



**Evaluación de riesgos en el centro de distribución CEDEDI Calderón mediante el método
NFPA y software Aloha.**

Vargas Revilla, Pamela Sheccid

Departamento de Seguridad y Defensa SEGD.

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnóloga Superior
en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales

Ing. Saavedra Acosta, Galo Roberto Mtr.

15 de agosto del 2023

Latacunga



Plagiarism and AI Content Detector Report

VARGAS-PAMELA_TESIS10 V14AGO.pdf

Scan details

Scan time: August 14th, 2023 at 15:54 UTC
 Total Pages: 32
 Total Words: 7801

Plagiarism Detection

Types of plagiarism	Words
Identical	2% 158
Minor Changes	0.8% 65
Paraphrased	2.2% 174
Omitted Words	0% 0

5.1%

AI Content Detection

Text coverage	Words
AI text	0% 0
Human text	100% 7801

0%

[Learn more](#)

🔍 Plagiarism Results: (45)

🌐 **SICE - Comunidad Andina - Decisión 584** 1.1%
<http://www.sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec584s.asp>
 ...

🌐 **NTE INEN 1534 Segunda revisión - PDF Free Download** 0.8%
<https://docplayer.es/73553780-nte-inen-1534-segunda-revisi...>
 Iniciar la sesión ...

🌐 **Microsoft Word - d602-59f6-c568-dec0** 0.7%
<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/247...>
 Charlye Andr
 Programa de Posgrado en Riesgos Laborales EVALUACIÓN DEL PLAN DE
 GESTIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS Y EXPLOSIONES EN UNA ESTACI...

Firma:



Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Evaluación de riesgos en el centro de distribución CEDEDI Calderón mediante el método NFPA y software Aloha.** fue realizada por la señorita **Vargas Revilla, Pamela Sheccid**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 14 de agosto del 2023

Firma:

.....
Saavedra Acosta, Galo Roberto

C. C. 1802731115



Departamento de Seguridad y Defensa SEGD.

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

Responsabilidad de Autoría

Yo, Pamela Sheccid Vargas Revilla, con cédula de ciudadanía n° 1753486107, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación de riesgos en el centro de distribución CEDEDI CALDERÓN mediante el método NFPA y software Aloha.** Es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 14 de agosto del 2023

Vargas Revilla, Pamela Sheccid

C. C.: 1753486107



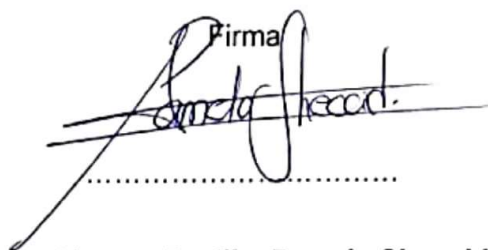
Departamento de Seguridad y Defensa SEGD.

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

Autorización de Publicación

Yo, **Vargas Revilla, Pamela Sheccid** con cédula de ciudadanía N° 1753486107, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Evaluación de riesgos en el centro de distribución CEDEDI Calderón mediante el método NFPA y software Aloha.** En el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 14 de agosto del 2023

Firma

.....

Vargas Revilla, Pamela Sheccid

C. C.: 1753486107

Dedicatoria

Dedico este trabajo primordialmente a Dios, quien me ha brindado la sabiduría necesaria para culminar mis estudios.

A mi madre por jamás dejar de creer en mí y con su amor darme ese impulso para continuar mis estudios, a mi padre por su apoyo y con orgullo sacarme adelante.

A mi novio y compañero de aventuras por su gran apoyo e impulso día a día, quien por acompañarme compartía largas noches de tareas en mi residencia en la ciudad de Latacunga.

Agradecimiento

Quiero agradecer a mi tutor de tesis Ing. Roberto Saavedra por su paciencia y esmero cada año como mi maestro, su enseñanza ha sido como ninguna otra. Por sus consejos que demuestra que además de ser un gran profesional es una gran persona.

A mi enamorado por impulsarme hacia el objetivo, enseñándome que rendirse no es una opción en este camino, por el amor más grande, por no dejarme caer y creer en mí. Sin él nada de esto hubiera sido posible,

Vargas Revilla, Pamela Sheccid

ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificado	3
Responsabilidad de Auditoria.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice De Contenido	8
Índice De Figuras	13
Índice De Tablas.....	15
Resumen	16
Abstract	17
Capítulo I:	18
Tema	18
Antecedentes	18
Planteamiento del Problema.....	20
Justificación del Problema	21
Objetivos	21
<i>Objetivo General</i>	<i>21</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>21</i>
Alcance.....	22

Capítulo II:	23
Marco Teórico	23
Marco Legal.....	23
<i>Constitución del Ecuador 2008</i>	23
<i>Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo</i>	23
<i>Resolución 957</i>	24
<i>Decreto 2393</i>	24
<i>Acuerdo Ministerial 0174</i>	25
<i>Acuerdo Ministerial 1257</i>	25
<i>Acuerdo Ministerial Riesgos Eléctricos 13</i>	25
Fundamento Teórico	26
<i>Bleve</i>	26
<i>Condiciones de salud</i>	26
<i>Cilindro</i>	26
<i>Clasificación de extintores</i>	26
<i>Clasificación del fuego</i>	27
<i>Clase A</i>	27
<i>Clase B</i>	27
<i>Clase C</i>	27
<i>Clase D</i>	27
<i>Clase E</i>	28

<i>Clase K</i>	28
<i>Empleador</i>	28
<i>GLP</i>	28
<i>Medidas de prevención</i>	28
<i>Método NFPA</i>	29
<i>Peligro</i>	32
<i>Riesgo laboral</i>	32
<i>Salud ocupacional</i>	32
<i>Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo</i>	32
<i>Software Aloha</i>	32
<i>Mapa de riesgos</i>	28
<i>NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: método Probit.</i>	29
<i>NTP 293: Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación térmica</i>	31
Capítulo III:	34
Desarrollo	34
<i>Descripción de la empresa</i>	34
<i>Organigrama Estructural</i>	35
<i>Descripción de procesos</i>	35
<i>Desarrollo de los objetivos</i>	37
<i>Identificar los puestos de trabajo de la empresa con mayor riesgo de incendio y explosión aplicando la NTP 599 en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón</i> ...37	

<i>NTP 599: Evaluación de riesgo de incendio</i>	37
<i>Área de Despacho</i>	38
<i>Área de Almacenamiento</i>	39
<i>Área de Administración</i>	39
<i>Área de Recepción</i>	40
Análisis final de la NTP 599	41
Analizar el riesgo de incendio y explosión Centro de Distribución CEDEDI Calderón mediante el método NFPA y software Aloha	41
<i>Método NFPA</i>	41
<i>Software Aloha</i>	42
<i>NTP 293 Radiación térmica GLP Blevé</i>	48
<i>Ordenamiento Territorial</i>	55
<i>Almacenamiento de GLP gas licuado de petróleo</i>	56
<i>Almacenamiento estándar</i>	58
<i>Medidas de seguridad</i>	59
<i>Plan de mantenimiento de instalaciones</i>	60
<i>Plan de Formación</i>	61
<i>Plan Emergencias</i>	61
<i>Análisis final NTP 599</i>	62
<i>Análisis costo beneficio</i>	63
<i>Cronograma</i>	64
Capítulo IV:	66

Conclusiones y Recomendaciones	66
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
Bibliografía	68
Anexos.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Carga combustible</i>	30
Figura 2 <i>Toxic Threat Zone (Zona de amenaza toxica)</i>	33
Figura 3 <i>Relación de valores con nivel de lesiones</i>	31
Figura 4 <i>Croquis de la Empresa</i>	34
Figura 5 <i>Organigrama</i>	35
Figura 6 <i>Almacenamiento de cilindros de GLP</i>	36
Figura 7 <i>Despacho de cilindros de glp</i>	37
Figura 8 <i>Resultados NTP 599 Área de almacenamiento</i>	39
Figura 9 <i>Resultados NTP 599 Area de administración</i>	40
Figura 10 <i>Resultados NTP 599 Recepción de cilindros de gas</i>	40
Figura 11 <i>Escenario 1 Aloha</i>	44
Figura 12 <i>Escenario 2 Aloha</i>	45
Figura 13 <i>Escenario 3 Aloha</i>	46
Figura 15 <i>Tabla A-5 del libro de termodinámica de Cengel Yunez</i>	48
Figura 16 <i>Tabla A-27 del libro de termodinámica de Cengel Yunez</i>	49
Figura 18 <i>Cálculos de exposición intolerable</i>	53
Figura 19 <i>Cálculos de explosión tolerable</i>	53
Figura 20 <i>Cálculos de explosión segura</i>	54
Figura 21 <i>Distancias mínimas de seguridad</i>	57
Figura 22 <i>Distancias de cilindros y exposiciones</i>	59
Figura 23 <i>Clasificación de áreas de almacenamiento y tipos de extintores</i>	60

Figura 24 <i>Tabulación NTP 599</i>	62
Figura 25 <i>Gráfico de pastel análisis costo beneficio</i>	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Resultados NTP 599</i>	41
Tabla 2 <i>Evaluación de la carga combustible</i>	42
Tabla 3 <i>Software Aloha escenario 1</i>	43
Tabla 4 <i>Software Aloha escenario 2</i>	45
Tabla 5 <i>Software Aloha escenario 3</i>	46
Tabla 6 <i>Tabla resumen de las zonas y los radios de alcance</i>	47
Tabla 7 <i>Costo Beneficio</i>	63

Resumen

El presente proyecto de Integración Curricular, fue realizado en la distribuidora de GLP CEDEDI Calderón, la cual cuenta con un total de 10 trabajadores; como primera instancia se aplicó una lista de verificación con la que se consideró los factores de ignición, propagación y limitación de incendio en este centro de distribución teniendo como resultado un 43% de cumplimiento con los ítems presentes en la lista de verificación basada en la NTP 599: Evaluación de riesgo de incendio. Además, se analizó un análisis de afectación y efecto de los posibles escenarios de explosión utilizando en software Aloha. Se consideraron tres escenarios con un almacenamiento de GLP al 25%,50% y 100%, donde respectivamente. Los valores resultantes de la distancia de afectación fueron de 835.76 m en el primer escenario, 1039.67 m en el segundo escenario y 1295.71 m en el tercer escenario. Posteriormente, se aplicó el método NFPA donde se pudo evaluar la carga combustible que nos ayudó a detectar el nivel de riesgo en el que se encuentra el establecimiento para ello se tomó en cuenta los tres escenarios de diferente volumen de abastecimiento dando como resultado una de media de 258.63 kg/M2 de carga combustible tenemos un riesgo alto de incendio, es decir se trata de una cantidad de materiales inflamables que pueden propagar un incendio en una unidad de área de 1 metro cuadrado. Sin embargo, se tomó en cuenta que en el tercer escenario tiene el 441.44 kg/M2 de carga combustible es decir que el riesgo de incendio y propagación de fuego es mayor. Adicional a esto se realizó un plan de emergencia, plan de formación y un plan de manteamiento para la debida socialización a trabajadores y población.

Palabras clave: incendio, explosión, carga combustible, Aloha, GLP, cilindro, distribuidora CEDEDI Calderón

Abstract

The present Curricular Integration project was carried out at the GLP CEDEDI Calderón distributor, which has a total of 10 workers. As a first step, a checklist was applied to consider the factors of ignition, propagation, and fire limitation at this distribution center. The result showed a compliance rate of 43% with the items on the checklist based on the NTP 599: Fire Risk Assessment. Additionally, an analysis of the impact and effect of potential explosion scenarios was conducted using the Aloha software. Three scenarios with GLP storage at 25%, 50%, and 100% were considered. The resulting values for the affected distance were 835.76 m in the first scenario, 1039.67 m in the second scenario, and 1295.71 m in the third scenario. Subsequently, the NFPA method was applied to evaluate the fuel load, helping to detect the level of risk in which the establishment is located. The three scenarios with different supply volumes were taken into account, resulting in an average of 258.63 kg/m² of fuel load. This indicates a high risk of fire, meaning there is a significant amount of flammable materials that can propagate a fire in a one-square-meter area. However, it should be noted that in the third scenario, the fuel load is 441.44 kg/m², indicating an even higher risk of fire and fire spread. In addition to this, an emergency plan, training plan, and maintenance plan were developed for proper socialization among workers and the population.

Key words: fire, explosion, fuel load, Aloha, GLP, cylinder, CEDEDI Calderon distributor.

Capítulo I:

Tema

Antecedentes

El mantenimiento de los tanques de gas GLP utilizados en entornos domésticos en la empresa CEDEDI es una actividad esencial para garantizar que los equipos se encuentren en condiciones óptimas y puedan funcionar adecuadamente para su distribución. Esta práctica es de gran importancia para la producción de la empresa y también contribuye a prolongar la vida útil de los tanques de GLP. (Santiago García Garrido, 2003)

Actualmente existe una gran necesidad del uso de GLP ya que es de gran utilidad como combustible para vehículos, cocinas y fuentes de energía para calentadores, es por ello que han sucedido varios accidentes tanto en México como en otros países. El tamaño de los daños causados a la salud del personal, infraestructura y medio ambiente depende principalmente del tipo de instalación, cantidad de gas y condiciones atmosféricas. (Dirección General de Protección Civil México, 2001)

El manejo de materiales peligrosos en instalaciones industriales, ponen en riesgo la seguridad del personal, de las instalaciones, el medio ambiente, y en muchos casos a la comunidad cercana, llevando al personal a cargo a realizar una evaluación de riesgos ya que la falta de estos podría desencadenar accidentes de gran magnitud. (Dirección General de Protección Civil México, 2001)

Es de vital importancia prestar una atención especial a las medidas de seguridad que deben ser consideradas durante el transporte por carretera y caminos en México en relación con la distribución de gas LP. (Martha E. Alcántara Garduño & Tomás González Morán, 2001)

Esto se debe a que la mayoría de la distribución de gas LP en áreas urbanas se realiza mediante camiones y autotanques, los cuales se encargan de transportar y distribuir cilindros de diversas capacidades, así como de abastecer los tanques estacionarios de hogares, industrias y comercios. Para el transporte por carretera, se cuenta con información sobre la distribución de accidentes que ocurren en cada estado del país. (Martha E. Alcántara Garduño & Tomás González Morán, 2001)

Las empresas involucradas en el transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo y gas natural deben ser conscientes del peligro que sus instalaciones representan para las áreas residenciales aledañas. Es fundamental que determinen las medidas de seguridad necesarias, tanto dentro como fuera de la empresa, para minimizar dicho riesgo. Existen diversos métodos para identificar los riesgos presentes en las instalaciones industriales, y uno de ellos es el análisis de riesgo, el cual se integra en un plan de respuesta a emergencias para el manejo de materiales peligrosos. (Martha E. Alcántara Garduño & Tomás González Morán, 2001)

Según la capacidad de almacenamiento y los diferentes usos del gas natural, gas natural comprimido y gas licuado de petróleo (tales como sitios de almacenamiento, llenado de recipientes portátiles para uso doméstico, estaciones de servicio para vehículos, etc.), cada instalación debe cumplir con normas específicas que aseguran la reducción al mínimo de los posibles impactos causados por accidentes relacionados con estos materiales. Por lo tanto, las distancias mínimas de seguridad se establecen de manera individualizada para garantizar la protección adecuada. (Martha E. Alcántara Garduño & Tomás González Morán, 2001)

Los dispositivos están sujetos a normativas y reguladores por parte de la Administración. Estos equipos presentan riesgos altos para las personas o el entorno. La Directiva establece la obligación de llevar a cabo ciertas tareas, pruebas e inspecciones en

estos dispositivos, y es importante que estén debidamente realizadas por empresas debidamente autorizadas. Estas actividades deben ser incluidas en el Plan de Mantenimiento. (Santiago García Garrido, 2003)

Planteamiento del Problema

El riesgo de incendio y explosión es muy alto, cabe resaltar que no solo en la distribuidora si no también sus alrededores se encuentran expuestos a uno de estos siniestros es así como en la actualidad se vuelve cada día más importante tomar responsabilidad y cumplir con el reglamento y las normas de seguridad, comprendiendo que mientras mayor sea el grado de cumplimiento de la normativa legal, menor será la ocurrencia de incidentes, accidentes y pérdidas que pueda sufrir la empresa.

Es importante tomar en cuenta la falta de conocimiento que se presenta a nivel general en los directivos, empresarios y trabajadores en este ámbito, es necesario dar a conocer a los administradores lo importante que es generar una cultura preventiva, entendiendo las ventajas de la seguridad industrial y prevención de riesgos, como tal, el riesgo que presenta la distribuidora de GLP al no manejar un correcto almacenamiento, el control de daños a los bienes de la empresa con el objetivo de evitar pérdidas de tiempo y contar con la capacidad de continuar con el proceso normal de distribución permitiendo que la empresa labore en condiciones seguras.

A causa de la existencia de los factores de riesgo relacionados con incendios y explosiones, así como a la falta de aplicación de normas para clasificar y almacenar de manera adecuada los cilindros de GLP, surge la necesidad de llevar a cabo un estudio sobre los peligros de incendio y explosión. Se propone simular la posible explosión utilizando el programa Aloha.

El software Aloha es una herramienta utilizada en la industria para predecir y evaluar los efectos de posibles incidentes de incendios o explosiones. Permite simular el comportamiento de

las sustancias inflamables, la propagación de la nube tóxica, la radiación térmica, entre otros aspectos relevantes capaces de mostrarnos escenarios reales.

Justificación del Problema

El principal interés en el proyecto es gestionar el correcto almacenamiento de cilindros de GLP evaluando los riesgos de incendio y explosión, estableciendo la importancia de proponer medidas preventivas, gestionar riesgos, minimizar posibles daños y accidentes, buscando así beneficiar a la organización, a los colaboradores y partes interesadas.

Es decir, tomando en cuenta la gestión que se realizará en el presente proyecto este será la pieza clave para presentar los posibles escenarios catastróficos mediante software Aloha calculando la magnitud de afectación mediante el programa y las medidas que se deben aplicar para minimizarlos buscando

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el riesgo de incendio y explosión en el Centro distribución CEDEDI Calderón, mediante el método NFPA y software Aloha.

Objetivos específicos

- Identificar los puestos de trabajo de la empresa con mayor riesgo de incendio y explosión aplicando la NTP 599 en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón.
- Analizar el riesgo de incendio y explosión Centro de Distribución CEDEDI Calderón mediante el método NFPA y software Aloha.
- Desarrollar un plan de reducción de riesgos de incendios y explosiones en el Centro de Distribución CEDEDI

Alcance

La gestión del proyecto se llevará a cabo en la Distribuidora CEDEDI Calderón, quien se interesa en la mejora continua para resguardar la integridad, de sus trabajadores y moradores de los alrededores. De esta manera busca poner en marcha el presente proyecto con el fin de poner a disposición los riesgos existentes en cada área de trabajo mediante un análisis de actividades, así mismo también se dará a conocer junto con un manual de procesos a todos los trabajadores la correcta manipulación de cilindros de GLP y verificando el adecuado almacenamiento que se debe cumplir.

El método NFPA junto con el software Aloha permiten garantizar buenas prácticas en la protección contra incendios además es importante contar con una evaluación precisa y detallada, abordando los riesgos antes que se produzcan incidentes.

Capítulo II:

Marco Teórico

Marco Legal

En el presente proyecto, realizara un análisis de la Normativa en Prevención de Riesgos Laborales del Ecuador, en la Distribuidora de GLP CEDEDI Calderón. El establecimiento debe cumplir con los requisitos legales para mitigar el riesgo de incendio y explosión, el proyecto dispondrá de normativa de mantenimiento enfocada a la seguridad personal.

Constitución del Ecuador 2008

La Constitución de Ecuador establece que cualquier individuo tiene el derecho de realizar sus tareas en un ambiente apropiado y beneficioso que asegure su protección, salud, higiene y bienestar general. De igual forma, toda persona que haya sido recuperada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tiene el derecho de ser reincorporada al trabajo y de preservar su relación laboral en la empresa, de conformidad con la ley. (Ecuador, 2017)

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo

Según el documento andino, es responsabilidad de los Sistemas Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo fomentar la mejora de las condiciones de trabajo, con la finalidad de prevenir lesiones físicas y mentales en los trabajadores, ya sean directamente relacionadas con su puesto de trabajo o causadas de manera indirecta. (IESS, 2004)

En el artículo 12 nos da a conocer que es responsabilidad del empleador resguardar la integridad de los trabajadores, ejecutando las medidas requeridas para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores. Las acciones necesarias para la implementación de sistemas de supervisión de la seguridad y la salud en el lugar de trabajo, entre otras acciones, para lograr esto. (IESS, 2004)

Resolución 957

Según el Artículo 5, literal b, de la Resolución 957, se requiere presentar un enfoque para identificar, evaluar y controlar los elementos de riesgo que pueden afectar la salud en el entorno laboral. (Andina, 2004)

De acuerdo con el Artículo 5, literal d, de la Resolución 957, se establece la importancia de brindar asesoramiento sobre la planificación, organización laboral, diseño del entorno de trabajo, mantenimiento y condiciones de la maquinaria, equipos y sustancias utilizadas en las actividades.(Andina, 2004)

Decreto 2393

Para El Instituto Ecuatoriano de Normalización llevar a cabo las siguientes actividades:

Es importante para crear regulaciones y guías de prácticas para estandarizar y unificar los equipos de protección personal y colectiva. Es esencial establecer procesos para garantizar el cumplimiento de estas normas y el control de calidad de dichos equipos. Además, es fundamental brindar asesoramiento a diferentes instituciones interesadas en el tema de la normalización, códigos de prácticas, control y mantenimiento de los equipos de protección personal y colectiva.(Decreto Ejecutivo 2393, 2003)

El artículo 11 del Reglamento establece las obligaciones y responsabilidades generales de los colaboradores, las cuales incluyen: cumplir con las disposiciones de este y otros acuerdos relevantes para prevenir riesgos laborales. Además, deben definir en el Reglamento Interno de Seguridad e Higiene las responsabilidades y deberes del personal directivo, técnico y de supervisión para prevenir riesgos en el trabajo. También es obligación del empleador reportar inmediatamente a las autoridades laborales y al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social sobre accidentes y enfermedades laborales en su empresa, y entregar una copia al Comité de Seguridad e Higiene Industrial.(Decreto Ejecutivo 2393, 2003)

Según el Artículo 13 indica las obligaciones de los colaboradores, que incluyen contribuir al control de desastres, la prevención de riesgos y el mantenimiento de la higiene en el lugar de trabajo, en cumplimiento de las normas aplicables. Además, es importante la participación de los trabajadores deben participar en cursos programados por la empresa u organismos especializados del sector público sobre control de desastres, prevención de riesgos, salvamento y socorrismo.(Decreto Ejecutivo 2393, 2003)

Acuerdo Ministerial 0174

El Artículo 61 del Acuerdo Ministerial 0174 establece que, para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo, se requiere seguir una serie de procedimientos, como obtener una orden de trabajo, colocar avisos adecuados y suspender la energía, entre otras medidas necesarias. (Ecuador, 2017)

Acuerdo Ministerial 1257

Según el acuerdo ministerial en el art. 29 señala específicamente el cumplimiento de normas para extintores portátiles contra incendios en el establecimiento donde debe contar con un tipo de extintor adecuado. El art. 30 complementa indicando que los extintores serán instalados junto salidas y lugares accesibles desde cualquier punto del establecimiento. (Vásquez Méndez, 2009)

El art. 32 menciona sobre la importancia del mantenimiento y recarga de extintores que deberá realizarse por personas autorizadas y certificadas por el cuerpo de bomberos. (Vásquez Méndez, 2009)

Acuerdo Ministerial Riesgos Eléctricos 13

De acuerdo con el art. 7 las instalaciones eléctricas con riesgo de incendio o explosión deberán ser ubicadas en lugares donde se evite tal siniestro. (Acuerdo Ministerial 13, 2017)

En el art. 11 indica la importancia de que toda persona que intervenga en el mantenimiento de instalaciones eléctricas debe tener una acreditación como técnico en seguridad industrial, formado en primeros auxilios, técnica de respiración artificial y masaje cardiaco. (Acuerdo Ministerial 13, 2017)

Fundamento Teórico

Bleve

Se trata de una explosión rápida y violenta conocida como BLEVE, donde las iniciales en inglés representan Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, que se refiere a la expansión explosiva del vapor de un líquido cuando entra en ebullición. (INSHT, 1987)

Condiciones de salud

Da conocer la combinación de características físicas, psicológicas y socioculturales que representa a los trabajadores, principalmente en términos de salud. (IESS, 2004)

Cilindro

Envase portátil diseñado para almacenar gas licuado de petróleo (GLP) con una capacidad máxima de carga de 40 kg. (INSHT, 1988)

Clasificación de extintores

Los extintores de incendios son clasificados por su eficacia extintora es decir por la clase de incendio a que se designan. Se clasifican en:

- Extintores clase A. Fuego clase a combustible sólido.
- Extintores clase B. Fuego clase b combustible líquido, aceite, petróleo y sus derivados.
- Extintores clase C. Fuego clase c combustibles de gases, gas natural, propano, butano.
- Extintores clase D. Fuego clase d combustible es un metal, sodio, potasio, acero.

- Extintores clase F. Fuego clase k combustible derivado de grasas. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

Clasificación del fuego

Clase A

Son incendios que se producen en objetos no líquidos como madera, papel, telas, carbón, textiles, caucho, etc. Estos incendios producen humo blanco. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

Clase B

Son fuegos de líquidos como el petróleo y sus derivados tales como gasolina aceite, pinturas, disolventes, entre otros. Se presentan en los líquidos, gases inflamables y combustibles. Sus humos son de color negro. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

Clase C

Se originan en sistemas, equipos y artefactos eléctricos, así como en circuitos eléctricos activos. Estos incendios pueden clasificarse como A, B, D, E o K dependiendo del material combustible involucrado una vez que se elimine la energía o se interrumpa la corriente eléctrica. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

En el sistema CE o europeo es común encontrar que la clase C, corresponde a fuegos cuyo material combustible es un gas; pero en nuestro sistema latinoamericano, se da más familiaridad tecnológica con la clasificación de la NFPA, y por eso comento esto como simple información. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

Clase D

Proviene de metales como son el sodio, el potasio, el magnesio, zirconio y el acero, decir metales de fácil oxidación. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

Clase E

Son incendios resultan de la combustión de materiales nucleares. Un ejemplo notable de este tipo de incendio es el ocurrido en Chernobyl a partir del 26 de abril de 1986 y los de la planta de Fukushima en Japón en marzo de 2011, cuyas consecuencias finales sobre la humanidad y el medio ambiente, ya sea en el agua, aire o tierra, aún no se conocen completamente. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

Clase K

Se establece oficialmente esta nueva categorización de incendios, que incluye aquellos que tienen como combustible aceites industriales o domésticos. Estos incendios se refieren a situaciones en las que se involucran grandes cantidades de lubricantes o aceites. Aunque en términos generales se puede considerar que la clase K es una subcategoría de la clase B, las características particulares de estos tipos de incendios se consideran lo bastante significativas como para ser reconocidas como una clase aparte. (Trujillo Mejía, Raúl Felipe, 2012)

Empleador

Toda persona física o jurídica que contrata a uno o más trabajadores, responsable y obligado de garantizar el cumplimiento de las leyes laborales vigentes. (IESS, 2004)

GLP

Gas licuado de petróleo, principales compuesto propano o butano. (INSHT, 1988)

Mapa de riesgos

Es una forma de presentar la información sobre los riesgos, recursos contra incendios y evacuación en una empresa u organización, y que está organizada geográficamente, se denomina también como un sistema de registro de riesgos estructurado, cuyo propósito es garantizar la integridad de los trabajadores.(IESS, 2004)

Medidas de prevención

Son aquellas medidas a tomar para mitigar o prevenir los riesgos derivados del trabajo, destinadas a proteger la salud de los trabajadores contra las condiciones laborales que puedan causar daños, ya sea como resultado directo o relacionado con su trabajo. (IESS, 2004)

Método NFPA

El método de carga combustible NFPA es uno de los enfoques autorizados por el cuerpo de bomberos del área metropolitana de Quito.

Este método tiene como objetivo controlar la cantidad de material combustible presente en un área determinada y proporcionar pautas efectivas para las distribuidoras de gran tamaño. Su finalidad es reducir el riesgo de incendio al limitar la carga combustible y garantizar niveles óptimos de seguridad. La carga combustible se define como el tipo de material o la cantidad de combustible en determinada área. (Linaza, 2005)

Valor de la carga combustible

$$Q_c = \frac{C_c * M_g}{4500 * A}; Q_c = \# \frac{Kg * madera}{m^2}$$

En donde:

Q_c: Carga combustible

C_c: Calor de combustión de cada producto en Kcal. /Kg.

A: Área en metros cuadrados del local

M_g: Peso de cada producto en Kg.

4500: Kilocalorías generadas por un kilogramo de madera seca

Es así como el valor obtenido de la fórmula debe ser evaluado mediante la escala para identificar el nivel del riesgo. A continuación, se muestra cómo se clasifican los riesgos de carga combustible en la siguiente Figura 1. (Linaza, 2005)

Figura 1.

Carga combustible (Linaza, 2005)

RIESGO BAJO	Hasta 35 Kg. Madera/m ²
RIESGO MEDIO	De 35 a 75 Kg. Madera /m ²
RIESGO ALTO	Más de 75 Kg. Madera/m ²

Nota. Niveles de riesgo en referencia a la carga combustible en el método NFPA

NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: método Probit.

Establece fórmulas para calcular el porcentaje de personas afectadas por los efectos de las radiaciones térmicas en caso de accidentes mayores, como la exposición a radiaciones térmicas, bolas de fuego. En conjunto con el método Probit, ayuda a discernir la exposición de las personas ante accidentes mayores, considerando la intensidad y duración de la exposición a la radiación calorífica. (*NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: método Probit*, 1991)

Además, esta normativa se enfoca en la evaluación de las explosiones BLEVE y en la implementación de medidas preventivas durante el suministro de materiales peligrosos.

$$Pr = a + b \ln V \quad (1)$$

Donde:

Pr = «Probit» o función de probabilidad de daño sobre la población expuesta.

a = Constante dependiente del tipo de lesión y tipo de carga de exposición.

b = Constante dependiente del tipo de carga de exposición.

V = Variable que representa la carga de exposición

El valor en el método Probit proporciona porcentajes capaces de relacionar el nivel de lesiones con la población afectada.

Figura 3

Relación de valores con nivel de lesiones

Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%
0	0	3,72	10	4,16	20	4,48	30	4,75	40	5,00	50	5,25	60	5,52	70	5,84	80	6,28	90	7,33	99,0
2,67	1	3,77	11	4,19	21	4,50	31	4,77	41	5,03	51	5,28	61	5,55	71	5,88	81	6,34	91	7,37	99,1
2,95	2	3,82	12	4,23	22	4,53	32	4,80	42	5,05	52	5,31	62	5,58	72	5,92	82	6,41	92	7,41	99,2
3,12	3	3,87	13	4,26	23	4,56	33	4,82	43	5,08	53	5,33	63	5,61	73	5,95	83	6,48	93	7,46	99,3
3,25	4	3,92	14	4,29	24	4,59	34	4,85	44	5,10	54	5,36	64	5,64	74	5,99	84	6,55	94	7,51	99,4
3,36	5	3,96	15	4,33	25	4,61	35	4,87	45	5,13	55	5,39	65	5,67	75	6,04	85	6,64	95	7,58	99,5
3,45	6	4,01	16	4,36	26	4,64	36	4,90	46	5,15	56	5,41	66	5,71	76	6,08	86	6,75	96	7,65	99,6
3,52	7	4,05	17	4,39	27	4,67	37	4,92	47	5,18	57	5,44	67	5,74	77	6,13	87	6,88	97	7,75	99,7
3,59	8	4,08	18	4,42	28	4,69	38	4,95	48	5,20	58	5,47	68	5,77	78	6,18	88	7,05	98	7,88	99,8
3,66	9	4,12	19	4,45	29	4,72	39	4,97	49	5,23	59	5,50	69	5,81	79	6,23	89	7,33	99	8,09	99,9

Nota. Figura recuperada de (NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: método Probit, 1991, p. 2)

NTP 293: Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación térmica

Tiene como objetivo la evaluación de la radiación térmica en explosiones BLEVE, que son explosiones de líquidos que se expanden y vaporizan. (INSHT, 1987)

Esta normativa establece modelos para estimar la vulnerabilidad de las personas ante accidentes graves, como explosiones BLEVE, y se utiliza el método Probit para llevar a cabo esta evaluación. (INSHT, 1987)

Peligro

Hace referencia a la amenaza de un accidente, daño a la salud o una situación en la que existe un riesgo potencial de sufrir una lesión o enfermedad debido a una actividad o condición peligrosa. (IESS, 2004)

Riesgo laboral

La probabilidad de que la materialización de un peligro en el lugar de trabajo de cómo resultado en enfermedad o lesión. (IESS, 2004)

Salud ocupacional

Está destinada principalmente a mitigar daños a la salud relacionados con las actividades y riesgos del trabajo, adecuando los puestos de trabajo a las capacidades y habilidades de cada uno de los trabajadores.

Es la rama de la Salud Pública que busca preservar y mejorar la salud física, mental y social de los trabajadores en su puesto de trabajo, también conocida como SST. (IESS, 2004)

Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

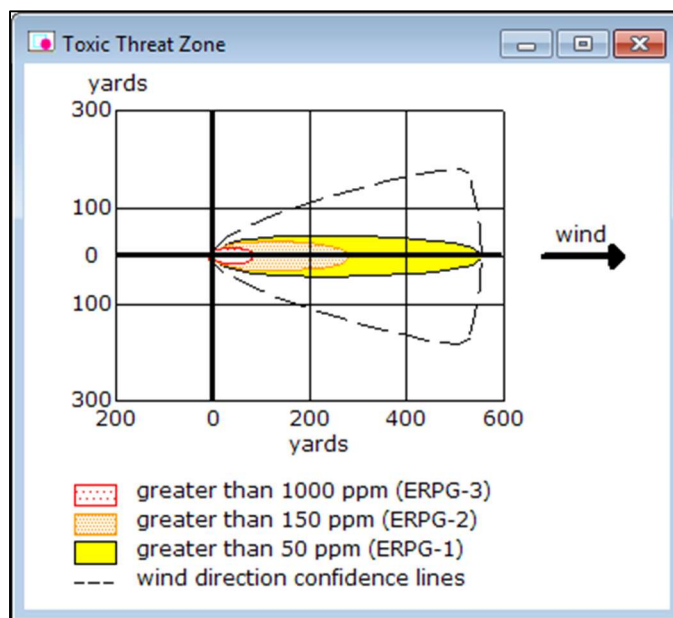
Se trata de una serie de componentes que están estrechamente relacionados, y que están diseñados para evitar que se produzcan enfermedades o lesiones en el lugar de trabajo. (IESS, 2004)

Software Aloha

Es una herramienta utilizada en la industria para predecir y evaluar los efectos de posibles incidentes de incendios o explosiones. Permite simular el comportamiento de las sustancias inflamables, la propagación de la nube tóxica, la radiación térmica, entre otros aspectos relevantes capaces de mostrarnos escenarios reales. (ALOHA, 2020)

Figura 2

Toxic Threat Zone (Zona de amenaza toxica)



Nota. Tomado de 3rd International Conference, SmartTech-IC 2022, Cuenca, Ecuador, November 16–18, 2022, Revised Selected Papers

Capítulo III:

Desarrollo

Descripción de la empresa

La distribuidora CEDEDI CALDERÓN cuenta con 10 trabajadores. Está ubicada en la Ciudad de Quito, en la parroquia de Calderón, Av. Cacha y Vicente Rocafuerte. La actividad CIU del centro de distribución CEDEDI, es la venta al por mayor de combustibles gaseosos gas licuado de petróleo: G51410001. Es un establecimiento comprometido con brindar un servicio a una necesidad de los moradores de la parroquia Calderón y sus alrededores.

Latitud -0.085953

Longitud -78.429761

Figura 4.

Croquis de la Empresa

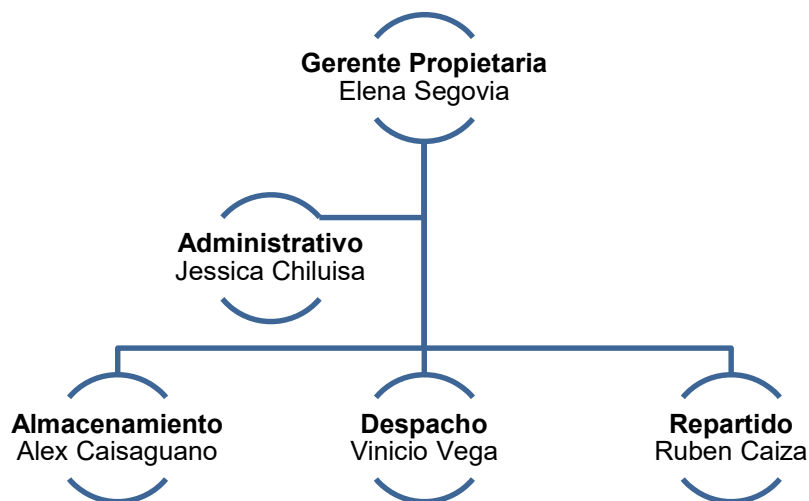


Nota. Ubicación de la Distribuidora CEDEDI, en la Parroquia de Calderón, Av Cacha y Vicente Rocafuerte tomada de Google Earth

Organigrama Estructural

Figura 4

Organigrama



Nota. Organigrama organizacional de la organización CEDEDI Calderón

CEDEDI CALDERON está formada por: el gerente propietario, seguido por el Área Administrativa que trabaja conjuntamente con el Área de Almacenamiento o Bodega.

El despachador es el responsable en distribuir los cilindros de gas licuado de petróleo a los camiones para así se llegue a los diferentes sectores de la parroquia de calderón brindando el servicio a los moradores.

Descripción de procesos

El establecimiento cuenta 1625 cilindros, el proceso en la distribuidora de gas licuado de petróleo (GLP) CEDEDI Calderón empieza por la recepción del gas, el almacenamiento y la distribución a los clientes finales. Al tratarse de una distribuidora, se encarga primero, del ingreso de los cilindros de GLP que se lo recibe mediante la carga de camiones de transporte en las instalaciones de la distribuidora. Luego, se almacenan los tanques de gas en lugares específicos designados y seguros. Cuando los clientes finales hacen un pedido, se distribuye

los cilindros de gas de aproximadamente 15kg mediante camiones o el consumidor se dirige directamente al punto para adquirir el servicio.

Durante todo el proceso, se realizan inspecciones regulares del equipo de almacenamiento y distribución para garantizar la seguridad del producto y el cumplimiento de los estándares de calidad para de esta manera brindar un servicio seguro y de calidad.

A continuación, se muestra en la Figura 5 el almacenamiento de cilindros de GLP en la distribuidora CEDEDI Calderón.

Figura 5

Almacenamiento de cilindros de GLP



Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la Distribuidora de GLP CEDEDI Calderón, autorizada para usarse en el presente proyecto.

Figura 6

Despacho de cilindros de glp



Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la Distribuidora de glp CEDEDI Calderón

Desarrollo de los objetivos

Identificar los puestos de trabajo de la empresa con mayor riesgo de incendio y explosión aplicando la NTP 599 en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón

NTP 599: Evaluación de riesgo de incendio.

Mediante el análisis de los ítems de los cuestionarios de medidas de seguridad que se realizará a partir de la NTP 599, se convierte en una herramienta efectiva para evaluar el cumplimiento de las medidas de seguridad contra incendios. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001).

Estas listas de verificación permiten identificar los factores de riesgo que podrían desencadenar un incendio en ausencia de medidas preventivas. Dependiendo de cómo se aborden estos

temas, se puede comprometer la seguridad de las personas y las instalaciones. Los cuestionarios pueden adaptarse a las necesidades específicas de la planta, asignando valores a los elementos para utilizarlos como método cualitativo y/o cuantitativo. El cuestionario se divide en 4 grupos de factores: factores de origen, de propagación, de evacuación y de lucha contra incendios. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001).

Mediante la aplicación de la NTP 599 se evaluó los riesgos de incendios que existen en la distribuidora de GLP (gas licuado de petróleo) CEDEDI CALDERÓN, tomando en cuenta cada puesto de trabajo basándonos en los criterios establecidos por la NTP. (Ver Anexo A)

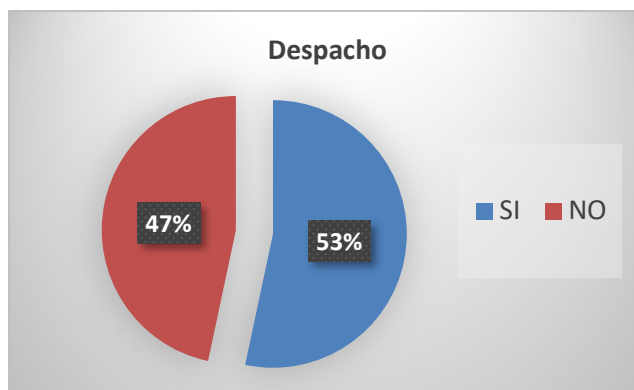
Empleando la metodología de Check List nos permitió recabar información en los diferentes aspectos en el establecimiento junto con el personal de la distribuidora CEDEDI CALDERÓN logrando detectar las falencias en las que se relaciona con el riesgo de incendios, a los agentes encontrados se les ponderará por su peligro asociado por el grupo en el cual se encuentra. Una vez aplicados los obteniendo los siguientes resultados:

Área de Despacho

Evaluando el área de despacho se obtuvo un 53% de si, indicando que existe medidas de propagación, evacuación y lucha contra incendios. Sin embargo, los valores de inicio son altos.

Figura 7

Resultados NTP 599 Área de despacho



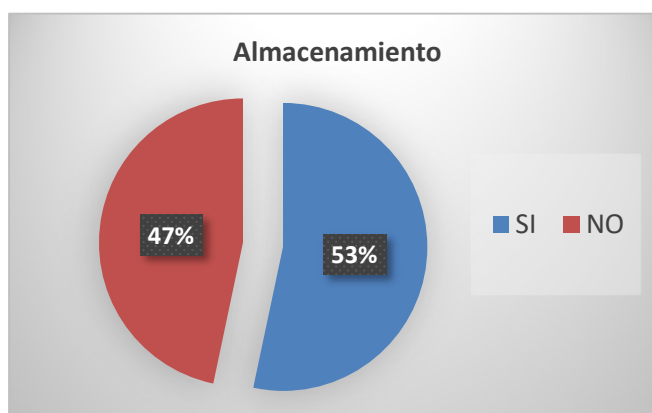
Nota. Resultados 53% Si, 47% No

Área de Almacenamiento

En el área de almacenamiento al igual que el de despacho se obtuvo un 53% de si, indicando que existe medidas de propagación, evacuación y lucha contra incendios. Sin embargo, como lo mencionada anteriormente los actores de inicio son altos por el manejo de glp (gas licuado de petróleo)

Figura 8

Resultados NTP 599 Área de almacenamiento



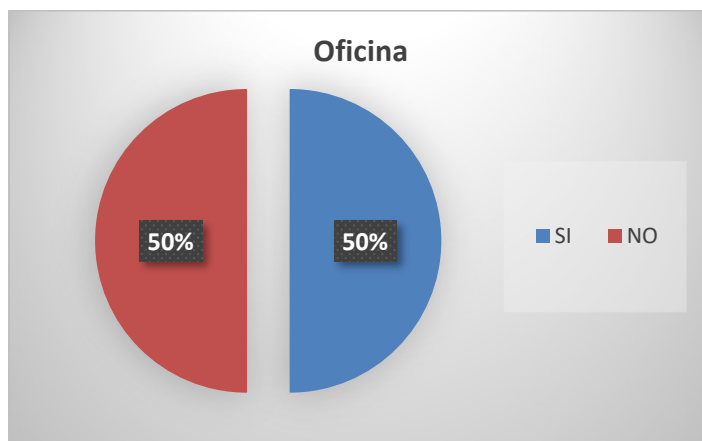
Nota. Resultados 53% Si, 47% No

Área de Administración

Una vez estimando en el área de Administración se obtuvo un resultado del 50% donde nos indica que los factores de inicio son menores, no obstante, siguen presentes.

Figura 9

Resultados NTP 599 Área de Administración



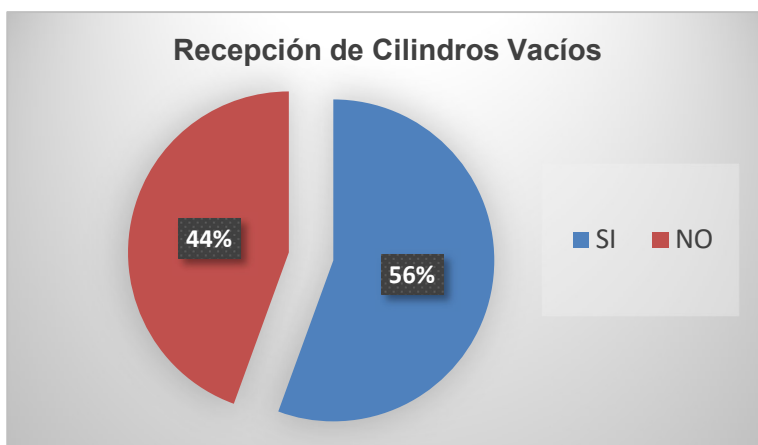
Nota. Resultados 50% Si, 50% No

Área de Recepción

A pesar de ser un área con menor concentración de glp (gas licuado de petróleo), el agente químico inflamable sigue presente.

Figura 10

Resultados NTP 599 Recepción de cilindros de gas



Nota. Resultados 53% Si, 47% No

Análisis final de la NTP 599

Después de la aplicación de la lista de verificación en la Distribuidora CEDEDI Calderón, se encontró que solo el 53% cumple con los requisitos correspondientes. Por lo tanto, hay un 47% de incumplimiento en los elementos relacionados con las condiciones adecuadas, distribución, infraestructura y almacenamiento de cilindros de GLP en la distribuidora. Por esta razón, se recomienda la aplicación inmediata de medidas de protección activas y pasivas descritas en la NTP para prevenir y/o reducir los riesgos asociados con estas deficiencias.

Tabla 1

Resultados NTP 599

Área	No	Si
Despacho	47%	53%
Almacenamiento	47%	53%
Oficina	50%	50%
Recepción de Cilindros Vacíos	44%	56%
Promedio	47%	53%

Nota. Resultados generales 53% Si, 47% No

Analizar el riesgo de incendio y explosión Centro de Distribución CEDEDI Calderón mediante el método NFPA y software Aloha.

Método NFPA

Mediante la aplicación del siguiente método podemos evaluar la carga de combustible que nos ayuda a detectar nivel de riesgo en el que se encuentra es establecimiento para ello tomamos en cuenta tres escenarios con diferente volumen de abastecimiento en el Centro de

Distribución CEDEDI Calderón, para lo cual con el siguiente recuadro evaluaremos sus resultados.

Tabla 2.

Evaluación de la carga combustible

Escenario	Qc= Carga combustible Kg/M2	Riesgo
1ro	112.38	Alto
2do	222.07	Alto
3ro	441.44	Alto
Promedio	258.63	Alto

Nota. Resultados método NFPA

Con una media de 258.63 kg/M2 de carga combustible tenemos un riesgo alto de incendio, es decir se trata de una cantidad de materiales inflamables que pueden propagar un incendio en una unidad de área de 1 metro cuadrado. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que en el 3er escenario tiene el 441.44 kg/M2 de carga combustible.

Este valor se utiliza para calcular la cantidad de combustible presente en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón y para evaluar el riesgo de ignición y propagación de un incendio en esta área. Por lo general, cuanto mayor sea la carga combustible, mayor será el riesgo de incendio y propagación de un fuego. (Ver Anexo B)

Software Aloha

El Software Aloha es un programa ampliamente utilizado para el modelado de riesgos y la respuesta a emergencias químicas. Este programa permite a los usuarios simular escenarios reales o potenciales de peligros químicos, generando estimaciones de zonas de amenaza para diferentes tipos de riesgos. Aloha es capaz de modelar la dispersión de nubes tóxicas de gas y nubes de gas inflamable.

Así mismo podremos demostrar mediante Aloha los puntos afectados en una explosión en el centro de distribución CEDEDI y de esta manera tener un escenario real de un posible riesgo con la finalidad de actuar.

En la siguiente simulación realizada con el software Aloha valoramos la distancia del riesgo ante una explosión en la distribuidora de GLP (gas licuado de petróleo) CEDEDI CALDERÓN. Se estimarán tres escenarios, que son del: 25, 50 y 100% de abastecimiento y de esa manera conoceremos la exposición a la que se encuentra expuesta la distribuidora donde podemos valorar desde zonas leves y zonas extremas de riesgo

Escenario 1: Al 25% de abastecimiento

A continuación, en la figura se muestran tres circunferencias, la primera de color rojo y un diámetro de 380.39 metros y comprende un área en la cual las personas sufrirían daños letales del 60%, es decir existe una probabilidad muy alta de que mueran.

La segunda de color naranja tiene un diámetro de 536.75 metros y cubre un área donde las personas ubicadas dentro puedan sufrir quemaduras de segundo grado. Finalmente, la circunferencia de color amarillo con un diámetro de 835.76 metros el cual representa un área de bajo riesgo donde existirán lesiones menores

Tabla 3.

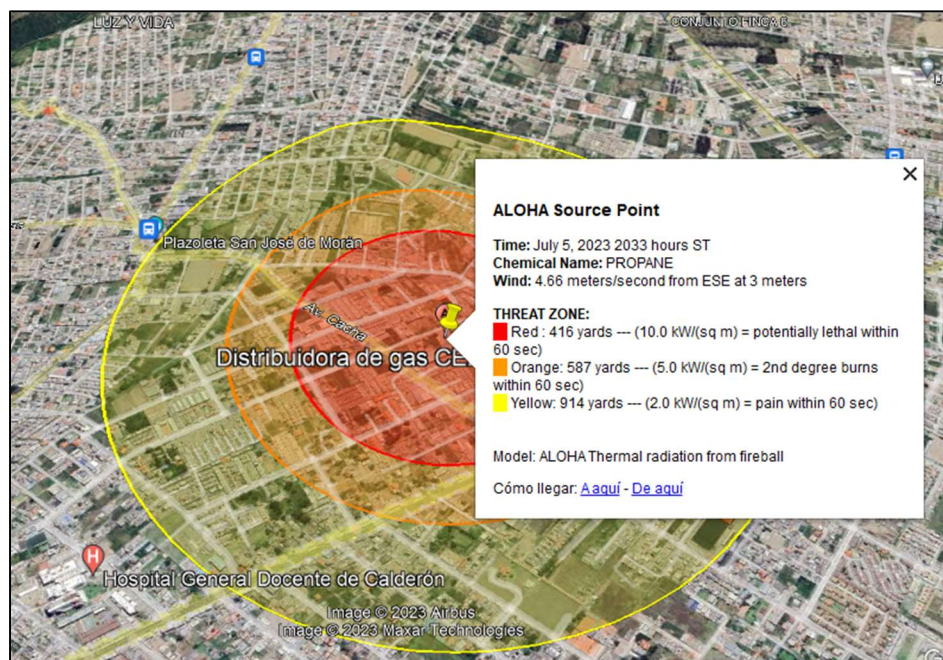
Software Aloha escenario 1

Zona	Radio alcance (m)	Efectos
Rojo (mayor)	380.39	Potencialmente letal en 60s
Anaranjado (moderado)	536.75	Quemaduras de segundo grado en 60s
Amarrillo (menor)	835.76	Dolor en 60s

Nota. Zonas, radios y efectos causados escenario 1

Figura 11

Escenario 1 Aloha



Nota. En la figura 11 se representa las zonas y los radios de alcance en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón con abastecimiento al 25%. Realizada con el apoyo de Software Aloha

Escenario 2: Al 50% de abastecimiento

A continuación, en la figura se muestran tres circunferencias, la primera de color rojo y un diámetro de 380.39 metros y comprende un área en la cual las personas sufrirían daños letales del 60%, es decir existe una probabilidad muy alta de que mueran. La segunda de color naranja tiene un diámetro de 536.75 metros y cubre un área donde las personas ubicadas dentro puedan sufrir quemaduras de segundo grado. Finalmente, la circunferencia de color amarillo con un diámetro de 835.76 metros el cual representa un área de bajo riesgo donde existirán lesiones menores

Tabla 4.

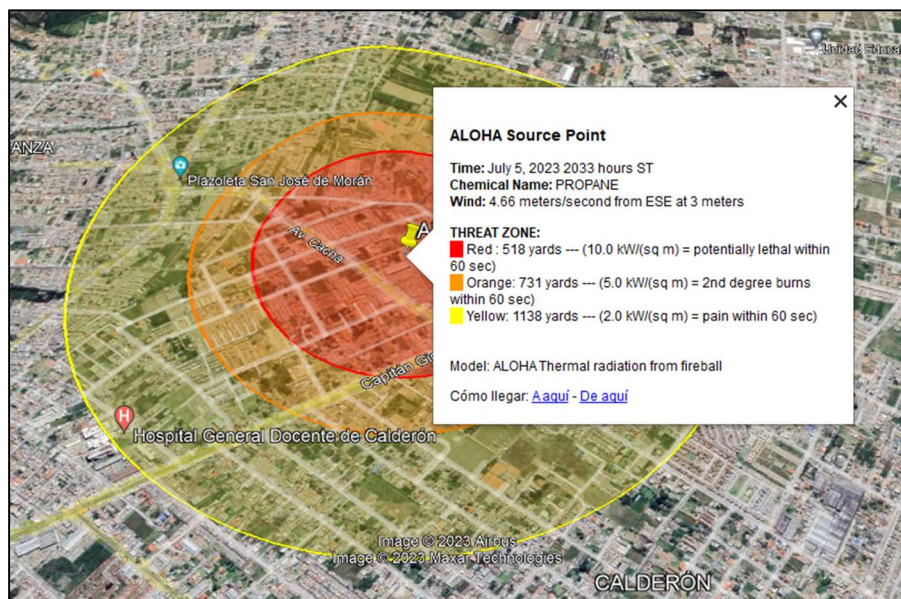
Software Aloha escenario 2

Zona	Radio alcance (m)	Efectos
Rojo (mayor)	472.75	Potencialmente letal en 60s
Anaranjado (moderado)	667.51	Quemaduras de segundo grado en 60s
Amarrillo (menor)	1039.67	Dolor en 60s

Nota. Zonas, radios y efectos causados escenario 2

Figura 12

Escenario 2 Aloha



Nota. En la figura 12 se representa las zonas y los radios de alcance en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón con abastecimiento al 50%. Realizada con el apoyo de Software Aloha

Escenario 3: Al 100% de abastecimiento

A continuación, en la figura se muestran tres circunferencias, la primera de color rojo y un diámetro de 380.39 metros y comprende un área en la cual las personas sufrirían daños

letales del 60%, es decir existe una probabilidad muy alta de que mueran. La segunda de color naranja tiene un diámetro de 536.75 metros y cubre un área donde las personas ubicadas dentro puedan sufrir quemaduras de segundo grado. Finalmente, la circunferencia de color amarillo con un diámetro de 835.76 metros el cual representa un área de bajo riesgo donde existirán lesiones menores

Tabla 5

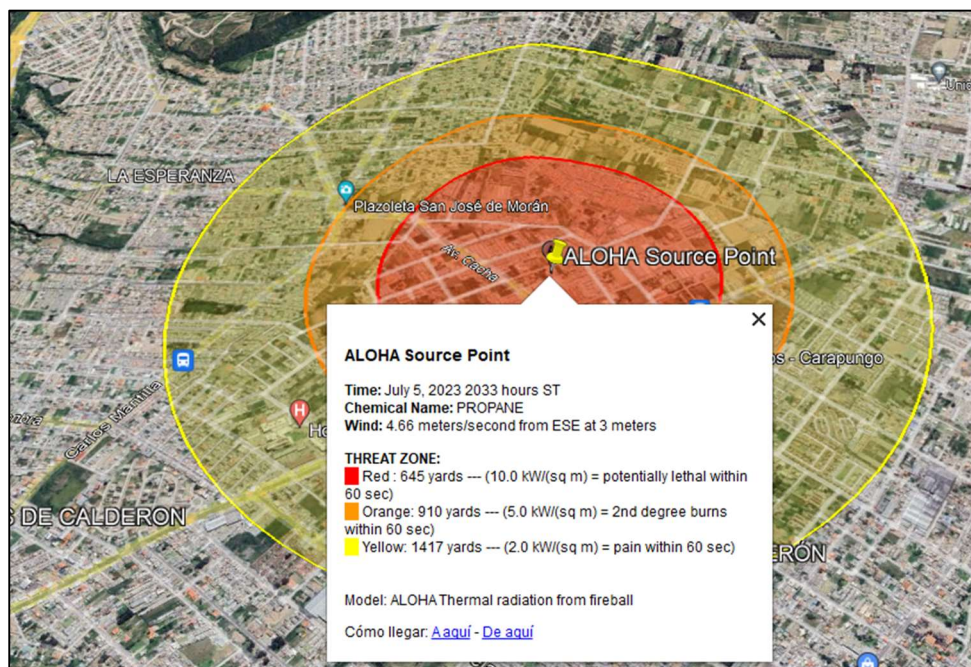
Software Aloha escenario 3

Zona	Radio alcance (m)	Efectos
Rojo (mayor)	589.79	Potencialmente letal en 60s
Anaranjado (moderado)	832.11	Quemaduras de segundo grado en 60s
Amarrillo (menor)	1295.71	Dolor en 60s

Nota. Zonas, radios y efectos causados escenario 3

Figura 13

Escenario 3 Aloha



Nota. En la figura 13 se representa las zonas y los radios de alcance en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón con abastecimiento al 100%. Realizada con el apoyo de Software Aloha

En la siguiente tabla 5, se presenta un resumen del nivel de las zonas afectadas y su radio de alcance según la simulación dada por cada escenario de acuerdo al almacenamiento, arrojando un resultado del 835.76 m de alcance en el primer escenario, 1039.67 m en el segundo y 1295.71 m en el tercer escenario.

Tabla 6.

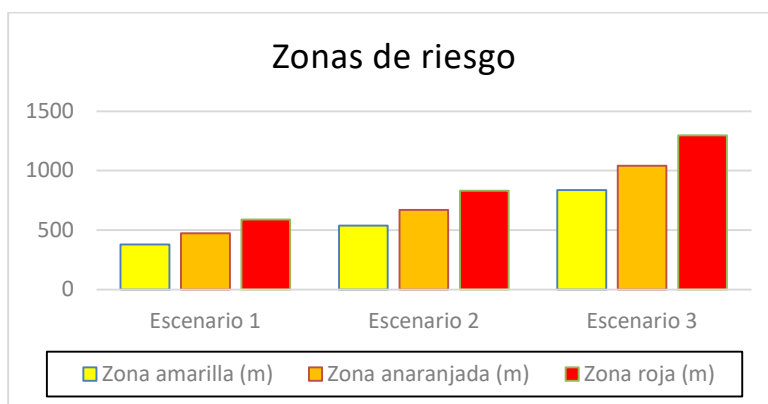
Tabla resumen de las zonas y los radios de alcance

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Zona amarilla	380.39 m	536.75 m	835.76 m
Zona anaranjada	472.75 m	668.51 m	1039.67 m
Zona roja	589.79 m	832.11 m	1295.71 m

Nota. Se representa las zonas y los radios de alcance en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón con abastecimiento al 25%,50%,100%.

Figura 14.

Grafica de barra zonas de riesgo



Nota. En el siguiente grafico de barras representa las zonas de riesgo por escenario de acuerdo al abastecimiento

NTP 293 Radiación térmica GLP Bleve

Mediante la NTP 293 se realizaron los siguientes cálculos contando con el abastecimiento 100% en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón. Es importante recoger la información correspondiente para el cálculo, el volumen en metros cúbicos de 288 m³, las condiciones atmosféricas como lo son la temperatura en 24°C, la distancia de 100m y la humedad de un día normal soleado de 73%.

Pasos

1. Calcular la Presión

Se debe obtener el valor de la presión absoluta del agua en estado saturado de la Tabla A-5 del libro de termodinámica de Cengel Yunez, en el caso que no se encuentre la temperatura en la tabla se debe interpolar para encontrar la presión.

Figura 15

Tabla A-5 del libro de termodinámica de Cengel Yunez

TABLA A-5E												
Agua saturada. Tabla de presiones												
Pres., <i>P</i> psia	Temp. sat., <i>T</i> _{sat.} °F	Volumen específico, ft ³ /lbm		Energía interna, Btu/lbm			Entalpía, Btu/lbm			Entropía, Btu/lbm · R		
		Liq. sat., <i>v</i> _f	Vapor sat., <i>v</i> _g	Liq. sat., <i>u</i> _f	Evap., <i>u</i> _{fg}	Vapor sat., <i>u</i> _g	Liq. sat., <i>h</i> _f	Evap., <i>h</i> _{fg}	Vapor sat., <i>h</i> _g	Liq. sat., <i>s</i> _f	Evap., <i>s</i> _{fg}	Vapor sat., <i>s</i> _g
1	101.69	0.01614	333.49	69.72	973.99	1043.7	69.72	1035.7	1105.4	0.13262	1.84495	1.9776
2	126.02	0.01623	173.71	94.02	957.45	1051.5	94.02	1021.7	1115.8	0.17499	1.74444	1.9194
3	141.41	0.01630	118.70	109.39	946.90	1056.3	109.40	1012.8	1122.2	0.20090	1.68489	1.8858
4	152.91	0.01636	90.629	120.89	938.97	1059.9	120.90	1006.0	1126.9	0.21985	1.64225	1.8621

Nota. Tomada del libro de Cengel Yunez 7am edición (Cengel, 2012)

Datos

P1= 2.50

$$P2 = 3$$

$$T1 = 21.08$$

$$T2 = 24.08$$

$$X = \frac{(P1 - P2)}{\left(\frac{T3 - T1}{T2 - T1}\right)} + 1$$

$$X = 1.82 + 1$$

$$X = 2.82 \text{ KPa}$$

$$X = 2820.00$$

2. Calor combustible (Hc)

El valor del calor de combustión se lo encuentra en el libro de termodinámica de Cengel Yunez en la Tabla A-27, Propano = 46

Figura 16

Tabla A-27 del libro de termodinámica de Cengel Yunez

Monóxido de carbono (ℓ)	C_8H_{18}	114.231	0.703	363	2.23	47,890	44,430
Octano (ℓ)	C_5H_{10}	70.134	0.641	363	2.20	47,760	44,630
1-Penteno (ℓ)	C_3H_8	44.097	0.500	335	2.77	50,330	46,340
Propano (ℓ)	C_7H_8	92.141	0.867	412	1.71	42,400	40,500
Tolueno (ℓ)							

Nota. Valor del calor combustible de 46.340. Tomada de (Cengel, 2012)

3. Densidad (d)

El valor de la densidad la encontramos en el libro de termodinámica de Cengel Yunez, donde la densidad del propano es de 581 Kg/m³

Figura 17

Tabla A-4 del libro de termodinámica de Cengel Yunez

Octano	124.8	306.3	-57.5	180.7	20	703	2.10
Oxígeno	-183	212.7	-218.8	13.7	-183	1141	1.71
Petróleo	—	230-384			20	640	2.0
Propano	-42.1	427.8	-187.7	80.0	-42.1	581	2.25
					0	529	2.53
					50	449	2.12

Nota. Valor del propano 581 Kg/m³. Tomada del libro de Cengel Yunez 7am edición (Cengel, 2012)

Conversión de Kg/m³ a Kg/dm³

$$d = 581 \text{ kg/m}^3 / 1000 \text{ kg/dm}^3$$

$$d = 0.581 \text{ kg/dm}^3$$

4. Masa propano

Se divide la densidad en kg/dm³ sobre el volumen que en este caso es de 248.88 m³

$$W = d \cdot V$$

$$W = 581 / 248,88$$

$$W = 144599,28 \text{ Kg/m}^3$$

5. Diámetro de la bola de fuego

$$D = 6,48 \cdot W^{0.325}$$

$$D = 6,48 \cdot 144599,28^{0.325}$$

$$D = 308,06$$

siendo:

D = diámetro máximo (m).

W = masa total del combustible (kg).

Después de calcular la densidad procedemos a calcular el radio

$$r = D/2$$

$$r = 308.06/2$$

$$r = 154.03$$

6. Altura de la bola de fuego

$$H = 0,75 * D$$

$$H = 0.75 * 308.06$$

$$H = 231.04 \text{ m}$$

siendo:

H = altura del centro de la bola (m).

D = diámetro máximo (m)

7. Duración

$$t = 0,852 W^{0.26}$$

$$t = 0.852 * 144599,28^{0.26}$$

$$t = 18.71$$

siendo:

t = tiempo de duración (s).

W = masa total del combustible (kg).

8. Distancia de la bola de fuego

Para la distancia de la bola de fuego recopilamos la distancia de 100 m y la altura de 231 m

$$H^2 = C^2 + B^2$$

$$a^2 = c^2 + b^2$$

$$a = 251,75 \text{ m}$$

Para sacar la distancia real, restamos el valor de "a" menos el radio

$$\text{Dist. Real} = a - r$$

$$\text{Dist. Real} = 251,75 - 154,03$$

$$\text{Dist. Real} = 97.73 \text{ m}$$

9. Coeficiente de transmisión atmosférica

$$P'v / Pv = \text{Humedad}$$

$$P'v / Pv = 0,73$$

$$P'v = Pv (0,73)$$

$$P'v = 2820,00 \text{ Pa}$$

$$P'v = 2348,16 * 0,73$$

$$P'v = 2058,60 \text{ Pa}$$

Ya que hemos obtenido el valor de la presión de vapor, continuamos con el cálculo del coeficiente de transmisión atmosférica, aplicando la fórmula correspondiente.

$$d = 2,02 (P'v * X)^{-0.9}$$

$$d = 0,67 \text{ m}$$

10. Factor geométrico de visión (F)

$$F = D^2 / (4 (r + X)^2)$$

$$F = 0,37$$

En la siguiente figura se realizó los cálculos respectivos mediante las fórmulas de la NTP 293 consolidando los valores de la intensidad media de radiación (E), la irradiación térmica (I) recibida con el objetivo de encontrar la distancia la que se pueda considerar segura ya que como en la NTP 326 menciona "El límite que la población pueden tolerar es de 5 kW/m²

de un tiempo máximo de 3 minutos, considerando que en un día de calor su radiación de 1 kW/m²"

Los valores de la intensidad media de radiación (E) es de 300,3 kw/m², una la irradiación térmica (I) de 60,60 km/m² y una dosis del 50.81 km/m². Considerando una exposición alta a una distancia de 5 m

Figura 18

Cálculos de exposición intolerable

NO.	Distancia(m)	X1(m)	d	F	E(Kw/m ²)	I(Kw/m ²)	I(w/m ²)	Tef	dosis
1	5	77,07	0,45	0,44	300,3	60,60	60603,44	8,00	50,81
2	25	78,36	0,45	0,44	300,3	59,84	59838,07	19,98	51,57
3	50	82,36	0,45	0,42	300,3	57,57	57571,75	34,86	53,91
4	75	88,88	0,45	0,40	300,3	54,15	54150,11	49,60	57,71

Nota. En la siguiente figura podemos ver las exposiciones más altas a una distancia de 5 m

Considerando una distancia tolerable como nos indica la NTP 326 a los 775 m los valores de la intensidad media de radiación (E) es de 4,08 kw/m², una la irradiación térmica (I) de 4081,81 km/m² y una dosis del 328.55 km/m².

Figura 19

Cálculos de explosión tolerable

NO.	Distancia(m)	X1(m)	d	F	E(Kw/m ²)	I(Kw/m ²)	I(w/m ²)	Tef	dosis
29	700	583,12	0,38	0,04	300,3	4,96	4964,34	345,48	300,56
30	725	606,90	0,38	0,04	300,3	4,64	4642,16	354,56	310,04
31	750	630,75	0,38	0,04	300,3	4,35	4349,10	363,46	319,37
32	775	654,68	0,37	0,04	300,3	4,08	4081,87	372,20	328,55
33	800	678,67	0,37	0,03	300,3	3,84	3837,63	380,77	337,59
34	825	702,71	0,37	0,03	300,3	3,61	3613,88	389,17	346,47
35	850	726,81	0,37	0,03	300,3	3,41	3408,48	397,42	355,21

Nota. Podemos ver las exposiciones tolerables a una distancia de 775 m

Considerando una distancia segura como nos indica la NTP 326 donde 1kw/m² se considera una radiación fiable es a los 1575 m los valores de la intensidad media de radiación (E) es de 0,98 kw/m².

Figura 20

Cálculos de explosión segura

NO.	Distancia(m)	X1(m)	d	F	E(Kw/m2)	I(Kw/m2)	I(w/m2)	Tef	dosis
62	1525	1388,37	0,35	0,01	300,3	1,05	1048,73	572,26	543,05
63	1550	1413,10	0,35	0,01	300,3	1,01	1014,29	577,33	548,52
64	1575	1437,83	0,35	0,01	300,3	0,98	981,48	582,33	553,92
65	1600	1462,57	0,35	0,01	300,3	0,95	950,21	587,25	559,23

Nota. Podemos ver las exposiciones seguras a una distancia de 1575 m

Con el apoyo de la NTP 291 – 293 mediante el método Probit indicando la relación de la exposición a quemaduras con el porcentaje de la población afectada. Tomando en cuenta el abastecimiento al 100% con volumen en metros cúbicos de 248 m3, las condiciones atmosféricas como lo son la temperatura en 24°C, la distancia de 100m y la humedad de 73%, 50% con un volumen de 124.44 m3 y 25% con 62.22 m3

Tabla 6

Análisis método probit

Análisis Método Probit							
Volumen	Distancia	Humedad	Temperatura	Quemaduras 1° grado	Quemaduras 2° grado	Quemaduras 3° grado	Quemaduras mortales
62,22 m3	100 m	73%	24	100%	89%	69%	36%
124,44 m3	100 m	73%	24	100%	97%	84%	56%
248,88 m3	100 m	73%	24	99,50%	91%	91%	68%

Nota. Podemos ver el análisis de los tres escenarios de abastecimiento en el método Probit

Desarrollar un plan de reducción

n de riesgos de incendios y explosiones en el Centro de Distribución CEDEDI

Ordenamiento Territorial

Con la finalidad de valernos por un ente regulador para la construcción y operación de centros de acopio de Gas Licuado de Petróleo en el Distrito Metropolitano de Quito

La **Ordenanza Municipal del Distrito de Quito 3457-2017** establece las regulaciones que deben cumplirse en los centros de acopio y distribución de gas LP en su Artículo 374. Se define como un centro de acopio a aquel lugar que guarda una cantidad superior a 3000 cilindros de 15 kilos. Por otro lado, se identifica como centro de distribución a aquel que puede suministrar menos de 500 cilindros de 15 kilos. Ambos tipos de centros tienen que cumplir con las disposiciones dictadas por esta norma, así como aquellas que sean establecidas conjuntamente con la Dirección Nacional de Hidrocarburos. (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)

- a) Los establecimientos deben estar contruidos con materiales resistentes al fuego, contar con ventilación natural para prevenir la acumulación de gas LP. El piso debe estar hecho de materiales no porosos y no estar conectado a desagües o alcantarillado (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- b) Las edificaciones no pueden tener más de un nivel. Las paredes y techos pueden ser contruidos con materiales livianos y no inflamables. En el caso de materiales pesados, se deben incluir respiraderos apropiados en el techo y paredes para permitir la disipación de la fuerza producida por una posible explosión.(Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- c) Las instalaciones eléctricas y de iluminación tienen que tener protección contra explosiones. Es necesario instalar los interruptores, tomas de corriente y otros accesorios a una altura mínima de 1.50 m sobre el nivel del suelo. (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)

- d) La construcción tiene que estar protegida por una valla perimetral colocada a una distancia adecuada del área de almacenamiento.(Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- e) El suelo del área de almacenamiento tiene que ser plano, compacto y estar por encima del nivel del suelo, para que los cilindros de gas estén colocados verticalmente y firmes. Además, no deben existir huecos debajo del área de almacenamiento donde el gas LP pueda acumularse (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- f) El lugar donde se almacena el gas debe ser abierto al aire libre y se necesita proporcionar al menos 0,072 metros cuadrados de ventilación por cada metro cúbico de gas almacenado. Además, las aberturas deben estar cubiertas con malla metálica cuando sea necesario.(Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- g) Las aperturas deben estar correctamente colocadas en relación unas con otras. Si fuera necesario se debe resguardar con la ayuda de malla metálica para mayor seguridad. (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- h) Las áreas de almacenamiento deben estar separadas de las áreas administrativas, garajes y otras áreas expuestas, así como de las propiedades. (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- i) Si el área de almacenamiento se encuentra localizada en alguno de los límites del terreno, deberán separarse mediante paredes cortafuegos con una altura mínima de 2.20 m. (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)
- j) Deberán tener un extintor de 15 kg. de capacidad de polvo químico por cada 2000kg. de GLP almacenados.(Consejo Metropolitano de Quito, 2017)

Almacenamiento de GLP gas licuado de petróleo

En los lugares donde se recolectan los cilindros de gas, se deben almacenar en plataformas que se encuentren a un metro por encima del nivel del suelo.

Es necesario asegurarse de que las plataformas de carga y descarga de cilindros de GLP estén bien compactadas y niveladas, para evitar la acumulación de gas en espacios vacíos.

Asimismo, se debe proteger estas áreas con materiales antichispa y otros elementos que puedan reducir los impactos. Además, es importante que todas las instalaciones eléctricas sean a prueba de explosiones y que los interruptores y accesorios se coloquen a una altura mínima de 1,50 m sobre el suelo. Por otro lado, los centros de acopio y depósitos de distribución pueden operar siempre y cuando se cumplan con las distancias mínimas de seguridad indicadas en la Tabla 6, tomando en cuenta la medida desde el área de almacenamiento utilizable, independientemente de la ubicación de la cerca o el límite. (INEN 1534-2, 2015)

Figura 21

Distancias mínimas de seguridad

Lugares o instalaciones	Capacidad de almacenamiento (kg de GLP)					
	hasta 227	227 a 1 134	1134 a 2 721	2721 a 4 540	4540 a 30 000	más de 30 000
Distancias mínimas (m)						
Edificio importante o grupo de edificios más cercano	0	0	3	6	8	8
Línea de propiedad adyacente sobre la que se pueda construir	0	0	2	2	2	2
Línea de propiedad ocupada por escuelas, iglesias, hospitales y lugares de concentración pública	0	0	3	6	8	30
Vías públicas	0	0	3	6	8	8
Vías férreas	0	0	3	6	15	15
Almacenamiento de materiales inflamables	1,5	3	3	6	8	15
Estaciones de servicio automotriz	1,5	3	3	6	30	30
Estaciones y subestaciones de energía eléctrica	1,5	3	3	6	30	50

Nota. Tomado de NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1534 Segunda revisión 2015-12 (INEN 1534-2, 2015)

Almacenamiento estándar

Es importante asegurarse de que la cantidad de GLP en cilindros almacenados en los centros de acopio y depósitos de distribución no supere los 270 kg por cada metro cuadrado de área útil de almacenamiento disponible. Además, se debe tener en cuenta que no se deben almacenar más de dos niveles de cilindros de 15 kg y más de un nivel de cilindros de 45 kg.

Según **la RTE INEN 024:2008** Los cilindros de Gas Licuado de Petróleo (GLP) deben cumplir con las normas de seguridad NFPA 58 y 59 para su almacenamiento y manejo, hasta que se publiquen las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, según lo establecido en los requisitos técnicos.

NFPA 58

La ARCH tiene la responsabilidad de llevar a cabo la supervisión del peso sin envase de los cilindros de GLP en plantas envasadoras, medios de transporte y centros de distribución, y tiene la libertad de elegir cualquier método para llevar a cabo esta tarea.

Cada muestra debe tener un contenido neto no menor al 2.5% del contenido neto nominal establecido para los recipientes de 15 kg.

Por motivos de seguridad, ningún recipiente puede contener una cantidad de gas licuado mayor al 2.5% del contenido neto nominal para los recipientes de 15 kg. (NFPA 58, 2020)

Figura 22

Distancias de cilindros y exposiciones

Cantidad de Gas LP almacenado		Distancia horizontal a...					
		(1) &(2)		(3)&(4)		(5)&(6)	
lb	kg	pies	m	pies	m	pies	m
≤720	≤227	0	0	0	0	5	1,5
721 a 2500	227+ a 1134	0	0	10	3	10	3
2501 a 6000	1134+ a 2721	10	3	10	3	10	3
6001 a 10.000	2721+ a 4540	20	6,1	20	6	20	6,1
>10.000	>4540	25	7,6	25	7,6	25	7,6

Nota. Tomado de *NFPA 58 Código del Gas Licuado de Petróleo Edición 2004 NFPA, 1 Batterymarch Park, PO Box 9101, Quincy, MA 02269-910.* (NFPA 58, 2020)

Medidas de seguridad

Es necesario cumplir con la norma en los centros de acopio y depósitos de distribución, como es la limitación de la cantidad de cilindros de GLP almacenados de acuerdo a las condiciones, restringir el acceso del público a las áreas de almacenamiento y evitar la presencia de llamas abiertas en el interior o cerca de las instalaciones. Colocar señales de seguridad como "prohibido fumar", "solo personal autorizado" y "peligro gas inflamable" colocar un rombo de seguridad para almacenamiento con información sobre los riesgos y rótulos con el número de emergencia y el precio oficial del gas. (NFPA 58, 2020)

Además, se deben cumplir con los requisitos para la protección contra incendios según la capacidad de almacenamiento y se deben mantener y mejorar regularmente las instalaciones eléctricas, bombonas y otros aspectos para garantizar la seguridad en la distribución de GLP. (NFPA 58, 2020)

Figura 23

Clasificación de áreas de almacenamiento y tipos de extintores.

Clase	Capacidad de almacenamiento kg de GLP	Cantidad mínima	Capacidad extintora individual mínima
I	< 520	2	Extintor de 10-B
II	< 1560	2	Extintor de 10-B
III	< 6240	3	Extintor de 20-B
IV	< 12480	3	Extintor de 20-B
V	< 24960	4	Extintor de 20-B
VI	< 49920	6	Extintor de 20-B
VII	< 99840	6	Extintor de 20-B
Especiales	> 99840		

Nota. Tomado de de NFPA 58 Código del Gas Licuado de Petróleo Edición 2004 NFPA, 1 Batterymarch Park, PO Box 9101, Quincy, MA 02269-9101 (NFPA 58, 2020)

La cantidad de PQS requerida para el depósito de distribución se debe distribuir en extintores que contengan menor a los 4,5 kg de carga.

Plan de mantenimiento de instalaciones

Se elaboro un plan de mantenimiento para el uso de la distribuidora CEDEDI Calderón, capaz de minimizar los riesgos existentes dentro y fuera de las instalaciones. Como principal punto la verificación del correcto estado de los 1656 cilindros actualmente existentes en la distribuidora de GLP y así mismo la inspección de cada cilindro que ingrese. Revisión de estanterías donde se almacena los cilindros para el despacho. Mantenimiento de instalaciones y cableado. (Anexo C)

Para el mantenimiento de los ya mencionados se ha realizado listas de verificación que se puedan aplicar a la hora de la inspección.

- Condiciones de los cilindros
- Revisión de estanterías
- Mantenimiento de Instalaciones de cableado e iluminación

Plan de Formación

Se elaboro un plan de formación para los trabajadores, detectando las necesidades de la empresa ya analizadas con el fin de mitigar el riesgo de incendio y explosión en la distribuidora CEDEDI Calderón Estableciendo a sí mismo un cronograma de actividades para facilitar la revisión, determinando un orden lógico y consecuente de las tareas previstas. Meses y horas. (Anexo D)

- Contenidos

Unidad 1: Prevención riesgo incendios y explosiones

Unidad 2. Uso de extintores y evacuación

Unidad 3: Brigadas contra incendios

Unidad 4: Primeros auxilios

Unidad 5: Gestión de Riesgos

Unidad 6: Simulacros

Plan Emergencias

En la Distribuidora de GLP CEDEDI CALDERÓN, no se han registrado accidentes importantes dentro de la planta. Sin embargo, con el fin de mantener las medidas adecuadas de prevención ante un posible evento adverso, se ha elaborado un plan de emergencia que se conforma de nueve capítulos, basado en el formato y normativa NFPA 1600:2016, aprobado por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Quito. Por lo tanto, se recomienda que los encargados del área de SST socialicen el siguiente plan los trabajadores y con la población de los alrededores, con el objetivo de que se lleven a cabo simulacros y se promueva una cultura preventiva para que los implicados comprendan la importancia de estar capacitados y puedan aplicarlo en caso de emergencia. (Ver Anexo E)

En el plan de emergencia actual, se detallan los siguientes puntos:

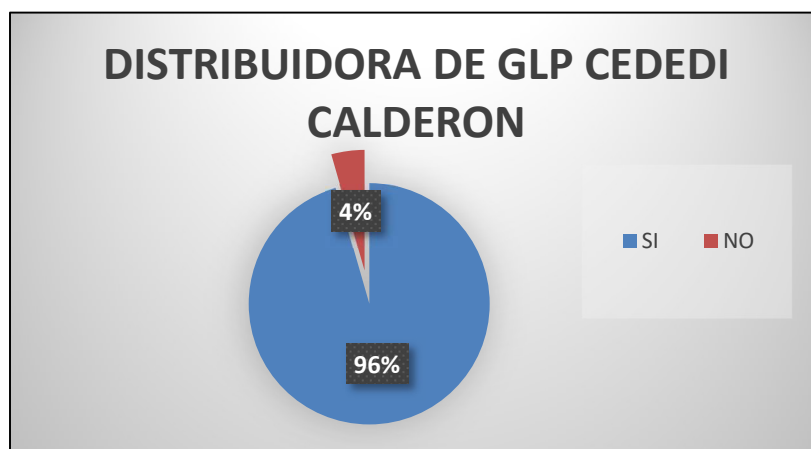
- Marco Legal
- Manejo y comité del programa
- Responsables de implementación
- Objetivos y metas del plan
- Método de evaluación
- Simulacros
- Cronograma de capacitaciones para el personal
- Elaboración de mapas de riesgos y evacuación

Análisis final NTP 599

Una vez identificados los riesgos se volvió aplicar la ntp 599 evaluación de riesgo de incendios para que de esta manera analizar los resultados de mejora en la distribuidora CEDEDI Calderón. (Ver Anexo F)

Figura 24

Tabulación NTP 599



Nota. En la siguiente figura se presentan los resultados una vez aplicados las posibles soluciones para mitigar riesgos, dando un análisis final del 96% de cumplimiento de la NTP 599

Análisis costo beneficio

El análisis de costo y beneficio se realizó en la distribuidora CEDEDI Calderón con el objetivo de llevar a cabo trabajos de mejora y mantenimiento en la infraestructura, instalaciones eléctricas, bombonas y capacitación del personal y población.

Este análisis tuvo en cuenta la normativa vigente debido al alto riesgo de incendio o explosión, ya que la empresa tendría que indemnizar por daños a personas o bienes afectados. Dando como resultado, se determinó que el costo de inversión del mantenimiento es de \$4.330,000 y la indemnización promedio sería de \$ \$2.709.804, mientras que el beneficio de ahorro promedio sería de \$ \$3.062.950,00 por los daños parciales o totales de la empresa, trabajadores y población afectada. La cotización de costo de mejoras se realizó con la ayuda de expertos en mantenimiento y capacitaciones. Mantenimiento de estanterías \$2500,00. Mantenimiento instalaciones eléctricas \$50,00. Mantenimiento cilindros \$800,00. Recarga de extintores de 10lb \$150,00, Recarga de extintores de 20lb \$200,00, Recarga de extintores de 150lb \$1.080,00 Capacitaciones para la población \$1.200,00, capacitaciones Cruz Roja para el personal \$600,00. (Ver Anexo G)

Tabla 7.

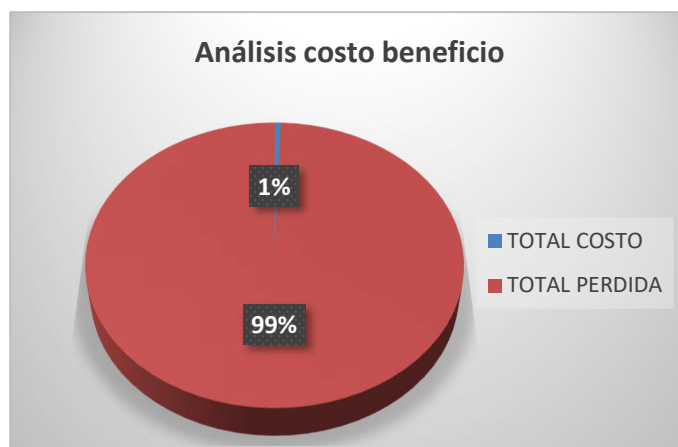
Costo Beneficio

Implementación de Mejoras				
	Detalle		C/u	Costo
5	Mantenimiento de estanterías	\$	100,00	\$250,00
1	Mantenimiento instalaciones eléctricas	\$	50,00	\$50,00
40	Mantenimiento cilindros	\$	20,00	\$800,00
5	Recarga de extintores de 10lb	\$	30,00	\$150,00
6	Recarga de extintores de 20lb	\$	30,00	\$200,00
3	Recarga de extintores de 50lb	\$	360,00	\$1.080,00
20	Capacitaciones Población	\$	60,00	\$1.200,00
10	Capacitaciones Cruz Roja	\$	60,00	\$600,00
	Total, costo	\$	710,00	\$4.330,00

Nota. Determinación de los costos

Respecto al beneficio que se llega a obtener mediante la implementación de mejoras, es importante mencionar que es a largo plazo, sin embargo, se toma en cuenta que el total de costo representa al 1% en contraste con la pérdida que se generaría. A continuación, se muestra en la siguiente Figura 19 la representación del análisis establecido de las mejoras para el centro de distribución.

Figura 25. Gráfico de pastel análisis costo beneficio



Nota. Se representa en la siguiente figura el total de costo del 1% y el total de pérdida del 99%

Cronograma

Según los resultados de un levantamiento informativo, se encontró un alto nivel de deterioro y riesgo en la infraestructura de la plataforma estática de almacenamiento de cilindros de GLP y en las instalaciones eléctricas. Por lo tanto, a pesar de no tratarse de un proyecto de implementación se sugiere llevar a cabo un mantenimiento en el área y se ha desarrollado un cronograma de mejora utilizando el diagrama de Gantt. El cronograma detalla las actividades y los días necesarios para la realización del mantenimiento, planificado entre enero y junio de 2024 para no afectar el presupuesto económico de la distribuidora. Se espera que, luego de aproximadamente seis meses, se logre una mejoría significativa en el establecimiento y que el

personal de la distribuidora reciba las capacitaciones esenciales destinadas a promover una cultura preventiva (Ver Anexo H)

Capítulo IV:

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se identificaron los cuatro puestos de trabajo de la empresa con mayor riesgo de incendio y explosión aplicando la NTP 599 y se analizó los factores riesgo de ignición, propagación y limitación de incendio en la distribuidora de GLP CEDEDI Calderón, de acuerdo con la NTP, con la que se obtuvo el siguiente resultado, el 43% con un índice de cumplimiento y un 57% de no cumplimiento en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón. Con el cual se logró una mejora del 40%.
- Se analizo el riesgo de incendio y explosión mediante el método NFPA con tres escenarios, al 25%, 50% y 75% de almacenamiento dónde se obtuvo como resultado 112.38 Kg/M2 en el primer escenario, 222.07 Kg/M2 en el segundo escenario y 441.44 Kg/M2 en el tercer escenario identificando un riesgo de carga combustible, ignición y propagación de un incendio alto en la distribuidora.
- Con la aplicación del software Aloha, se simulo los tres escenarios de almacenamiento, arrojando un resultado del 835.76 m de alcance en el primer escenario, 1039.67 m en el segundo y 1295.71 m en el tercero escenario.
- Se desarrollo un plan de reducción de riesgos de incendios y explosiones en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón que contiene un plan de mantenimiento de instalaciones eléctricas, estanterías e inspección de cilindros de GLP. Además de un plan de formación. Se realizo una planificación en cronograma a pesar de no ser un proyecto de implementación

Recomendaciones

- Una vez ya identificados los cuatro puestos de trabajo de la empresa con mayor riesgo de incendio y explosión aplicando la NTP 599 se recomienda aplicar la lista de verificación analizando los factores riesgo de ignición, propagación y limitación de incendio en la distribuidora de GLP después de seis meses de la aplicación para verificar el cumplimiento en el Centro de Distribución CEDEDI Calderón
- Después de analizar el riesgo de incendio y explosión mediante el método NFPA con tres escenarios, al 25%, 50% y 100% de almacenamiento dónde se obtuvo como resultado 112.38 Kg/M2 en el primer escenario, 222.07 Kg/M2 en el segundo escenario y 441.44 Kg/M2 en el tercer escenario identificando un riesgo alto, se recomienda no abastecer el centro de distribución al 100% para evitar una carga combustible mayor
- Con la aplicación del software Aloha, se simulo los tres escenarios de almacenamiento, arrojando un resultado del 835.76 m de alcance en el primer escenario, 1039.67 m en el segundo y 1295.71 m en el tercero escenario, se sugiere no superar el almacenamiento al 50% por seguridad de los moradores.
- Se recomienda una constante verificación mediante los check list para tener un control constante mediante esta documentación

Bibliografía

Acuerdo Ministerial 13. (2017).

ALOHA. (s. f.). Energy.gov. Recuperado 8 de agosto de 2023, de

<https://www.energy.gov/ehss/aloha>

Andina, C. (2004). RESOLUCIÓN 957-REGLAMENTO DEL INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. *Registro Oficial Suplemento*, 28.

Cengel. (2012). (7ma ed.).

Consejo Metropolitano de Quito. (2017). *Ordenanza 3457 Normas de Arquitectura y Urbanismo Quito-Ecuador | PDF | Calle | Urbanismo*. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/89907515/Ord-3457-Normas-de-Arquitectura-y-Urbanismo>

Decreto Ejecutivo 2393. (2003). *Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. Recuperado el.

Dirección General de Protección Civil México. (2001). (PDF) *Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas*.

https://www.researchgate.net/publication/235946954_Modelacion_de_radios_de_afectacion_por_explosiones_en_instalaciones_de_gas

Ecuador, A. N. del. (2017a). *Constitución de la República del Ecuador dada por la Asamblea Nacional de 1883*. Quito, Ecuador : Imprenta del Gobierno.

<http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/10500>

Ecuador, A. N. del. (2017b). *Constitución de la República del Ecuador dada por la Asamblea Nacional de 1883*. Quito, Ecuador : Imprenta del Gobierno.

<http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/10500>

IESS. (2004). *SICE - Comunidad Andina—Decisión 584*.

<http://www.sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec584s.asp>

INEN 1534-2. (2015).

- INSHT. (1987). *NTP 293: Explosiones BLEVE (I): Evaluación de la radiación térmica.*
- INSHT. (1988). *NTP 209: Botellas de G.L.P.: Instalación.*
- Linaza, L. M. A. (2005). *Elaboración de un plan de emergencia en la empresa. 2a edición.* FC Editorial.
- Martha E. Alcántara Garduño & Tomás González Morán. (2001). *Secretaría de gobernación centro nacional de prevención de desastres ©centro nacional de prevención de desastres.*
https://www.academia.edu/42098484/SECRETAR%C3%8DA_DE_GOVERNACI%C3%93N_CENTRO_NACIONAL_DE_PREVENCION_DE_DESASTRES_CENTRO_NACIONAL_DE_PREVENCION_DE_DESASTRES
- NFPA 58. (2020). (PDF) *Código del Gas Licuado del Petróleo NFPA 58-2004-SPANISH.pdf.*
 dokumen.tips. <https://dokumen.tips/documents/codigo-del-gas-licuado-del-petroleo-nfpa-58-2004-spanishpdf.html>
- NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: Método Probit.*
 (1991).
- Santiago Garcia Garrido. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento—Santiago García Garrido—Google Libros.* <https://books.google.com.ec/books?id=PUovBdLioMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Trujillo Mejía, Raúl Felipe. (2012). *El fuego y sus implicaciones en la industriales.*
https://www.bibliotechnia.com.mx/Busqueda/resumen/6852_2086870
- Vasquez Mendez. (2009).

Anexos