-NF	8.5 mm
	B04611202-NF	9 mm	B04611210-NF	9.5 mm
	B04611203-NF	10 mm	B04611211-NF	10.5 mm
	B04611204-NF	11 mm	B04611212-NF	11.5 mm
	B04611205-NF	12 mm	B04611213-NF	12.5 mm
	B04611206-NF	13 mm	B04611214-NF	13.5 mm

Tabla 18 Difusores

Fuente: Sistecoin 2016

### Calculo de Difusores

((STC-CO<sub>2</sub>), s.f.) En la Tabla 13 proveedor de difusores en CO<sub>2</sub> nos indica en sus catálogos que la cobertura de su difusor tiene un área de 25 m<sup>2</sup>.

Mientras que (Gomez, 2016) indica que un difusor no deber cubrir más de 30 m<sup>2</sup>.

Dimensiones:

$$\text{Largo (L): } 2,83 \text{ m}$$

$$\text{Ancho(A): } 4,2 \text{ m}$$

$$\text{Área de Difusor (AD): ?}$$

$$AD = (L)(A) = (2,83)(4,2) = 11.9 \text{ m}^2$$

$$\frac{11.9 \text{ m}^2}{25 \text{ m}^2} = 0.48 \cong 1 \text{ difusor}$$

Consultando con profesionales de la empresa Dualcon S.A nos indicaron que debido al riesgo del transformador se recomienda instalar 2 para agilitar la descarga.

### 3.5.1.3 CO<sub>2</sub> Cuarto de Fusibles

**Dimensiones:**

Largo (L): 1,35 m

Ancho(A): 4,2 m

Alto (h): 3,1 m

**Calculo de volumen (v)**

$$v = (L)(A)(h)$$

$$v = (1,35\text{ m})(4,2\text{ m})(3,1\text{ m})$$

$$v = 17.577\text{ m}^3 (620.73\text{ pie}^3)$$

**Número de cilindros**

Dentro de la norma (NFPA 12) nos indica que para peligros de electricidad en general y un espacio entre 0- 2000 pie cubico (56.6 m<sup>3</sup>) aplicamos el factor de volumen 0,100 (ver tabla 19).

Concentracion de Diseño	Factor de Volumen				Peligro Especifico
	pie <sup>3</sup> /lbCO <sub>2</sub>	m <sup>3</sup> /KgCO <sub>2</sub>	lbCO <sub>2</sub> /pie <sup>3</sup>	KgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	
50	10	0.62	0.100	1.60	Peligros de electricidad seca en general [Espacios 0-2000] pie <sup>3</sup> (56.6 m <sup>3</sup> )
50	12	0.72	0.083 (200 lb) minimo	1.33 (91 Kg) minimo	[ Espacios mayores de 200] pie <sup>3</sup> (56.6 m <sup>3</sup> )
65	8	0.5	0.125	2.00	Almacenamiento de archivos (papel en volumen), ductos, fosos cubiertos, bovedas para almacenar pieles. Recolectores de polvo
75	6	0.38	0.166	2.66	

Tabla 19 Factores de Inundación para Riesgos Especificos

Fuente: NFPA 12

$$\text{factor de volumen}(fv) = 0.100\text{ lbCO}_2/\text{pie}^3$$

$$\text{Volumen}(v) = 620.73\text{ pie}^3$$

Multiplicamos factor de volumen de la tabla 20 por volumen de la habitación dándonos como resultado las cantidades en libras de CO<sub>2</sub>.

$$\text{lb CO}_2 = (fv)(v)$$

$$\text{lb CO}_2 = (0.100 \frac{\text{lb CO}_2}{\text{pie}^3})(620.73\text{ pie}^3)$$

$$62,079\text{ lb CO}_2$$

En este caso utilizaremos cilindros con capacidad de 100 Lb CO<sub>2</sub> razón por la cual dividimos el resultado anterior para 100 lb capacidad de cilindros comerciales

ver anexo 9 para determinar el número de cilindros.

$$\# \text{ cilindros } CO_2 = \frac{62.079 \text{ lb } CO_2}{100 \text{ lb } CO_2} = 0.62 \cong 1 \text{ Cilindro}$$

### **Velocidad de aplicación para sistemas de alta presión**

La norma (NFPA 12) indica que, para sistemas de alta presión, si parte del riesgo se va a proteger con inundación total, la capacidad de descarga de la parte de inundación total se debe calcular dividiendo la cantidad requerida para la inundación total por el factor 1.4, y por el tiempo de descarga de aplicación local en minutos.

Expone la norma (NFPA 12) que el tiempo mínimo efectivo de descarga para calcular la cantidad debe ser 30 segundos. El tiempo mínimo debe incrementarse para compensar cualquier condición de riesgo que pueda requerir un período de enfriamiento más largo para asegurar la extinción completa.

$$Q_F = \frac{W_F}{1.4T_L}$$

$Q_F$  = Tasa de flujo para la parte de inundación total lbs/min

$W_F$  = Cantidad total de  $CO_2$  para la parte de inundación total en lbs

$T_L$  = Tiempo de descarga de líquido para la aplicación en min

$W_F$  = 62,079 lb  $CO_2$

$T_L$  = 30 seg (0.5 min)

$$Q_F = \frac{62.079 \text{ lb } CO_2}{1.4 (0.5 \text{ min})}$$

$Q_F$  = 88.68 lb  $CO_2$ /min

### **Dimensionamiento de tuberías**

Para el dimensionamiento de tuberías debemos encontrar la presión terminal mediante el diagrama de caída de presión en la tubería para el almacenamiento por el cual acudimos al proveedor de tuberías ((STC-CO2), s.f.) Tabla 20 el cual nos recomienda los siguientes diámetros acorde al diseño.

<b>Ø Tubería</b>	<b>Aleación Local (30 seg.)</b>	<b>Indundación Total (1 min)</b>	<b>indundación Total (2 min)</b>
0.25"	0-18 Kg	1-35 Kg	1-64 Kg
1/2"	19-28 Kg	36-56 Kg	65-108 Kg
3/4"	29-53 Kg	57-100 kg	109-200 kg
1"	54-84 Kg	101-165 Kg	201-325 Kg
1 1/4"	84-144 Kg	166-286 Kg	326-560 Kg
1 1/2 "	145- 196 Kg	287-392 kg	561-775 Kg
2"	197-316 kg	393-625 Kg	776-1250 Kg
2 1/2"	317-530 kg	626-1065 Kg	1251-2130 Kg
3"	531-735 kg	1066-1462 Kg	2131-2930 Kg
4"	736-1240 kg	1463-2480 Kg	2931-4960 Kg

Tabla 20 Características de Tuberías

Fuente: Sistecoin 2016

$L =$  Longitud equivalente

$D =$  Diámetro de tubería

$Q_F =$  Tasa de flujo para la parte de inundación total lbs/min

$L = 11,85 \text{ m (37,729 pie)}$

$D = 0,75 \text{ inch (3/4")}$

$Q_F = 88.68 \text{ lb CO}_2/\text{min}$

$$\frac{Q}{D^2} = \frac{88.68}{0.75^2}$$

$157.65 \text{ lb/min}$

$$\frac{L}{D^{1.25}} = \frac{37.729}{0.75^{1.25}}$$

$54.06 \text{ pie}$

Posterior a la representación anterior procedemos a comparar la presión terminal con la figura 23 de velocidad de descarga por pulgada cuadrada de área equivalente de orificio para almacenamiento de alta presión.

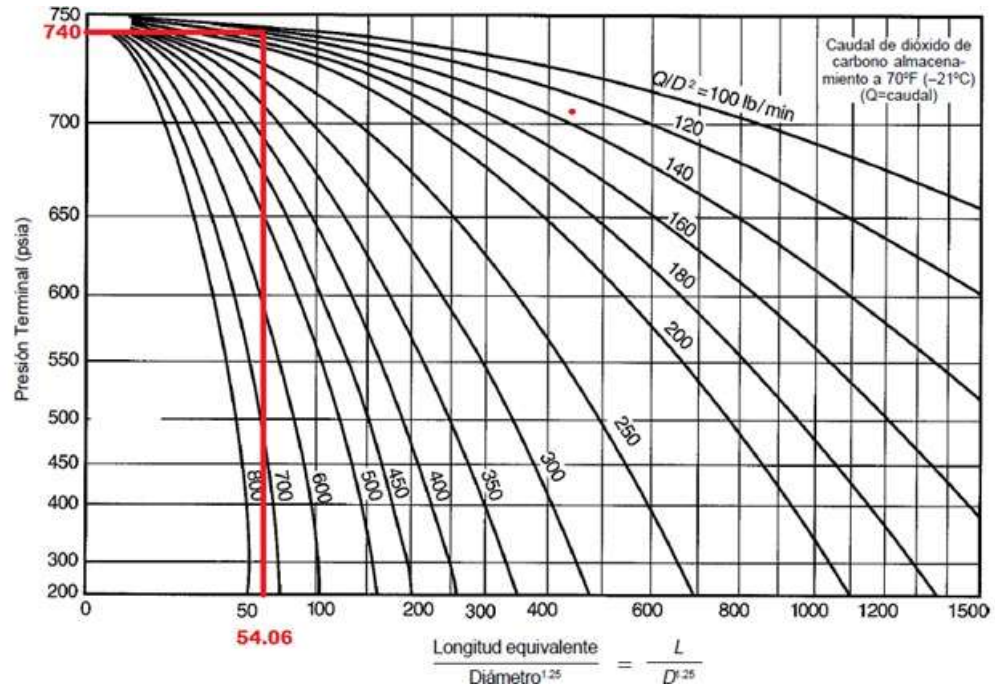


Figura 23 Presión en la tubería

Fuente: NFPA 12

Una vez hallado los valores los representamos en la tabla 21 y la presión terminal en la gráfica se interceptan en **740 psia**.

Presion en el Orificio		Velocidad de descarga	
Psia	kPa	lb/min. in <sup>2</sup>	Kg/min. in <sup>2</sup>
750	5171	4630	3258
725	4999	3845	2.706
700	4826	3415	2.403
675	4654	3090	2.174
650	4481	2835	1.995
625	4309	2615	1.840
600	4137	2425	1.706
575	3964	2260	1.590
550	3792	2115	1.488
525	3620	1985	1.397
500	3447	1860	1.309
475	3275	1740	1.224
450	3103	1620	1.140
425	2930	1510	1.063

Tabla 21 Velocidad de Descarga

Fuente: NFPA 12

Rango de presión en el orificio entre 750 y 725 psia

Rango de velocidad de descarga entre 4630 y 3845  $\frac{\text{lb}}{\text{min.pulg}^2}$

Producto de la interpolación de la velocidad de descarga para 740 psia la presión de orificio encontrada con 4316  $\text{lb}/\text{min.pulg}^2$  de velocidad de descarga.

$A = \text{Área equivalente del orificio.}$

$V_D = \text{Velocidad de descarga.}$

$$A = \frac{Q_F}{V_D}$$

$$A = \frac{88.67 \text{ lbCO}_2/\text{min}}{4316 \text{ lb}/\text{min.pulg}^2}$$

$$A = 0.0205 \text{ pulg}^2$$

A continuación se muestra en la tabla 22 buscamos el código para la boquilla de difusor adecuada acorde al cálculo.

No. De codigo de Orificio	Diametro equivalente orificio	Area equivalente orificio		
		Pulg.	mm.	pulg <sup>2</sup>
1	1/32	0.79	0.0008	0.49
1.5	3/64	1.19	0.0017	1.11
2	1/16	1.59	0.0031	1.98
2.5	5/64	1.98	0.0047	3.09
3	3/32	2.38	0.0069	4.45
3.5	7/64	2.78	0.0094	6.06
4	1/8	3.18	0.0123	7.94
4.5	9/64	3.57	0.0155	10.00
5	5/32	3.97	0.0192	12.39
5.5	11/64	4.37	0.0232	14.97
6	3/16	4.76	0.0276	17.81
6.5	13/64	5.16	0.0324	20.90
7	7/32	5.56	0.0376	24.26
7.5	15/64	5.95	0.0431	27.81
8	1/4	6.35	0.0491	31.68
8.5	17/64	6.75	0.0554	35.74
9	9/32	7.14	0.0621	40.06
9.5	19/64	7.54	0.0692	44.65
10	5/16	7.94	0.0767	49.48

Tabla 22 Tamaños de los orificios del Equipo

Fuente: NFPA 12

Encontrada el área del orificio comparamos en la tabla 23 para definir el número de código, diámetro equivalente en pulgadas y en milímetros para hallar mediante proveedor la característica de difusor apropiada.

$$no\ código = 5.5$$

$$Diámetro\ equivalente = 4.37\ mm\ (11/64\ pulg)$$

Connection Thread	Model Number	Orifice Diameter	Model Number	Orifice Diameter
R½" DIN EN 10226-1	B04611100-NF	3 mm	B04611107-NF	3.5 mm
	B04611101-NF	4 mm	B04611109-NF	4.5 mm
	B04611102-NF	5 mm	B04611110-NF	5.5 mm
	B04611103-NF	6 mm	B04611111-NF	6.5 mm
	B04611104-NF	7 mm	B04611112-NF	7.5 mm
	B04611105-NF	8 mm	B04611113-NF	8.5 mm
	B04611106-NF	9 mm	B04611114-NF	9.5 mm
R¾" DIN EN 10226-1	B04611200-NF	7 mm	B04611208-NF	7.5 mm
	B04611201-NF	8 mm	B04611209-NF	8.5 mm
	B04611202-NF	9 mm	B04611210-NF	9.5 mm
	B04611203-NF	10 mm	B04611211-NF	10.5 mm
	B04611204-NF	11 mm	B04611212-NF	11.5 mm
	B04611205-NF	12 mm	B04611213-NF	12.5 mm
	B04611206-NF	13 mm	B04611214-NF	13.5 mm

Tabla 23 Difusores

Fuente: Sistecoin 2016

### Calculo de Difusores

((STC-CO2), s.f.) En la Tabla 13 proveedor de difusores en CO<sub>2</sub> nos indica en sus catálogos que la cobertura de su difusor tiene un área de 25 m<sup>2</sup>.

Mientras que (Gomez, 2016) indica que un difusor no deber cubrir más de 30 m<sup>2</sup>.

*Dimensiones:*

*Largo (L): 1,35 m*

*Ancho(A): 4,2 m*

*Área de Difusor (AD): ?*

$$AD = (L) (A) = (1,35)(4,2) = 5.67$$

$$\frac{5.67\ m^2}{25m^2} = 0.23 \cong 1\ difusor$$

### 3.6 Planos del diseño

En este punto se muestra los planos del diseño de sistema.

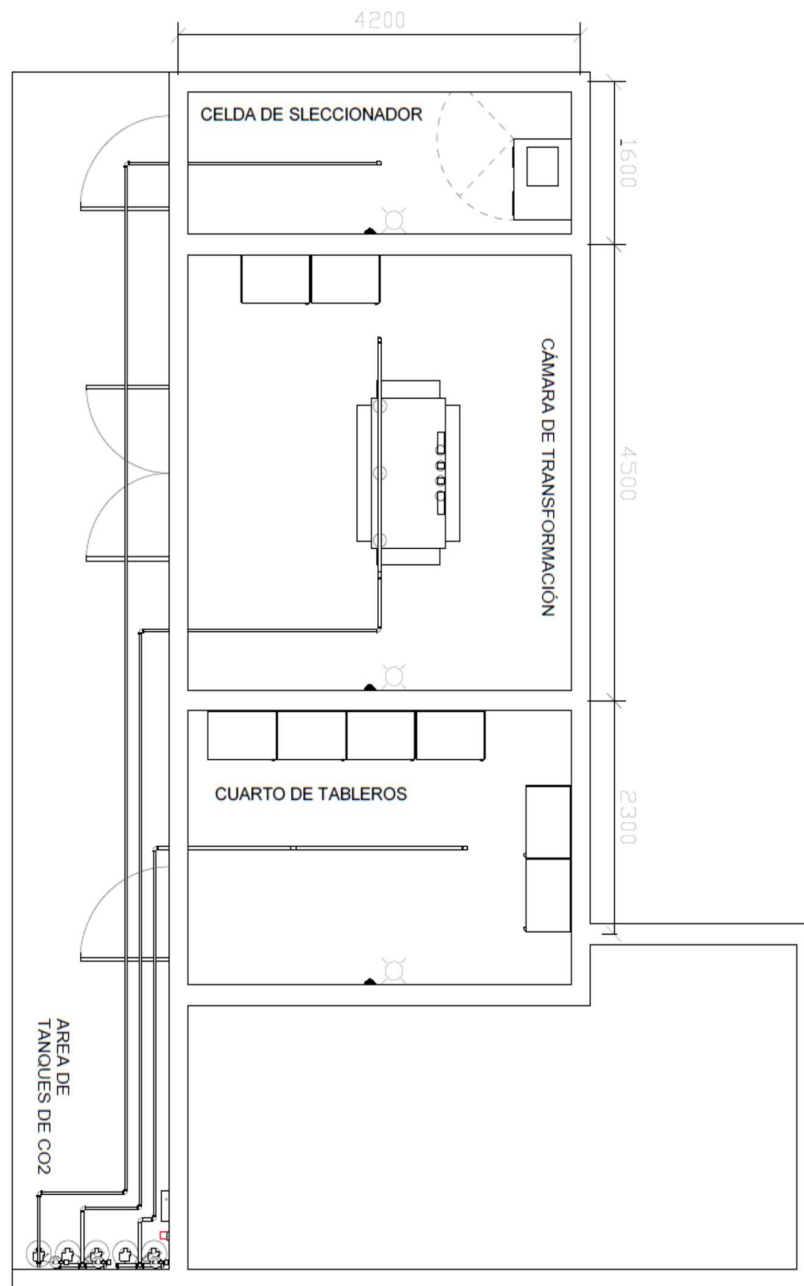


Figura 24 Plano de la planta baja

Fuente: Autor



A continuación, se muestra el diseño en 3D.

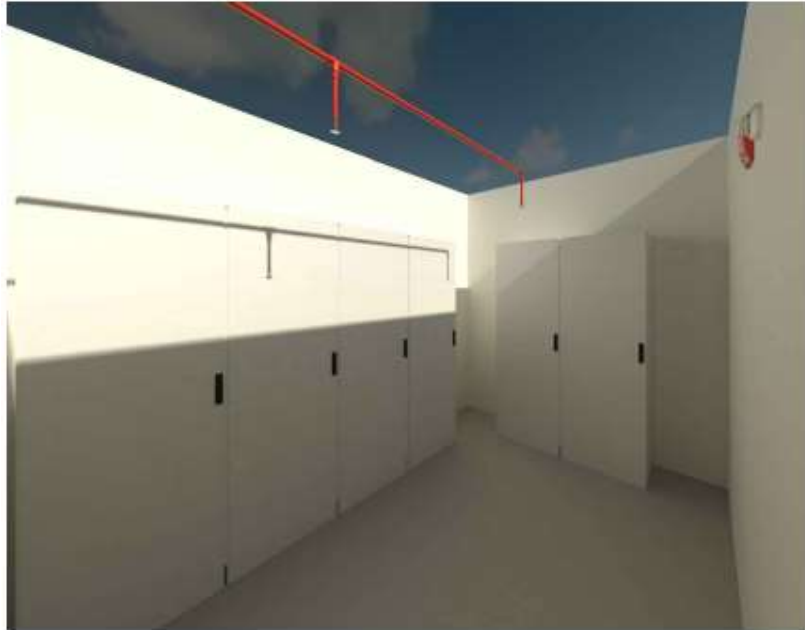


Figura 25. Cuartos de Tableros

Fuente: Autor

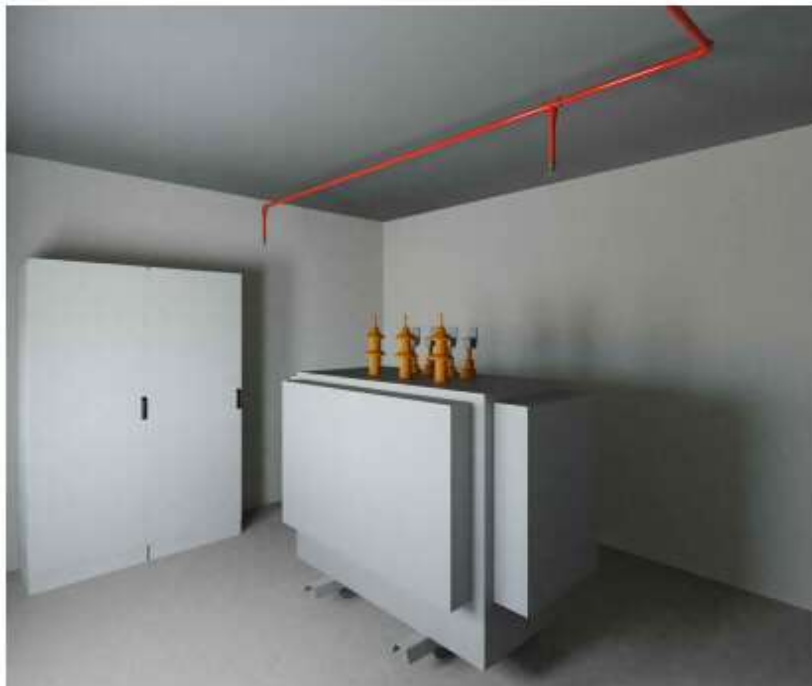


Figura 26. Cámara de Transformación

Fuente: Autor



Figura 27. Cuarto de Tableros

Fuente: Autor

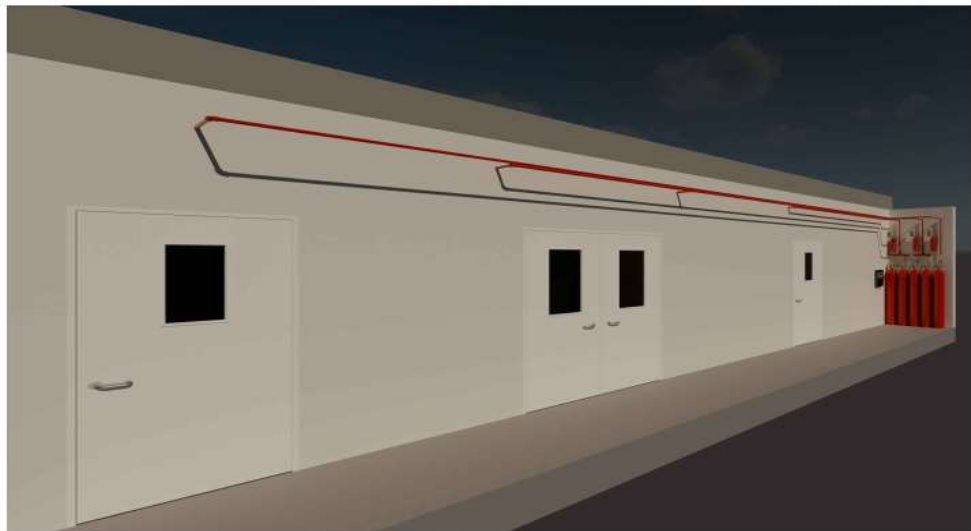


Figura 28. SCI-1

Fuente: Autor

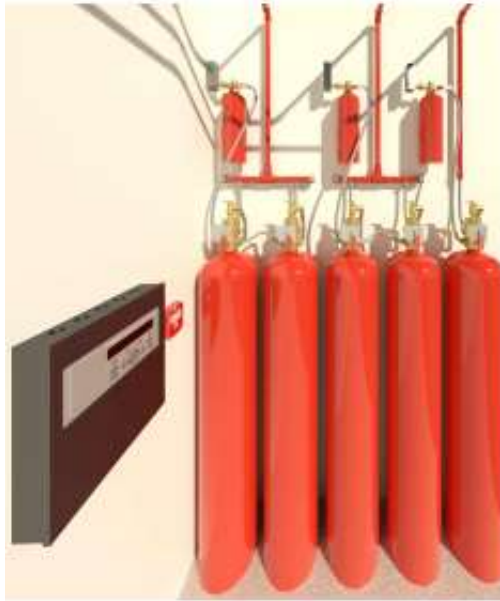


Figura 29. SCI-2

Fuente: Autor



Figura 30. SCI-3

Fuente: Autor

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis del presupuesto para la implementación**

Una vez diseñado el sistema de Extinción por CO<sub>2</sub> Manual/Automático y teniendo todos los cálculos y el dimensionamiento, se debe realizar un análisis del presupuesto que tendrá como objetivo cuantificar los gastos necesarios cuando se requiera la implementación del mismo en la Universidad Politécnica Salesiana.

Siendo este uno de los puntos fundamentales del proyecto debido que permitirá tener una proyección del costo que se deberá invertir por parte de la Universidad de modo que pueda tener seguridad en caso de algún siniestro en los cuartos eléctricos de transformador, tableros y fusibles que fueron objeto del estudio de este proyecto técnico.

##### **4.1.1 Presupuesto**

En este punto se muestra en la Tabla 24 el presupuesto que costará la implementación del proyecto técnico.

<b>"CBI" S.C.I</b>					
	<b>RUC: 0929835502001</b>				
	<b>Ing. Andrés Coronel</b>	<b>TEF:</b>	<b>997958287</b>		
		<b>OBRA:</b>	<b>UPS</b>		
<b>ITEMS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Provisión e Instalación de Tubería 3/4" AC SCH 80 + Accesorios	mt	46	\$18,60	\$855,60
2	Instalación Central EDWARDS + Accesorios y Prueba electrónica	u	1	\$5.200,00	\$5.200,00
3	Instalación Detectores de Humo/Temperatura + Accesorios	u	6	\$70,00	\$420,00
4	Provisión Cilindro 100 lb CO2 + Sist. Solenoide+ Sist. Automático + Instalación	u	5	\$967,00	\$4.835,00
5	Provisión Difusores Al ¾" Y ½" + Instalación + Accesorios	u	5	\$80,20	\$401,00
6	Provisión Luz Estroboscópica + Instalación Sirena + Accesorios	u	3	\$150,00	\$450,00
7	Pintura, Suportación y Canalización en General	mt	46	\$6,00	\$276,00
				<b>Subtotal</b>	<b>\$12.437,60</b>
	<b>Proforma #1921 valida por 3 meses</b>			<b>IVA 12%</b>	<b>\$1.492,51</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$13.930,11</b>

Tabla 24. Presupuesto

Fuente: Autor

## 4.2 Análisis de cálculos obtenidos

Se realizó un análisis comparativo entre los cálculos obtenidos, como indica la norma (NFPA 12) el tipo de peligro se determinó que es eléctrico al implicar transformadores, tableros y fusibles, en estos casos se emplea un sistema de alta presión expresado en norma y usado en temperatura ambiente, siguiendo las indicaciones de la norma se determinan el número de cilindros a ocupar por cada habitación en total 5, el diámetro de tubería determinada en 3/4 de pulgada en base al diagrama de caída de presión expuesto en la norma y en las tablas del proveedor Sistecoin acorde al peso en Kilogramos de CO<sub>2</sub> determinado en el diseño y número de difusores a ocupar por habitación.

En el capítulo 4.1.1 de este documento se observa el cuadro de presupuesto para la instalación del proyecto el sistema de extinción y descargadas manual automático.

## 4.3 Resumen de Cálculo

En la tabla 25 se describe el resumen los cálculos que se realizó en el proyecto técnico los cuales se usaron para poder realizar el presupuesto.

Nombre del área de diseño	Ø de tubería	Volumen de aplicación	Área de aplicación	Total de CO <sub>2</sub>	# Cilindros	Caudal de descarga	Descarga de presión por orificio	# de código por rociador	# rociadores
						(Q <sub>F</sub> )			
	pulg	$\frac{\text{pie}^3}{(\text{m}^3)}$	m <sup>2</sup>	Lb CO <sub>2</sub>	# 100 lbs	lb/min	psia		
Transformador	3/4	1990,92 56,376	18,19	199,092	2	284,42	715	10	2
Tableros	3/4	1301,23 36,847	11,89	130,123	2	185,89	735	7.5	2
Fusibles	3/4	620,73 17,577	5,67	62,073	1	88,68	740	5.5	1

Tabla 25 Resumen del cálculo

Fuente: Autor

## CONCLUSIONES

En base a los estudios y discernimientos realizados en este proyecto basándose en la norma y documentos relacionados a sistemas de extinción de CO<sub>2</sub> hemos concluido los siguientes puntos:

1.- Se determinó que el tipo de riesgo a combatir es eléctrico por lo que la norma (NFPA 12) indica que los peligros como transformadores, interruptores, cortacircuitos, equipos rotatorios y electrónicos pueden ser satisfactoriamente protegidos por sistemas a base de CO<sub>2</sub> ya que el mismo es un gas inerte incoloro no conductor eléctricamente capaz de extinguir incendios. Adicional a esto ocupamos el método Meseri en el cual nos arrojó de calificación 4,05 como resultado que las instalaciones eléctricas de la universidad están en mal estado en base al riesgo que amerita un transformador eléctrico así como tableros y fusibles.

2.- Se estableció mediante datos recabados del sitio y en base a resultados económicos que la mejor opción es un sistema por inundación total en alta presión; determinándola ocupación de cilindros de 100 lb instalados en base a la capacidad de cada cuarto de la siguiente forma: 2 cilindros de CO<sub>2</sub> para el cuarto de transformador con tubería de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y 2 difusores, 2 cilindros de CO<sub>2</sub> para el cuarto de tableros con tubería en  $\frac{3}{4}$  de pulgada y 2 difusores y 1 cilindros de CO<sub>2</sub> cilindro para el cuarto de fusibles con tubería en  $\frac{3}{4}$  de pulgada y 1 difusor.

3.- En base a los resultados de los cálculos se efectuó la proyección económica sobre el costo de la implementación del sistema de extinción manual automático de CO<sub>2</sub> en la cual se detallan los valores de los componentes a instalar, a la vez mano de obra y gastos indirectos en los que se determina la compra de materiales e instalación del sistema de extinción en los cuartos de transformadores, tableros y fusibles del bloque D de la Universidad Politécnica Salesiana con un valor de \$ 13930,11 para la instalación del proyecto técnico.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades de la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA efectuar la proposición que demuestra este proyecto técnico, ya que mejora considerablemente la seguridad de los bienes de la institución educativa y del personal que realiza sus actividades sobre los cuartos eléctricos, lo que representa beneficios dentro del proceso institucionales por lo cual se recomienda:

1. Realizar el aislamiento de cada cuarto eléctrico para así ahorrar agente extintor por número de cilindros de acuerdo al cálculo.
2. Efectuar la respectiva recarga anual de cilindros de CO<sub>2</sub> que dispone el Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.
3. Revisar la pantalla de la central de modo que no se presente indicadores activados que generen falsa alarma.
4. Señalizar debidamente la estación de la central y cilindros de CO<sub>2</sub> así como el área de transformador, tableros y fusibles.
5. Mantener el área de cilindros de CO<sub>2</sub> libre de obstáculos de modo que puedan activarse manualmente de ser el caso.
6. Contemplar el mantenimiento preventivo de la central y demás equipos del sistema de extinción en el tiempo que indique la empresa instaladora.
7. Capacitar al personal que labora en los puntos cercanos a los cuartos eléctricos, delegar funciones específicas a cada colaborador o brigadista para el manejo de los equipos ante una emergencia.



## BIBLIOGRAFÍA

- Ahn, I., Park, H., Bae, S., & Bae, M. (2016). A Study on a sound fire extinguisher using special sound lens. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(4), 2077-2077.
- Andersson, M. M. (2004). Tropical savannah woodland: effects of experimental fire on soil microorganisms and soil emissions of carbon dioxide. *Soil Biology and Biochemistry*, 849-858.
- ANSUL. (2013). ansul.com. Obtenido de <https://www.ansul.com/en/us/pages/ProductDetail.aspx?productdetail=High+Pressure+Carbon+Dioxide+Systems>
- Boulandier, J. J. (2001). Estadísticas de incendios en edificios . Manual de extinción de incendios.
- Briongos, H., Illera, A. E., Sanz, M. T., Melgosa, R., Beltrán, S., & Solaesa, A. G. (2016). Effect of high pressure carbon dioxide processing on pectin methylesterase activity and other orange juice properties. . *LWT*, 74, 411-419.
- Bucelli, M., Landucci, G., Haugen, S., Paltrinieri, N., & Cozzani, V. (2018). Assessment of safety barriers for the prevention of cascading events in oil and gas offshore installations operating in harsh environment. . *Ocean Engineering*, 158, , 171-185.
- Campbell, R. (2019). Incendios eléctricos. NFPA.
- Castiella, C. M., & García, J. M. (2016). A vueltas con el CO2. Un acercamiento experimental a este gas ya su papel en el cambio climático. . *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24(2), 234-238.
- Ciattaglia, L. C. (1999). Continuous measurements of atmospheric CO2 at Jubany Station. *Antarctica. Tellus* , 713-721.
- CTIF. (26 de 11 de 2019). world-fire-statistics. Obtenido de [www.ctif.org/world-fire-statistics](http://www.ctif.org/world-fire-statistics): <https://www.ctif.org/world-fire-statistics>
- Davalos, J. A. (1976). Liquid-vapor equilibria at 250.00. deg. K for systems containing methane, ethane, and carbon dioxide. *Journal of Chemical and Engineering Data*.
- Dixon, R. K. (1993). Forest fires in Russia: carbon dioxide emissions to the atmosphere. *Canadian Journal of Forest Research*, 700-705.
- El Universo. (29 de Octubre de 2019). Iglesia y bodega devorada por llamas. pág. 2. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/10/29/nota/7580090/iglesia-bodegas-devoradas-llamas-cortocircuito>
- El Universo. (28 de 11 de 2019). [www.eluniverso.com](http://www.eluniverso.com). Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticia:https://www.eluniverso.com/noticias/2019/05/24/nota/7344974/india-incendio->

surat-deja-17-estudiantes-muertos

- Evarts, B. (2019). Pérdida de incendios en los Estados Unidos. NFPA.
- FireStation. La bibliotece del parque. (30 de 10 de 2018). Obtenido de firestation.wordpress.com: <https://firestation.wordpress.com/2010/10/30/clases-de-fuego-segun-une-en-2-1994a1-de-2005/>
- Galloway, J. N. (2004). Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry*, 153-226.
- Google. (12 de 12 de 2019). google.com/maps. Obtenido de www.google.com/maps: <https://www.google.com/maps/@-2.2205293,-79.8872389,19z>
- Grabow, T. &. (2003). Method and system for extinguishing fire in an enclosed space. U.S. Patent .
- Harrington, J., & Senecal, J. A. (2016). Carbon Dioxide Systems. In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 1531-1586.
- Hedlund, F. H. (2018). Carbon dioxide not suitable for extinguishment of smouldering silo fires: static electricity may cause silo explosion. . *Biomass and Bioenergy*, 108, , 113-119.
- Hedlund, F. H., & Nichols, J. (2018). Silo response and safety: The dangers of using carbon dioxide to quench silo fires. *Fire Fighting in Canada*, 62(3),, 50-54.
- Hitado, P. A. (2015). Teoría del fuego. Manual de incendios parte 1. Guadalajara: Tragsa y CEIS.
- Igasaki, Y. &. (2001). Argon gas pressure dependence of the properties of transparent conducting ZnO: Al films deposited on glass substrates. *Applied surface science*,, 508-511.
- Kincal, D. H. (1995). A continuous high pressure carbon dioxide system for microbial reduction in orange juice. *Journal of Food Science*, M249-M254.
- Lozano Boado, G. H., & Palacios Cuya, C. A. (2019). Aplicación de estudio del trabajo para mejorar la productividad de fabricación de extintores tipo PQS en la empresa Extintores Crom SAC. . Lima.
- Medeiros, G. R., Ferreira, S. R., & Carciofi, B. A. (2017). High pressure carbon dioxide for impregnation of clove essential oil in LLDPE films. . *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 206-215.
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (s.f.). Acuerdo 01257 (Registro Oficial Edición Especial 114, 2-IV-2009).
- Mocada, J. (s.f.). Documentación y estadísticas de incendios. Obtenido de nfpajla.org/columnas/punto-de-vista: <https://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/376-documentacion-y-estadisticas-de-incendios#>
- NFPA 12. (2015). Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios.

- Nifuku, M. &. (2001). Incendiary characteristics of electrostatic discharge for dust and gas explosion. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 547-551.
- Pacheco, M. (2013). *Falla electrica primera causa de incendios*. Quito: El comercio.
- Parkes, K. R. (2012). Safety science. Shift schedules on North Sea oil/gas installations: A systematic review of their impact on performance, safety and health, 1636-1651.
- Rhein, R. A. (1992). An experimental study of the use of liquid argon and argon-filled aqueous foams for the extinction of lithium fires. *Fire Technology*, 290-316.
- Roy, A., Chawhan, R. S., Patel, R., Varadharajan, S., Tiwari, L. M., Chakraborty, A. L., & Srivastava, G. (2019). Quantifying the CO and CO<sub>2</sub> Mole Fraction in the Plume of an Aerosol-Based Fire Extinguishing Agent Using 4560 nm and 4320 nm QCLs. *IEEE Sensors Journal*, 19(21), 9728-9735.
- Sarang, S., Kahane, S., Matsagar, M., & Kokane, V. (2019). Automatic Fire Extinguisher system.
- Sharma, H., & Damodaran, M. (2017). Computational Modelling of a Novel Fire Extinguisher Design. In *Fluid Mechanics and Fluid Power—Contemporary Research*, 1465-1473.
- Taylor, L. T. (1994). Experimental determination of changes in methanol modifier concentration in premixed carbon dioxide cylinders. *Analytical Chemistry*, 1459-1461.
- U.S. Fire Administration. (25 de 11 de 2019). [usfa.fema.gov](https://www.usfa.fema.gov/data/statistics/). Obtenido de [www.usfa.fema.gov/data/statistics/](https://www.usfa.fema.gov/data/statistics/)
- U.S. Fire Administration. (12 de 12 de 2019). [usfa.fema.gov/data/statistics](https://www.usfa.fema.gov/data/statistics/). Obtenido de <https://www.usfa.fema.gov/data/statistics/>
- Weidner, E. W. (1997). Phase equilibrium (solid-liquid-gas) in polyethyleneglycol-carbon dioxide systems. *The Journal of Supercritical Fluids*, 139-147.
- Wen, B., Akhbari, D., Zhang, L., & Hesse, M. A. (2018). Convective carbon dioxide dissolution in a closed porous medium at low pressure. *Journal of Fluid Mechanics*, 854, 56-87.
- Wu, H. C. (2010). *SAE International Journal of Engines*. Experimental investigation of a control method for SI-HCCI-SI transition in a multi-cylinder gasoline engine, 928-937.
- Yamazoe, N. K. (1983). Effects of additives on semiconductor gas sensors. *Sensors and Actuators*, 283-289.
- Zou, Y., Li, K., Yuan, B., Chen, X., Fan, A., Sun, Y., & Yun, Y. (2019). Inspiration from a thermosensitive biomass gel: A novel method to improving the stability of core-shell “dry water” fire extinguishing agent. *Powder Technology*, 356, 383-390.

Egusquiza Estévez, Eduard(2016) . Sistema automático de extinción de incendios en un centro de transformación de un apartotel de Fuerteventura.

Pilar Gomez Herrera (2016) . Diseño del sistema contra incendios en un buque RO-PAX

Sistecoin Protection Instinct. ansul.com. Obtenido de <http://www.sistecoin.com/es>

Mario Tamayo Tamayo (2015 ). Tipos de investigacion.

## ANEXOS

### **Anexo 1** distancia de soportes colgantes aceptables.

Según (ETSEIT, 2016) todos los tramos de tubería de longitud superior a 1 metro deben fijarse con soportes. La distancia máxima entre soportes a lo largo de la tubería no debe exceder los valores de la tabla siguiente.

Tamaño tubería		Máxima distancia entre soportes (m)
Diámetro nominal (mm)	Diámetro nominal (pulgadas)	
10	3/8 "	1
15	1/2 "	1,5
20	3/4 "	1,8
25	1"	2,1
32	1 1/4 "	2,4
40	1 1/2 "	2,7
50	2"	3,4
65	2 1/2 "	3,5
80	3 "	3,7
100	4 "	4,3

Fuente: ETSEIB 2016

Las representaciones de los fabricantes para los soportes son las siguientes:

Toda instalación debe tener por lo menos dos soportes que sujeten su tubería.

La distancia máxima entre dos soportes a lo largo de la tubería nunca será superior a los valores explicados en la tabla anterior.

Cuando la tubería sea superior a 2 pulgadas y no se puedan respetar las distancias de la tabla por motivos estructurales, estas distancias se pueden ampliar hasta 6 m entre soportes, siempre que éstos sean dobles.

La distancia entre el difusor y su soporte deberá ser lo más corta posible:

Para tubería de diámetro inferior o igual a 25 mm, la distancia máxima del último soporte al difusor será de 100 mm.

Para tubería de diámetro superior a 25 mm, la distancia máxima del último soporte al difusor será de 250 mm.

## **Anexo 2 Seguridad de personas e impacto ambiental.**

En el caso del CO<sub>2</sub> este puede ser todo pero no es seguro. En la atmosfera se puede encontrar en cantidades de 0,035% la exposición en lapsos cortos de CO<sub>2</sub> en niveles de hasta 2% (20,00 partículas por millón) no se han suscitado casos por decesos.

En proporciones más altas pueden desencadenar efectos en el sistema respiratorio, pérdida de memoria afectaciones a la capacidad motora como calambres y convulsiones. Altas congregaciones de CO<sub>2</sub> alcanzan a desplazar oxígeno en el aire, haciendo que el oxígeno este en proporciones menores para la respiración de las personas. Por consiguiente, los efectos de la deficiencia de oxígeno pueden combinarse con efectos de tóxicos por CO<sub>2</sub>. Como se puede observar en la siguiente figura

% CO <sub>2</sub>	Tiempo de exposición	Efectos
2	Varias horas	Dolor de cabeza, disnea con actividad física reducida
3	1 hora	Disnea en reposo
4-5	Varios minutos	Aumento de presión arterial Disnea incómoda
6	1-2 minutos 16 minutos Varias horas	Visión y audición afectados Dolor de cabeza, disnea Temblores
7-10	Pocos minutos Menos de 1 hora	Inconsciencia, aumento ritmo cardiaco, vértigo
10-15	Varios minutos	Somnolencia, espasmos
17-30	1 minuto	Convulsiones, coma, muerte

Fuente: ETSEIB 2016

### **Anexo 3 Método MESERI**

Pertenece al grupo de los métodos de evaluación de riesgos conocidos también como el “de esquemas de puntos”, que se basan en la consideración individual, por un lado, de diversos factores generadores o agravantes del riesgo de incendio y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo.

#### **El Método Simplificado MESERI**

El estudio de un riesgo en cuanto al peligro de incendio, presenta algunas dificultades que, en muchos casos, disminuyen la eficacia de su actuación.

Hay que considerar en primer lugar, que la opinión sobre la bondad del riesgo es subjetiva, dependiendo naturalmente de la experiencia del profesional que tiene que darla. En muchos casos, esto obliga a utilizar como soporte la colaboración de expertos, que son pocos, dejando a los que comienzan en un periodo de aprendizaje que resulta demasiado largo y costoso.

La solución es clara: el experto en la materia debe dirigir la labor de otros con menos experiencia, para lo cual necesita que las opiniones particulares de cada uno se objetiven lo más posible, que el estudio del mismo riesgo siempre lleve a la misma conclusión.

En un segundo paso, a la hora de tomar decisiones para mejorar las deficiencias que se han observado, el responsable se encuentra con un amplio abanico de posibilidades, entre las cuales tiene que elegir atendiendo a la efectividad de los resultados en cuanto a protección y al costo de las instalaciones.

Es necesario enfrentar todas esas posibilidades de forma que de un golpe de vista se pueda ver la influencia de cada una en la mejora del riesgo, observando con facilidad como influye cada medida en el resto de las posibles a adoptar. Es decir, es preciso una clasificación y estructuración de los datos recabados en la inspección.

Los métodos utilizados, en general, presentan algunas complicaciones y en algunos casos son de aplicación lenta. Con este método se pretende facilitar al profesional de la evaluación del riesgo un sistema reducido, de fácil aplicación, ágil, que permita en algunos minutos calificar el riesgo.

### EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS

Nombre de la Empresa:		UPS	Fecha:	Guayaquil, 2020	Área:	65 m <sup>2</sup>	
Persona que realiza evaluación:		VICTOR SUAREZ ROMERO / RONALD CARBO GUTIERREZ					
Concepto		Coficiente	Puntos	Concepto			
<b>CONSTRUCCION</b>				<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>			
Nº de pisos	Altura			<b>Por calor</b>			
1 o 2	menor de 6m	3	<b>3</b>	Baja	10	<b>0</b>	
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2		Media	5		
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1		Alta	0		
10 o más	más de 28m	0		<b>Por humo</b>			
<b>Superficie mayor sector incendios</b>				Baja	10	<b>10</b>	
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	Media	5			
de 501 a 1500 m <sup>2</sup>		4	Alta	0			
de 1501 a 2500 m <sup>2</sup>		3	<b>5</b>	<b>Por corrosión</b>			
de 2501 a 3500 m <sup>2</sup>		2		Baja	10	<b>0</b>	
de 3501 a 4500 m <sup>2</sup>		1		Media	5		
más de 4500 m <sup>2</sup>		0		Alta	0		
<b>Resistencia al Fuego</b>				<b>Por Agua</b>			
Resistente al fuego (hormigón)		10	<b>10</b>	Baja	10	<b>0</b>	
No combustibel (metálica)		5		Media	5		
Combustible (madera)		0		Alta	0		
<b>Falsos Techos</b>				<b>PROPAGABILIDAD</b>			
Sin falsos techos		5	<b>5</b>	<b>Vertical</b>			
Con falsos techos incombustibles		3		Baja	5	<b>5</b>	
Con falsos techos combustibles		0		Media	3		
<b>FACTORES DE SITUACIÓN</b>				Alta	0		
<b>Distancia de los Bomberos</b>				<b>Horizontal</b>			
menor de 5 km	5 min.	10	<b>6</b>	Baja	5	<b>3</b>	
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8		Media	3		
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6		Alta	0		
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2		<b>SUBTOTAL (X) -----</b>			
más de 25 km	25 min.	0				70	
<b>Accesibilidad de edificios</b>				<b>FACTORES DE PROTECCIÓN</b>			
Buena		5	<b>5</b>	<b>Concepto</b>			
Media		3		SV	CV	Puntos	
Mala		1		Extintores portátiles (EXT)	1	2	1
Muy mala		0		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	2
<b>PROCESOS</b>				Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	0
<b>Peligro de activación</b>				Detección automática (DTE)	0	4	0
Bajo		10	<b>0</b>	Rociadores automáticos (ROC)	5	8	0
Medio		5		Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	0
Alto		0		<b>SUBTOTAL (Y) -----</b>			
<b>Carga Térmica</b>							5
Bajo		10	<b>0</b>	<b>CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)</b>			
Medio		5		$P = \frac{5X}{120} + \frac{5Y}{22} + 1(BCI)$			
Alto		0		<b>4,05</b>			
<b>Combustibilidad</b>				<b>OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.</b>			
Bajo		5	<b>3</b>				
Medio		3					
Alto		0					
<b>Orden y Limpieza</b>							
Alto		10	<b>10</b>				
Medio		5					
Bajo		0					
<b>Almacenamiento en Altura</b>							
menor de 2 m.		3	<b>3</b>				
entre 2 y 4 m.		2					
más de 6 m.		0					
<b>FACTOR DE CONCENTRACIÓN</b>							
<b>Factor de concentración \$/m<sup>2</sup></b>							
menor de 500		3	<b>2</b>				
entre 500 y 1500		2					
más de 1500		0					
Realizado por: VICTOR SUAREZ / RONALD CARBO		Revisado por: ING. ANDRES CORONEL		Aprobado por:			

TABLA DE RESULTADOS MESERI

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno

Tabla Evaluación de riesgos contra incendio Método Meseri

Fuente: por Autor



#### Anexo 4 Componentes del sistema de suportación












Imágenes	Nombre	Referencia	Ficha Técnica	Descripción
	Pie para cilindros autónomos y baterías en simple fila con pesaje continuo	HP-1995P, HP-2100P80	HP-AEX-FTC-02-019	Herraje para dar soporte al colector de descarga y anclaje a la batería de cilindros tanto al suelo como a la pared
	Pie para baterías en doble fila con pesaje continuo	HP-1995DP, HP-2100DP80	HP-AEX-FTC-02-020	Herraje para dar soporte al colector de descarga y anclar la batería de cilindros en doble fila tanto al suelo como a la pared
	Travesaño posterior para baterías sin pesaje continuo	HTP(x).	AEX-FTC-02-021	Elemento utilizado para anclar los cilindros al suelo y a la pared junto con el travesaño anterior en baterías de cilindros
	Travesaño posterior para baterías con pesaje continuo	HPPP(x).	AEX-FTC-02-022	Elemento usado para anclar los cilindros al suelo y a la pared junto con el travesaño anterior en baterías de cilindros con sistema de pesaje continuo
	Travesaño anterior para baterías sin pesaje continuo	HTA(x).	AEX-FTC-02-023	Elemento que se utiliza para anclar los cilindros al suelo y a la pared junto con el travesaño posterior en baterías de cilindros.
	Travesaño anterior para baterías con pesaje continuo	HTPA(x).	AEX-FTC-02-024	Elemento utilizado para anclar los cilindros al suelo y a la pared junto con el travesaño posterior en baterías de cilindros con sistema de pesaje continuo
	Soporte para cilindros autónomos	H274, H364, H402	AEX-FTC-02-025	Soporte utilizado para anclar los cilindros autónomos a la pared.
	Soporte de suspensión para sistemas con pesaje continuo	HS(x).	AEX-FTC-02-026	Soporte diseñado para suspender los cilindros en sistemas con pesaje continuo
	Abarcón	HA34, HA1, HA114, HA112, HA2, HA212, HA3, HA4, HA5, HA6.	AEX-FTC-02-027	Elemento encargado de anclar el colector a los pies
	Herraje para botellín piloto sin pesaje	HP274	AEX-FTC-02-028	Elemento utilizado para anclar el botellín piloto a la pared o al pie de la batería
	Varilla de separación	HV, HVS, HVSD, HVD	AEX-FTC-02-029	Elemento utilizado para anclar los cilindros entre los travesaños anteriores y posteriores

Tabla Componentes del sistema de Suportación.

Fuente: por Autor

### Anexo 5 Componentes para el sistema de almacenamiento






Imágenes	Nombre	Referencia	Ficha Técnica	Descripción
	Cilindro de 6.7 a 80 L de CO2	BCO6, BCO26, BCO80	BCO13, BCO67, AEX-FTC-02-012	Cilindros de 6.7 a 80 L en los que se almacena CO2 hasta el momento de la descarga. Están fabricados en 34CrMo4 y probados a una presión de 250BAR. Tienen una rosca hembra 1" NGT para la válvula y una rosca macho W80 para la brida. Están pintados en negro (RAL 9004) con la ojiva gris (RAL 7004).
	Válvula piloto para cilindros de 6.7 a 80 L	AEX/VCO100S	AEX-FTC-02-013	Elemento utilizado para producir la descarga del cilindro neumáticamente o mediante un actuador eléctrico o manual. Está fabricado en latón y tiene una rosca macho 1" NGT para el cilindro y una boca de descarga con rosca macho W21.8 x 1/14".
	Válvula esclava para cilindros de 6.7 a 80 L	AEX/VCO100	AEX-FTC-02-014	Elemento utilizado para producir la descarga del cilindro neumáticamente. Está fabricado en latón y tiene una rosca macho 1" NGT para el cilindro y una boca de descarga con rosca macho W21.8 x 1/14".
	Caperuza de protección para cilindros de 6.7 a 80 L pilotos o con pesaje	V-CA		Caperuza de protección para cilindros de 6.7 a 80 L piloto o equipados con sistema de pesaje continuo.
	Caperuza de protección para cilindros de 6.7 a 80 L esclavos sin pesaje	V-VAW80		Caperuza de protección para cilindros de 6.7 a 80 L esclavos y sin sistema de pesaje continuo

Tabla Componentes para el sistema de Almacenamiento

Fuente: por Autor

## Anexo 6 Componentes para el sistema de disparo

Imágenes	Nombre	Referencia	Ficha Técnica	Descripción
	Actuador eléctrico	AEX/VS24	AEX-FTC-02-030	Actuador eléctrico para cilindros de 6.7 a 80 L, botellín piloto y sistemas de disparo para válvulas direccionales.
	Actuador manual	AEX/PM160A	AEX-FTC-02-031	Actuador manual para cilindros de 6.7 a 80 L, botellín piloto, sistemas de disparo para válvulas direccionales y válvula de vaciado.
	Latiguillo de disparo	LD18, LD18-500, LD18BP	AEX-FTC-02-032	Latiguillo utilizado para conducir el gas desde el cilindro piloto a las cámaras superiores de las válvulas esclavas
	Válvula de alivio	AEX/VA	AEX-FTC-02-033	Elemento utilizado para aliviar la presión en la cámara superior de la válvula piloto en cilindros autónomos, o en el circuito de disparo en las baterías de cilindros y evitar la descarga accidental en caso de una pequeña fuga. Está fabricado en latón
	Sistema de disparo para válvulas direccionales	AEX/SDR2, AEX/SDR3	AEX-FTC-02-035	El sistema de disparo para válvulas direccionales es el encargado de seleccionar qué direccional debe abrir para conducir el gas hacia el riesgo que corresponda
	Adaptador M 1/8'' a bicono 6	V-A18C6		Adaptador M 1/8'' a bicono 6.
	Válvula de vaciado del circuito de disparo	AEX/VVD	AEX-FTC-02-036	Válvula de vaciado del circuito de disparo en sistemas con válvulas direccionales. Viene equipado con un final de carrera
	Adaptador H 1/8'' H 1/8''	V-A18		Adaptador hembra 1/8'' a hembra 1/8'' para la conexión del circuito de disparo.
	Adaptador H 1/8'' M 1/8''	V-RRMFHG18		Adaptador hembra 1/8'' a macho 1/8'' para el circuito de disparo
	Racor T 1/8''	V-T18		Racor en T macho 1/8'' para el circuito de disparo.
	Codo M 1/8''	V-C18		Codo M 1/8'' para el circuito de disparo del cilindro piloto de la batería.
	Adaptador hembra W21.8 x 1/14'' macho G1/8''	V-RH21M18		Adaptador hembra W21.8 x 1/14'' a macho G 1/8'' para la boca de descarga de la válvula del botellín piloto

Tabla Componentes Sistema de Disparo

Fuente: por Autor

## Anexo 7 Componentes para el sistema de distribución

Imágenes	Nombre	Referencia	Ficha Técnica	Descripción
	Latiguillo de descarga cilindros de 6.7 a 80 L	Latiguillo de descarga cilindros de 6.7 a 80 L	AEX-FTC-02-037	Latiguillo utilizado para conducir el gas desde la válvula del cilindro hasta la instalación en el caso de cilindros autónomos y hasta la válvula de retención del colector en baterías de cilindros
	Válvula de retención para batería cilindros	AEX/VAR12	AEX-FTC-02-038	Componente cuya instalación está prevista entre la válvula del cilindro y el colector, el cual permite el flujo en un único sentido. El cuerpo está fabricado en latón. Este componente se suministra montado al colector
	Colector de descarga	CC(x)S(y)I, CC(x)D(y)		(x): Diámetro en pulgadas. (y): Cantidad de cilindros. Elemento a través del cual descarga el gas de todos los cilindros que componen la batería para ser conducido hasta la instalación. Está fabricado en SCH40 o SCH80 según diámetro
	Contacto de paso	AEX/CP1	AEX-FTC-02-039	Elemento utilizado para proporcionar una señal eléctrica en el momento de la descarga. Dispone de un contacto normalmente abierto y otro normalmente cerrado. El cuerpo está fabricado en latón.
	Difusor radial	AEX/DRCO38, AEX/DRCO12, AEX/DRCO34	AEX-FTC-02-040	Componente que permite obtener un caudal predeterminado y una característica de distribución uniforme del agente extintor dentro o sobre el riesgo protegido. Está fabricado en F212 acabado cromado
	Difusor trompeta	AEX/DTCO38, AEX/DTCO12, AEX/DTCO34.	AEX-FTC-02-016	Componente que permite obtener un caudal predeterminado y una característica de distribución uniforme del agente extintor dentro o sobre el riesgo protegido. Está fabricado en F212 acabado cromado.
	Dispositivo mecánico de bloqueo	AEX/DMB12C, AEX/DMB34C, AEX/DMB1C, AEX/DMB114C, AEX/DMB112C, AEX/DMB2C	AEX-FTC-02-001	Dispositivo utilizado para bloquear de forma manual la descarga de agente extintor. Dispone de un indicador de posición

Tabla Componentes para el sistema de Distribución

Fuente: por Autor

## **Anexo 8 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo**

### **Objetivo de un sistema de gestión de la SST**

El propósito de un sistema de gestión de la SST es proporcionar un marco de referencia para gestionar los riesgos y oportunidades para la SST, el cual tiene como objetivo es prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo a los trabajadores y proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables; en consecuencia, es de mucha importancia para la organización eliminar los peligros y minimizar los riesgos para la SST tomando medidas de prevención y protección eficaces.

### **Sistema de gestión integral de la calidad, ambiente, seguridad y salud en el trabajo alojamiento requisitos**

En relación a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, la dirección debe:

- a) Cumplir con los requisitos legales aplicables para la seguridad y salud en el trabajo.
- b) Designar a una persona de entre los empleados como responsable de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo que prevenga accidentes y enfermedades profesionales y se encarga del seguimiento y control de los programas; así como de la comunicación de políticas y objetivos relacionados.
- c) Definir, implementar y documentar los programas preventivos que incluyan al menos:
  - La vigilancia de la salud de los trabajadores,
  - El control y prevención de riesgos,
  - Capacitación y adiestramiento en la prevención y control de riesgos,
- d) Implementar acciones para:
  - La eliminación de peligros y reducción de riesgos,
  - Promover la participación del personal en las acciones de los programas,
  - Revisión del nivel de cumplimiento de los programas,
  - El establecimiento de acciones correctivas si no se alcanzan los niveles satisfactorios y
- e) En relación al manejo de emergencias debe definir, documentar e implementar un plan que incluya:
  - La disponibilidad de un mapa de seguridad,
  - Señalética de seguridad e información,
  - Sistema de detección de humo y combate de conatos de incendio y/o extintores.

### **Anexo 9** *Capacidad de comerciales de cilindros CO<sub>2</sub> en mercado local.*

Según (NFPA 12) Deben usarse cilindros individuales con una capacidad de peso estándar de 5, 10,15, 20, 25, 35, 50, 75, 100 o 120 lb. (2.3, 4.5, 6.8, 9.1, 11.4, 15.9, 22.7, 34.1, 45.4 o 54.4 Kg) de contenido de dióxido de carbono excepto para cargas de temperaturas especiales (ver 1-9.5.5).

Mientras que el anexo (NFPA 12) Estos cilindros están normalmente clasificados en capacidades nominales de 50 lb., 75 lb. Y 100 lb. (22.7 Kg, 34.1 Kg y 45.4 Kg) de dióxido de carbono. Cuando los cilindros son llenados con dióxido de carbono a una densidad normal de llenado no mayor de 68 por ciento, una parte de la descarga de los cilindros será dióxido de carbono líquido y el resto será vapor de CO<sub>2</sub>.

En el medio local el distribuidor de accesorios contra incendios (Veseind) nos facilita su ficha técnica respecto a las características del cilindro de CO<sub>2</sub> comercializada en la ciudad de Guayaquil para sistemas manuales y automáticos.

<b>Ítem</b>	<b>CO<sub>2</sub> Ex 100 LBS</b>
Modelo	CO <sub>2</sub> 45,4kg (100lbs)
Diámetro (mm)	362
Longitud (mm)	1620
Peso Neto (kg)	45.4
Capacidad (lb.)	100
Capacidad (kg)	45
Fire test rating (GB)	100-B:C
Material del cilindro	Hierro fundido
Material de la válvula	Metal
Material de la manija	Metal
Color del cilindro	Rojo
Color de la manija	Rojo
Tipo de agente	Dióxido de Carbono
Expelente	N/A
Presión de Nitrógeno (Mpa20 ±5°C)	N/A
Peso neto del agente	

(kg)	20 (-0.225)
Peso neto del cilindro (kg)	45,4
Presión de Trabajo (bar)	167/174
Presión de prueba (bar)	250
Operating Pressure 70° F (PSI)	850
Rango de agente expulsado (lb./sec)	n/a
Rango de agente expulsado (kg/sec)	n/a
Alcance de descarga (m)	0.9 to 2.4

Tabla Características de Cilindro CO<sub>2</sub>

Fuente: (Veseind)