



# POSGRADOS

## MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

RPC-SO-16-NO.268-2023

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON  
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN  
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

ESTUDIO DEL ALCANCE DE LOS  
PELIGROS DE EXPLOSIÓN E  
INCENDIO GENERADOS POR EL  
ALMACENAMIENTO DE MATERIALES  
INFLAMABLES EN TANQUES DE LA  
EMPRESA QUANTUMPHARM

AUTOR(ES)

CLEMENTE YAGUAL BRYAN ISIDRO

DIRECTOR:

MORÁN REYES LUIS ENRÍQUEZ

QUITO – ECUADOR

2025

**Autor(es):**



Bryan Isidro Clemente Yagual  
Ingeniero Ambiental  
Candidato a Magíster en Seguridad, Salud e Higiene Industrial por la  
Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.  
bryanisidroclemente@hotmail.com

**Dirigido por:**



Msc. Luis Morán Ing.  
Ingeniero Industrial  
Magister en Seguridad y Salud Ocupacional  
lmoran@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2025 © Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Bryan Isidro Clemente Yagual

***Estudio del alcance de los peligros de explosión e incendio generados por el almacenamiento de materiales inflamables en tanques de la empresa Quantumpharm***

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico con mucho amor y cariño a mis padres Maritza Yagual e Isidro Clemente quienes son los pilares de formación de la persona y profesional que me he convertido actualmente. También es una dedicatoria para mis abuelitos Heriberta Figueroa y Alipio Yagual quienes fueron mis segundos padres que inculcaron en mi principios y valores, en el más allá decirles que siempre estarán en mi corazón que con un amor eterno siempre los recordare.

*Bryan Isidro Clemente Yagual*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme seguir creciendo profesionalmente y mantenerme con salud y energía para cumplir todas las metas que están en mi destino.

A mis padres, Maritza e Isidro, por sus enseñanzas y apoyo constante que me han permitido alcanzar mis logros, y a mi familia, especialmente a mis hermanos Johan y Jessenia, por su motivación y amor incondicional.

A Ing. Genny Herrera quien es la persona que ha inculcado en mi todos su conocimiento de Seguridad Industrial, Medio Ambiente y su experiencia que me ayuda a forma profesionalmente cada día.

*Bryan Isidro Clemente Yagual*

# TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	8
Abstract .....	9
1. Introducción .....	10
1.1. Antecedentes.....	11
1.2. IMPORTANCIA Y ALCANCE.....	12
1.2.1. Importancia .....	12
1.2.2. Alcance.....	12
1.3. DELIMITACIÓN .....	12
1.3.1. Espacial o geográfica .....	13
1.3.2. Sectorial .....	13
1.4. Objetivos.....	14
1.4.1. Objetivo general .....	14
1.4.2. Objetivos específicos .....	14
1.5. Hipótesis .....	15
1.5.1. Hipótesis general .....	15
1.5.2. Hipótesis específicas.....	15
2. Determinación del Problema.....	16
2.1. Formulación del problema .....	17
2.1.1. Problema general .....	17
2.1.2. Problemas específicos .....	17
2.2. Justificación .....	18
3. Marco teórico referencial.....	19
3.1. Incendios.....	19
3.2. Explosiones .....	20
3.3. Tanques de almacenamiento .....	20
3.3.1. Almacenamiento de materiales inflamables.....	21
3.3.2. Combustibles .....	22
3.4. Identificación y estimación cualitativa del riesgo – Método GTC 45 .....	23
3.5. Software aloha.....	31
3.6. MARCO NORMATIVO.....	32

4.	Materiales y metodología.....	33
4.1.	Establecimiento de las condiciones iniciales de almacenamiento de sustancias inflamables.....	33
4.1.1.	Tipos de Sustancias Inflamables Almacenadas .....	34
4.1.2.	Ubicación y especificaciones del Almacenamiento de las sustancias inflamables. ....	34
4.1.3.	Ambiente de Almacenamiento de las sustancias inflamables .....	35
4.1.4.	Cantidades y Configuración .....	36
4.1.5.	Medidas de Protección y Equipos Existentes .....	36
4.1.6.	Registros Históricos o Informes de Inspección.....	37
4.1.7.	Cumplimiento legal.....	37
4.2.	Identificación de los peligrosos de explosión – incendios actuales .....	38
4.2.1.	Determinación del área de influencia .....	38
4.2.2.	Evaluación de riesgos mediante gtc 45 .....	41
4.3.	Estudio del alcance de los peligros de explosión – incendio por almacenamiento de materiales inflamables en tanques .....	41
4.3.1.	Reevaluación de riesgos mediante gtc 45 .....	42
5.	Resultados y discusión.....	44
5.1.	Condiciones iniciales del almacenamiento de sustancias inflamables .....	44
5.1.1.	Tipos de Sustancias Inflamables Almacenadas .....	44
5.1.2.	Ubicación y especificaciones del Almacenamiento de las sustancias inflamables. ....	46
5.1.3.	Ambiente de Almacenamiento de las sustancias inflamables. ....	49
5.1.4.	Cantidades y configuración .....	53
5.1.5.	Medidas de Protección y Equipos Existentes .....	54
5.1.6.	Registros Históricos o Informes de Inspección.....	57
5.1.7.	Cumplimiento legal.....	58
5.2.	Identificación de los peligrosos de explosión – incendios actuales .....	63
5.2.1.	Determinación del área de influencia .....	63
5.2.2.	Evaluación de riesgos mediante gtc 45 .....	67
5.3.	Estudio del alcance de los peligros de explosión – incendio por almacenamiento de materiales inflamables en tanques .....	71
5.3.1.	Re - Evaluación de riesgos mediante gtc 45 .....	78
6.	Conclusiones.....	82
	Referencias .....	84
	ANEXOS.....	88

ESTUDIO DEL ALCANCE  
DE LOS PELIGROS DE  
EXPLOSIÓN E  
INCENDIO GENERADOS  
POR EL  
ALMACENAMIENTO DE  
MATERIALES  
INFLAMABLES EN  
TANQUES DE LA  
EMPRESA  
QUANTUMPHARM

AUTOR(ES):

BRYAN ISIDRO CLEMENTE YAGUAL

## RESUMEN

---

El presente estudio evaluó las condiciones de seguridad que dispone la empresa Quantumpharm Cía. Ltda., durante el almacenamiento y manejo de alcohol y GLP, identificando deficiencias críticas que aumentan el riesgo de incendios y explosiones. Se evidenció la falta de protocolos específicos en el plan de emergencia, ausencia de procedimientos para detección y respuesta ante fugas, insuficiencia de señalización, monitoreo ambiental y equipos de protección, así como la carencia de capacitación del personal involucrado. Con ayuda del software ALOHA y su ploteo en ArcMap 10.8, se determinaron las áreas de riesgo, estableciendo áreas de peligro alto de hasta 17,21 metros de radio y 9,94 metros de radio para el alcohol y GLP respectivamente. La evaluación con la metodología GTC 45 determinó que el nivel de riesgo es inaceptable, requiriendo la implementación de medidas correctivas. Por lo que, se diseñó un Plan de Prevención de Incendios y Explosiones que incluye inspecciones, control de espesores, instalación de equipos de detección de fugas, implementación de señalización, capacitación en manejo de sustancias inflamables y actualización del plan de emergencias y contingencias. Además, se plantea la dotación de equipos de extinción de incendios, ejecución de procedimientos internos de seguridad y mantenimiento continuo de las instalaciones. La adopción de estas medidas permitirá mitigar los riesgos, alcanzando un nivel de seguridad aceptable bajo monitoreo constante.

**Palabras clave:** Incendio, explosión, peligros, riesgos, Aloha, GTC 45.

---

## ABSTRACT

---

This study evaluated the safety conditions at Quantumpharm Cía. Ltda. during the storage and handling of alcohol and LPG, identifying critical deficiencies that increase the risk of fires and explosions. The lack of specific protocols in the emergency plan, the absence of procedures for leak detection and response, insufficient signage, environmental monitoring and protective equipment, and the lack of training of the personnel involved were all identified. With the help of the ALOHA software and its plotting in ArcMap 10.8, the risk areas were determined, establishing high hazard areas of up to 17.21 meters radius and 9.94 meters radius for alcohol and LPG, respectively. The evaluation with the GTC 45 methodology determined that the risk level is unacceptable, requiring the implementation of corrective measures. Therefore, a Fire and Explosion Prevention Plan was designed that includes inspections, thickness control, installation of leak detection equipment, implementation of signage, training in handling flammable substances, and updating of the emergency and contingency plan. In addition, fire extinguishing equipment will be provided, internal safety procedures will be implemented, and the facilities will undergo ongoing maintenance. The adoption of these measures will help mitigate risks and achieve an acceptable level of safety under constant monitoring.

**Palabras clave:** Fire, explosion, hazards, risks, Aloha, GTC 45.

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El estudio de los riesgos relacionados a los peligros de incendio y explosión por el almacenamiento de materiales inflamables en el sector industrial es un factor de vital importancia para la salud y seguridad de los trabajadores que desenvuelven sus actividades en estos entornos (Molina et al., 2022). Estos riesgos pueden materializarse debido a diversos factores los cuales están inmersos: el almacenamiento inadecuado, fallas operativas en los tanques, fallas en los mecanismos de control existentes, entre otros (Ramos & Gutiérrez, 2023). El levantamiento del estudio de riesgos con la finalidad de comprender estos es importante para poder implantar y futuramente implementar estrategias de prevención efectivas que puedan garantizar la seguridad del personal y poder minimizar los posibles daños a la infraestructura (González, 2020).

La disposición de materiales inflamables en tanques presenta un peligro significativo de incendio y/o explosión debido a que estos materiales pueden incendiarse o explotar con mucha facilidad al entrar en contacto con fuentes de ignición, condiciones ambientales, chispas o por contacto de otros materiales incompatibles (Huamani & Paucara, 2019). En base a ello, analizar las condiciones en las que existe una mayor probabilidad de que estos riesgos aumenten es relevante durante la evaluación de riesgos (Yu et al., 2024). Por lo que el presente estudio tiene como objeto el evaluar los factores que contribuyan a la probabilidad de explosiones e incendios, así como recomendar medidas de mitigación.

La evaluación también implica una revisión exhaustiva de las normas y regulaciones de seguridad aplicables al almacenamiento de materiales inflamables. Es fundamental garantizar que las prácticas de almacenamiento de la empresa cumplan con las directrices nacionales e internacionales para evitar responsabilidades legales y salvaguardar el bienestar de los empleados. Al identificar y abordar los riesgos potenciales, la empresa puede implementar estrategias para reducir la probabilidad de accidentes y mejorar su cultura de seguridad general.

## 1.1. ANTECEDENTES

La empresa Quantumpharm fue fundada desde el 2021 y se dedica principalmente a la fabricación de productos cosméticos, farmacéuticos y fitofármacos, la cual dispone de una categorización de nivel de riesgo medio ello en conformidad a su actividad CIU: C210001 y con lo descrito en el Anexo 2 Nivel de Riesgo del Acuerdo Ministerial 196.

La creciente demanda de estos productos en los últimos tiempos ha generado que la empresa se expanda en sus líneas productivas por lo que se necesita un mayor almacenamiento de materiales inflamables para el proceso. Por lo que para cumplir con la normativa de seguridad vigente y precautelar la integridad física de todos los trabajadores de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda., y sus instalaciones - bienes, se necesita potenciar los planes de seguridad actuales en torno al grado de respuesta y protección ante eventos de inflamabilidad y/o explosividad que puede suceder por el manejo o almacenamiento de sustancias inflamables.

El desarrollo científico y tecnológico llevado a cabo en las instalaciones industriales del país conlleva riesgos de incendio y explosión. Por lo tanto, es necesario emprender un trabajo sistemático intenso con el objetivo de garantizar una formación adecuada para los trabajadores, asegurando su pleno conocimiento para prevenir, controlar y manejar eficazmente estos riesgos. Entre los diversos accidentes que pueden ocurrir en las industrias que almacenan combustibles se encuentran fugas, incendios, explosiones y la formación de nubes de gas.

## 1.2. IMPORTANCIA Y ALCANCE

### 1.2.1. IMPORTANCIA

Cumplir con la reglamentación nacional en seguridad industrial es fundamental para proteger el activo más valioso de la empresa, que es el ser humano, además de prevenir sanciones por accidentes, incidentes o pérdidas humanas y preservar una imagen empresarial de responsabilidad social.

### 1.2.2. ALCANCE

Este estudio propone medidas de mitigación para abordar los riesgos identificados durante el almacenamiento de sustancias inflamables en tanques en la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.

## 1.3. DELIMITACIÓN

A continuación, la delimitación se analiza en los siguientes aspectos:

### 1.3.1. ESPACIAL O GEOGRÁFICA

El trabajo de titulación: “Estudio sobre el Alcance de los Riesgos de Explosión e Incendio Generados por el Almacenamiento de Materiales Inflamables en Tanques” se realizó en la empresa Quantumpharm Cía. Ltda., ubicada en la provincia de Pichincha, ciudad de Quito, parroquia Calacalí, en la intersección de las calles Lote 5E y 24 de Julio.

**Figura 1**  
*Ubicación de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.*



**Nota:** En la Figura se observa la ubicación georreferenciada de la empresa Quantumpharm.

### 1.3.2. SECTORIAL

La investigación se desarrolla en una empresa manufacturera de productos farmacéuticos, fitofármacos y cosméticos, donde almacenan materiales inflamables y combustibles como son el GLP y alcohol al 90 % - 96 %.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el alcance de los peligros de explosión e incendio generados por el almacenamiento de materiales inflamables en tanques en la empresa Quantumpharm.

### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las condiciones iniciales del almacenamiento de sustancias inflamables para un Estudio del alcance de los peligros de explosión e incendio
- Identificar los principales peligros de explosión - incendio actuales en el almacenamiento de materiales inflamables en tanques de la empresa Quantumpharm
- Estudiar el alcance de los peligros de explosión - incendio identificados en el almacenamiento de materiales inflamables en tanques para plotear el área de influencia de la empresa Quantumpharm

## 1.5. HIPÓTESIS

### 1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

- Se determinará el alcance de los peligros de explosión e incendio generados por el almacenamiento de materiales inflamables en tanques en la empresa Quantumpharm.

### 1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Se establecerá las condiciones iniciales del almacenamiento de sustancias inflamables para un Estudio del alcance de los peligros de explosión e incendio.
- Se identificará los principales peligros de explosión - incendio actuales en el almacenamiento de materiales inflamables en tanques de la empresa Quantumpharm.
- Se estudiará el alcance de los peligros de explosión - incendio identificados en el almacenamiento de materiales inflamables en tanques para plotear el área de influencia de la empresa Quantumpharm.

:

## 2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El almacenamiento en tanques de sustancias inflamables debe de cumplir con normas nacionales e internacionales desde la fabricación del contenedor considerando aspectos ambientales como: temperatura, presión, humedad, vibraciones entre otros, que permiten el buen funcionamiento y conservación de los tanques que almacenan estas materias primas (González, 2020). Los fenómenos ambientales antes mencionados pueden provocar micro corrosión, provocando un riesgo en la fuga de gases que provocarían una explosión con consecuencias fatales (Molina et al., 2022).

El almacenamiento de sustancias inflamables en tanques representa un riesgo considerable ya que un accidente en uno de ellos podría potencialmente desencadenar incidentes peligrosos que a su vez, pueden dar lugar a otros accidentes de igual o mayor magnitud en el área circundante, creando una reacción en cadena conocida como efecto dominó, que podría resultar en graves consecuencias sociales, económicas y ambientales, impactando tanto a los individuos como a la sociedad en su conjunto (Yu et al., 2024).

En Ecuador, varios accidentes industriales significativos resaltan la necesidad crítica de sistemas robustos de prevención y control de incendios, como el incendio de 2009 en la fábrica de vidrio Cridesa en Guayaquil-Daule que generó grandes pérdidas económicas por la falta de sistemas adecuados de detección y supresión, el incendio de 2013 en la refinería de Esmeraldas que requirió horas para ser controlado a pesar de las estrictas normativas, el incendio en 2017 en una fábrica de Guayaquil que almacenaba

sustancias peligrosas revelando el riesgo latente de accidentes mayores, el incendio en una gasolina en Ambato el mismo año donde fue necesario apoyo externo para sofocar las llamas y el incendio en 2017 en una bodega de pintura no regulada en Pichincha, todos evidencian la urgencia de contar con medidas eficaces de seguridad contra incendios (Bonilla, 2017).

Con base en lo anteriormente expuesto, el problema principal radica en la ausencia de un estudio detallado y actualizado sobre los riesgos asociados al almacenamiento en tanques de sustancias inflamables en la empresa Quantumpharm. Esto resulta especialmente crítico debido al incremento gradual en el consumo de sustancias inflamables observado en los últimos años, lo que hace indispensable abordar estos riesgos de seguridad de manera oportuna y eficaz para garantizar la y la continuidad operativa.

## 2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 2.1.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Es posible Determinar el alcance de los peligros de explosión e incendio generados por el almacenamiento de materiales inflamables en tanques en la empresa Quantumpharm?

### 2.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Es posible establecer las condiciones iniciales del almacenamiento de sustancias inflamables para un Estudio del alcance de los peligros de explosión e incendio?

- ¿Es posible identificar los principales peligros de explosión - incendio actuales en el almacenamiento de materiales inflamables en tanques de la empresa Quantumpharm?
- ¿Es posible estudiar el alcance de los peligros de explosión - incendio identificados en el almacenamiento de materiales inflamables en tanques para plotear el área de influencia de la empresa Quantumpharm?

## 2.2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de la presente investigación se fundamenta en identificar las áreas que podrían estar afectadas en caso de un evento emergente: inflamabilidad o explosión, así como en desarrollar un plan integral de mitigación para abordar posibles incidentes tanto dentro como fuera de las instalaciones de la empresa, ello en base a un análisis del cumplimiento de la normativa vigente en torno a seguridad industrial.

Todo ello con la finalidad de garantizar la seguridad de los empleados, las áreas cercanas dentro del área de influencia y otros interesados. Además, este estudio busca fortificar la imagen de la empresa al demostrar su compromiso con la seguridad y salud en el trabajo, posicionando a Quantumpharm como una empresa socialmente responsable, enfocada en minimizar los riesgos y proteger el bienestar de todos los involucrados con sus operaciones.

## 3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 3.1. INCENDIOS

Los incendios en entornos industriales pueden ocurrir de varias formas, dependiendo de la naturaleza (propiedades físicas y químicas) y disposición del combustible:

- Incendios de líquidos (vapores) en disposición abierta (incendio en charco): Estos incendios suceden en condiciones abiertas (no presurizadas), generalmente con emisión de calor radiante y humo (Arévalo & López, 2020).
- Incendios de líquidos (vapores) con desbordamientos violentos: Se producen en incendios en tanques de almacenamiento donde la altura del líquido combustible es considerable, generando proyecciones o desbordamientos que pueden propagar el incendio (Martínez, 2021).
- Incendios de gases o vapores en nube abierta, también conocidos como "bola de fuego", se refieren a la rápida ignición de una concentración dispersa de gases o vapores en un entorno al aire libre (Martínez, 2021). Sus características principales incluyen la emisión de una radiación térmica intensa y breve, dando origen a una llama de gran tamaño; la transformación hacia una estructura en forma de hongo debido al ascenso de gases extremadamente calientes y menos densos que el aire; y una presión adicional mínima, con ello este tipo de situación se presenta con efectos notables cuando ocurre una explosión que implica la evaporación de gases inflamables en estado líquido (Arévalo & López, 2020).

## 3.2. EXPLOSIONES

En términos generales, una explosión puede ser definida como una liberación súbita de energía que origina una onda de presión la cual se propaga alejándose de su fuente mientras va disipando energía; para que esta onda generada sea audible, la liberación de energía debe ser lo suficientemente rápida y concentrada, siendo importante destacar que no es necesario que ocurran daños para considerar un fenómeno como una explosión (Ramos & Gutiérrez, 2023).

La energía liberada, almacenada inicialmente en diversas formas como nuclear, química, eléctrica o de presión, puede desencadenar explosiones, eventos repentinos y violentos de liberación de energía, cuyo origen puede ser variado, incluyendo reacciones fuera de control, colisiones, entre otros, siendo una de las causas más comunes la acción del fuego sobre un recipiente (Vargas, 2019). Ocasionalmente, estos incidentes pueden tener lugar durante el transporte por carretera o ferroviario, siendo relativamente frecuentes debido a la presencia común de sustancias explosivas en la industria, como butano, propano, cloruro de vinilo y cloro, y a la gran cantidad de instalaciones, como depósitos y cisternas, que están expuestas a este tipo de accidentes (Ramos & Gutiérrez, 2023).

## 3.3. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los recipientes destinados al almacenamiento de productos químicos están concebidos para resguardar de forma segura una diversidad de sustancias, empleando

materiales robustos y tomando en cuenta aspectos como la capacidad, la resistencia a la corrosión y la prevención de fugas (Ramos & Gutiérrez, 2023). Utilizados en diversas industrias, contribuyen a la seguridad y eficiencia operativa al proporcionar un entorno confiable para el almacenamiento a largo plazo de productos químicos (Belmudez & Vilet, 2024).

### 3.3.1. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES INFLAMABLES

El almacenamiento de materiales inflamables implica la conservación segura de sustancias susceptibles de encenderse y arder rápidamente en presencia de calor, llamas o chispas. Este proceso se lleva a cabo en instalaciones diseñadas específicamente para reducir al mínimo el riesgo de ignición y la propagación de incendios. Tales instalaciones incluyen medidas como ventilación adecuada, separación de materiales incompatibles, control de temperatura y presión, y la implementación de sistemas de prevención y detección de incendios. Garantizar un almacenamiento apropiado de materiales inflamables es crucial para salvaguardar la seguridad de las personas, las instalaciones y el entorno ambiental (Arévalo & López, 2020).

- Peligros en los tanques de GLP. Los tanques de GLP representan diversos peligros potenciales debido a la naturaleza inflamable y comprimida del gas que contienen, incluyendo la posibilidad de fugas de gas que pueden desencadenar incendios o explosiones, así como la ruptura del tanque debido a fallos estructurales o exposición a temperaturas extremas (Ramos

& Gutiérrez, 2023). La manipulación incorrecta durante el llenado, transporte o almacenamiento también puede aumentar el riesgo de incidentes. Además, en caso de una fuga importante o ruptura, se pueden producir impactos ambientales negativos y riesgos para la salud de las personas cercanas, incluyendo irritación respiratoria y lesiones físicas (Yu et al., 2024).

- Peligros en los Tanques para alcohol. Los tanques de almacenamiento de alcohol conllevan diversos riesgos potenciales, como su alta inflamabilidad que incrementa la probabilidad de incendios y explosiones en caso de fugas o exposición a fuentes de calor, además, dependiendo del tipo de alcohol, puede ser tóxico por inhalación o ingesta excesiva, representando un riesgo para la salud (Grados, 2022). La corrosión también representa un riesgo, pues ciertos alcoholes pueden deteriorar el tanque y sus componentes si no se manipulan correctamente, mientras que las altas presiones necesarias para mantener el alcohol en estado líquido generan el riesgo de rupturas o fugas, y su reactividad con otros materiales puede provocar reacciones químicas peligrosas (Vargas, 2019).

### 3.3.2. COMBUSTIBLES

Los combustibles son sustancias capaces de someterse a combustión, un proceso químico que implica la presencia de oxígeno y produce calor, luz, así como subproductos como dióxido de carbono, vapor de agua y cenizas, siendo empleados como fuentes de energía en distintos ámbitos como el transporte, la calefacción y la generación de electricidad (Chaparro, 2021).

- El GLP, Gas Licuado de Petróleo, es un gas inflamable compuesto principalmente por propano y butano, que se encuentra en estado líquido bajo presión, obtenido mediante el procesamiento del gas natural y la refinación del petróleo (A. Silva et al., 2022). Este combustible se utiliza ampliamente en aplicaciones domésticas, comerciales e industriales debido a su alta densidad energética y su versatilidad para usos como calefacción, cocina y propulsión de vehículos (Cuasquer et al., 2022).
- El alcohol al 90%, también llamado alcohol isopropílico o alcohol de fricción, es una solución líquida compuesta por un 90% de alcohol isopropílico y un 10% de agua, utilizado extensamente como desinfectante y agente antiséptico por su eficacia en la eliminación de bacterias, virus y hongos tanto en superficies como en la piel (Bernal, 2020). Esta concentración de alcohol es efectiva para desinfectar superficies, instrumentos médicos y para la desinfección de la piel en entornos médicos y en aplicaciones de primeros auxilios (Vargas, 2019).

### 3.4. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN

#### CUALITATIVA DEL RIESGO – MÉTODO GTC

#### 45

La GTC 45 es una guía que orienta la identificación de peligros y la valoración de riesgos en seguridad y salud ocupacional proporcionando lineamientos para evaluar los factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores en una empresa y reconociendo los posibles impactos en su salud y en la estructura organizacional y

productiva con el fin de comprender los peligros relacionados con la actividad laboral e implementar controles que reduzcan los riesgos a niveles aceptables permitiendo establecer las medidas de control necesarias para garantizar un entorno seguro (Ochoa, 2022). Para ello se debe tomar en consideración los siguientes apartados:

- a) Se debe clasificar los procesos, las actividades y las tareas.
- b) Crear una lista por proceso donde se identifique las actividades, tareas, zona o lugar de ubicación, y si la actividad o tarea son rutinarias si o no.
- c) Se debe de identificar los peligros a los cuales está expuesto los trabajadores de cada área se puede realizar por medio de la observación o por entrevista personalizada (se pueden realizar preguntas como ¿Qué riesgo ha identificado en su puesto de trabajo? ¿Cuál sería el daño que le puede ocurrir?, ¿Cómo se puede ver afectada su salud por la clase de trabajo que realiza? )
- d) Durante el recorrido y la toma de la información se debe observar que controles existen tanto en el trabajador como en la fuente y en el medio que prevengan accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales (guardas de seguridad, mecanismos de carga, programas preventivos (pausas activas), elementos ergonómicos o elementos de protección personal (EPP), etc.)
- e) Se debe de tener nota del número de expuestos por proceso.
- f) Al obtener la información y al evaluar los controles existentes observados procedemos a realizar las medidas de intervención en la fuente, medio o trabajador teniendo en cuenta la jerarquía de controles por eliminación,

sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y elementos de protección personal.

A continuación, se detalla toda la información para diligenciar cada una de las casillas de la matriz de peligros basada en la metodología GTC 45.

**Tabla 1**

*Información general para elaborar matriz de peligros GTC 45*

<b>Información de procesos, actividades y tareas</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Casilla</b>	<b>Diligenciamiento</b>
<b>1.1</b>	Proceso	Clasificar el tipo de proceso que se va a identificar. Ejemplo: administrativo financiero
<b>1.2</b>	Zona o lugar	Incluir el sitio donde se realiza el proceso. Ejemplo: oficina de contabilidad y compras
<b>1.3</b>	Actividad	Describir en detalle el tipo de actividad a realizar <u>de acuerdo al proceso</u> : Ejemplo: dentro del proceso financiero se realizan las actividades de tesorería, caja, y facturación.
<b>1.4</b>	Tarea	Identificar la tarea que se determina de la actividad. Ejemplo: digitar, revisar documentos, colocar sellos etc.
<b>1.5</b>	Rutinaria <u>si</u> o no	Identificar si la actividad es rutinaria <u>si</u> o no
<b>Identificación de Peligros</b>		
Identificar los peligros, incluir todos aquellos relacionados con cada actividad laboral: considerar quien, cuando y como puede resultar afectado.		
<b>2.1</b>	Descripción	Comentar los peligros a los que está expuesto el trabajador en cada una de las actividades. Ejemplo: movimientos repetitivos en miembros superiores.
<b>2.2</b>	Clasificarlos	Determine el tipo de peligro identificado en la casilla descripción. Debe clasificarse eligiendo si es biológico, físico, químico, psicosocial, biomecánico, condiciones de seguridad o fenómenos naturales. Ejemplo: en el ejemplo es biomecánico
<b>Identificación controles existentes</b>		
Identificar los controles existentes relacionar todos los controles que la organización ha implementado para reducir el riesgo asociado a cada peligro.		
<b>3.1</b>	Fuente	Controles existentes al nivel de la fuente que genera el factor de riesgo. Si no existen se debe colocar ninguno.

**Tabla 1 (Continuación)**

*Información general para elaborar matriz de peligros GTC 45*

<b>3.2</b>	Medio	Controles existentes a nivel del medio de transmisión del factor de riesgo. Si no existen se debe colocar ninguno.
<b>3.3</b>	Individuo	Controles existentes al nivel de la persona o receptor del factor de riesgo. Ejemplo: se realizan pausas activas
<b>Evaluación del riesgo</b>		
Evaluar el riesgo, calificar el riesgo asociado a cada peligro, incluyendo los controles existentes que están implementados, se debe considerar la eficacia de dichos controles, así como la probabilidad y las consecuencias si estos fallan.		
<b>4.1</b>	Nivel de Deficiencia	Colocar 0 si es bajo, 2 si es medio, 6 si es alto, y 10 si es muy alto
<b>4.2</b>	Nivel de exposición	Coloque 4 si es continua, 3 si es frecuente, 2 ocasional y 1 esporádico.
<b>4.3</b>	Nivel de probabilidad	Este valor la matriz lo calcula automáticamente. El resultado se obtiene de multiplicar el valor asignado de deficiencia por el valor de exposición así se debe obtener la probabilidad.
<b>4.4</b>	Interpretación del nivel de probabilidad	Este valor lo calcula automáticamente la matriz. De acuerdo al valor de nivel de probabilidad se debe interpretar de acuerdo a la tabla Significado de los diferentes niveles de probabilidad en (muy alto, alto, medio o bajo).
<b>4.5</b>	Nivel de consecuencia	Coloque 10 si es leve, 25 si es grave, 60 muy grave y 100 catastrófico o mortal. Para evaluar el nivel de consecuencia, tenga en cuenta la consecuencia directa más grave que se pueda presentar en la actividad valorada.
<b>4.6</b>	Nivel de riesgo e intervención	Este valor lo calcula automáticamente la matriz. Los resultados se obtendrán de multiplicar los resultados de nivel de probabilidad por el de consecuencia.
<b>4.7</b>	Interpretación del riesgo	Este valor lo calcula automáticamente la matriz, para obtener el resultado de interpretación se debe interpretar de acuerdo a los criterios de la tabla (nivel de riesgo)
<b>4.8</b>	aceptabilidad del riesgo.	Este valor lo calcula automáticamente la matriz. El resultado se debe dar de acuerdo al significado de interpretación del riesgo
<b>Criterios para controles</b>		

**Tabla 1 (Continuación)**

*Información general para elaborar matriz de peligros GTC 45*

<p>Si existe una identificación de los peligros y valoración de los riesgos en forma detallada es mucho más fácil para las organizaciones determinar qué criterios necesitan para priorizar sus controles; sin embargo, en la práctica de las empresas en este proceso debe tener como mínimo los siguientes criterios.</p>		
<b>5.1</b>	Numero de expuestos	Número de trabajadores involucrados.
<b>5.2</b>	Peor consecuencia	Se determina el mayor efecto posible en la salud del trabajador. Ejemplo: pérdida de la capacidad laboral, lumbalgia con incapacidad permanente parcial.
<b>5.3</b>	Existe requisito legal	La organización establece si existe o no un requisito legal específico a la tarea que se está evaluando para tener parámetros en priorización en la implementación de medidas de intervención.
<b>Medidas de intervención</b>		
<p>Una vez completada la valoración de los riesgos la organización o el <u>Jefe</u> de Salud, Seguridad y Medio Ambiente, debe estar en capacidad de determinar si los controles existentes son <u>suficientes o necesitan mejorar</u>. Para esto debe proponer los controles necesarios y pertinente, bien sean de sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos o equipos y elementos de protección.</p>		
<b>6.1</b>	Eliminación	Modificar un diseño para eliminar el peligro, por ejemplo, introducir dispositivos mecánicos de alzamiento para eliminar el peligro manipulación manual.
<b>6.2</b>	Sustitución	Reemplazar por un material menos peligroso o reducir energía del sistema (por ejemplo, reducir la fuerza, el amperaje, la presión, la temperatura, etc.)
<b>6.3</b>	Control de ingeniería	Instalar sistemas de ventilación, protección para las maquinas, enclavamiento, cerramientos acústicos, etc.)
<b>6.4</b>	Controles administrativos	Señalización, advertencias, instalación de alarmas, procedimientos de seguridad inspecciones de los equipos, controles de acceso de capacitación del personal
<b>6.5</b>	Equipos y elementos de protección personal	Dar recomendaciones referentes a los controles de elementos de protección persona o equipos que sean necesarios ej.: gafas de seguridad, protección auditiva, mascararas faciales, sistemas de detención de caídas, respiradores y guantes. Etc.

**Nota:** En la tabla se presenta la explicación a cada ítem solicitado por la matriz de peligros basada en la metodología GTC 45.

En la siguiente tabla se detalla el significado de las valoraciones empeladas por la metodología GTC 45 en el apartado Evaluación de Riesgos.

**Tabla 2**

*Valoración de parámetros para abordar la matriz de peligros GTC 45*

<b>Nivel de Deficiencia</b>		
<b>NIVEL DE DEFICIENCIA</b>	<b>VALOR DE ND</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>Muy Alto (MA)</b>	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
<b>Alto (A)</b>	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
<b>Medio (M)</b>	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
<b>Bajo (B)</b>	No se Asigna Valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo de intervención cuatro (IV).
<b>Nivel de exposición</b>		
<b>Nivel de exposición</b>	<b>Valor de NE</b>	<b>Significado</b>
<b>Continua (EC)</b>	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral
<b>Frecuente (EF)</b>	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos
<b>Ocasional (EO)</b>	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un período de tiempo corto
<b>Esporádica (EE)</b>	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual
<b>Nivel de probabilidad</b>		

**Tabla 2 (Continuación)**

*Valoración de parámetros para abordar la matriz de peligros GTC 45*

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
<b>Muy Alto (MA)</b>	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
<b>Alto (A)</b>	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
<b>Medio (M)</b>	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
<b>Bajo (B)</b>	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.
<b>Nivel de Consecuencias</b>		
Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños Personales
<b>Mortal o catastrófico (M)</b>	100	Muerte (s)
<b>Muy grave (MG)</b>	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente, parcial o invalidez).
<b>Grave (G)</b>	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
<b>Leve (L)</b>	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.
Nota: Para evaluar el nivel de consecuencias, tenga en cuenta la consecuencia más grave que se pueda presentar en la actividad valorada.		

**Nota:** En la tabla se detalla las valoraciones para los parámetros deficiencia, exposición, probabilidad, y consecuencia utilizados en la matriz GTC 45.

En la siguiente tabla se detalla la Determinación, significado y aceptabilidad del Nivel del Riesgo

**Tabla 3**

*Determinación, significado y aceptabilidad del Nivel del Riesgo matriz GTC 45*

Determinación del Nivel del Riesgo					
Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de Probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de Consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 200 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 250-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20
Significado del Nivel del Riesgo					
Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado			
I	4000 – 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.			
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360.			
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.			
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.			
Aceptabilidad del Riesgo					
Nivel del rango	Significado				
I	No Aceptable				
II	No Aceptable o Aceptable con control específico.				
III	Aceptable				
IV	Aceptable				

**Nota:** En la tabla se detalla la calificación final con su significado y grado de aceptabilidad con respecto a la metodología GTC 45.

### 3.5. SOFTWARE ALOHA

El software ALOHA, cuyo nombre proviene del inglés Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ubicaciones zonales de atmósferas peligrosas), forma parte de los cuatro principales componentes del sistema CAMEO y está diseñado para personas que necesitan analizar sustancias químicas o materiales peligrosos. Este programa se enfoca en proporcionar estimaciones cercanas a los límites superiores de distancias de amenaza relacionados con derrames químicos en accidentes típicos de transporte, centrándose exclusivamente en los riesgos derivados de vapores químicos o sustancias que se dispersan en el aire (Lema, 2018).

ALOHA cuenta con una amplia base de datos sobre propiedades químicas y modelos que permiten calcular la velocidad a la que un químico se libera de su contención y se vaporiza. Además, utiliza una interfaz gráfica que facilite la entrada de datos y la presentación de resultados, representando gráficamente y en texto las áreas afectadas por vapores tóxicos, sobrepresión, radiación térmica o gases inflamables. Este software independiente, compatible con sistemas operativos Windows y Macintosh, fue desarrollado por la División de Respuesta de Emergencia (ERD) de la NOAA en colaboración con la Oficina de Gestión de Emergencias de la EPA. Su objetivo principal es proporcionar herramientas a los equipos de emergencia para estimar la extensión de los riesgos más comunes asociados con derrames químicos (Lema, 2018).

### 3.6. MARCO NORMATIVO

En la siguiente tabla se presenta de manera detallada las normativas aplicables que están relacionadas con la seguridad y la prevención de riesgos asociados a incendios y explosiones dentro de las estaciones de servicio de combustible. Estas disposiciones legales están diseñadas para garantizar un entorno seguro tanto para los trabajadores como para los usuarios, estableciendo criterios y medidas específicas que regulan las instalaciones, el manejo de materiales inflamables, la capacitación del personal y las estrategias de prevención y respuesta ante emergencias potenciales (Nuñez Arteaga, 2021).

**Tabla 4**

*Marco Legal*

NORMATIVA	FECHA DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
Constitución De La República Del Ecuador	20 de octubre 2008	Registro Oficial No. 449
Reglamento de seguridad y salud en el trabajo. Decreto Ejecutivo N°255, 2024.	02 de mayo de 2024	Registro Oficial Suplemento No. 554
Reglamento De Prevención, Mitigación Y Protección Contra Incendios.	2 de abril del 2009	Registro Oficial Suplemento 114
<i>Anexo 3 Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo</i>	<i>09-10-2024</i>	<i>Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196</i>
Transporte, Almacenamiento Y Manejo De Productos Químicos Peligrosos	NTE INEN 2266:2013	Registro Oficial No. 881 del 29 de enero de 2013
Productos Químicos Industriales Peligrosos, Etiquetado De Precaución.	NTE INEN 2288:2000	Registro Oficial No. 117 del 11 de julio de 2000
<i>Instalaciones de gases combustibles para uso residencial, comercial e industrial. Requisitos</i>	<i>NTE INEN 2260: 2010</i>	<i>2010</i>
<i>Colores de identificación de tuberías</i>	<i>NTE INEN 440</i>	<i>-----</i>

**Nota:** En la tabla se detalla la normativa de seguridad en la cual se realizará la verificación del cumplimiento legal.

## 4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

---

Este trabajo siguió un enfoque de investigación mixta al abordar tan el enfoque Cualitativa (Análisis del nivel de riesgo en base a los resultados numéricos obtenidos) y Cuantitativa (Análisis de los resultados del modelamiento del radio de riesgo). En una primera etapa, se evaluó los peligros presentes mediante una revisión bibliográfica y aplicación de metodología estandarizada. Posteriormente, se realizó el modelado del alcance de estos peligros. Además, este estudio tiene un enfoque aplicado a la realidad de la empresa Quantumpharm. Su alcance es exploratorio, ya que identifica los riesgos presentes por el almacenamiento de sustancias inflamables. Luego, se asoció las dimensiones de evaluación de riesgos con las respectivas variables de mitigación. A continuación, se describe de manera detallada la metodología empleada.

### 4.1. ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS INFLAMABLES

A continuación, se presenta las principales condiciones iniciales que se consideraron para la investigación de acuerdo con las actividades desarrolladas en la empresa:

#### 4.1.1. TIPOS DE SUSTANCIAS INFLAMABLES ALMACENADAS

Detalla los tipos específicos de materiales inflamables almacenados en la empresa Quantumpharm y sus propiedades (Alcohol y GLP). Es fundamental identificar y detallar los tipos de materiales inflamables almacenados en la empresa ya que conocer sus propiedades específicas permite establecer medidas de seguridad adaptadas a cada sustancia, lo que facilita la implementación de sistemas de protección, el manejo adecuado y una respuesta efectiva ante emergencias, además de garantizar el cumplimiento de normativas y la capacitación del personal para minimizar riesgos y evitar incidentes graves (Astros et al., 2019).

#### 4.1.2. UBICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL ALMACENAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS INFLAMABLES.

Se describió dónde se almacenaban las sustancias, incluyendo el tipo de contenedores de almacenamiento (por ejemplo, tanques, barriles, bidones). Es fundamental describir el lugar de almacenamiento y los contenedores utilizados para las sustancias inflamables como tanques barriles o bidones porque permite identificar vulnerabilidades en la infraestructura optimizar la seguridad en el manejo y almacenamiento y garantizar el cumplimiento de las normativas adecuadas para cada material además facilita la implementación de medidas preventivas para reducir riesgos de fugas incendios o explosiones (L. S. da Silva et al., 2023).

### 4.1.3. AMBIENTE DE ALMACENAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS INFLAMABLES

Se describió las condiciones ambientales relevantes como temperatura, humedad relativa, radiación solar, dirección y velocidad del viento. Se efectuó la recopilación de las series de datos registrados en la estación climatológica más cercana al área que para este caso es la estación meteorológica San Antonio (2017 – 2024), y el periodo se eligió desde al año 2017 al ser este el inicio de la recopilación de información meteorológica por parte de dicha estación de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ).

**Tabla 5**

*Datos de la estación meteorológica San Antonio.*

Código REMMAQ	Nombre de la Estación	Tipo	Latitud	Longitud	Altitud	Institución propietaria
<b>M5042</b>	San Antonio	Meteorológica	- 0,01500	- 78,453056	2420 msnm	REMMAQ

**Nota:** En la tabla se presenta las características principales de la estación meteorológica San Antonio.

Los datos de cada parámetro que entran en el análisis (temperatura, humedad relativa, radiación solar, dirección y velocidad del viento) fueron promediados para obtener una media mensual por año, esta media mensual es el valor que se utilizó de base para la interpretación de la evolución del clima durante el período de análisis.

Para el modelamiento de la rosa de vientos, se deben utilizar los programas WRPLOT y ALOHA, en los cuales se ingresarán los datos de dirección y velocidad del viento correspondientes al período 2017-2024. Una vez generada la rosa de vientos, se procederá a elaborar el mapa correspondiente con el apoyo del software ArcMap 10.8.

#### 4.1.4. CANTIDADES Y CONFIGURACIÓN

Se especificó la cantidad de cada sustancia inflamable almacenada, su consumo mensual dentro del año 2024, además de la cantidad de sustancias inflamables almacenadas y su consumo durante el año es esencial para gestionar los riesgos de incendio y explosión, permitiendo una planificación adecuada de medidas preventivas y respuesta a emergencias según la cantidad de material en uso (Chacua, 2021). Se realizó la comparación con las especificaciones de extinción con incendios NFPA 30 de acuerdo a la cantidad que se dispone de líquido inflamable en el tanque (Alcohol).

#### 4.1.5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y EQUIPOS EXISTENTES

Se incluyó las medidas de seguridad implementadas en el área del GLP y cuarto del Alcohol, como sistemas de supresión de incendios, controles de temperatura, barreras de contención y señales de advertencia.

#### 4.1.6. REGISTROS HISTÓRICOS O INFORMES DE INSPECCIÓN

Se describió cualquier inspección previa, registros de controles de seguridad o problemas reportados relacionados con las condiciones de almacenamiento.

#### 4.1.7. CUMPLIMIENTO LEGAL

Se evaluó el cumplimiento de las condiciones de almacenamiento, equipos, infraestructura, mecanismos para atender emergencias entre otros puntos con las normativas o estándares de la industria para materiales inflamables. Esta evaluación se la lleva a cabo tanto para el cuarto del Alcohol como para el área del GLP. La nomenclatura de evaluación es la siguiente:

- S: Existe cumplimiento a cabalidad con el ítem de la normativa evaluada
- N: No existe cumplimiento a cabalidad con el ítem de la normativa evaluada
- NA: No aplica a la sección cuarto de alcohol o área del GLP
- Justificativo: En esta parte se detalla el porque del cumplimiento o incumplimiento.

## 4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROSOS DE EXPLOSIÓN – INCENDIOS ACTUALES

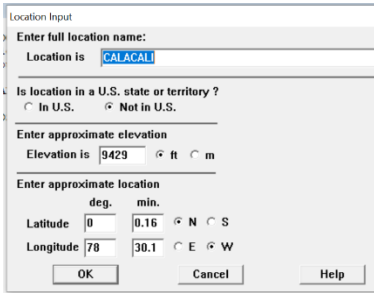
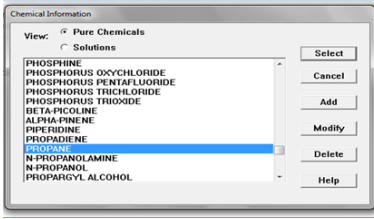
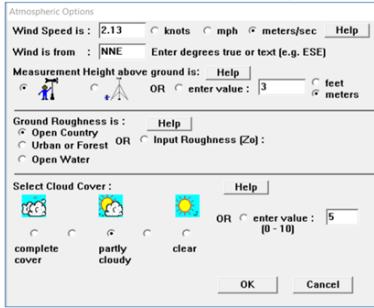
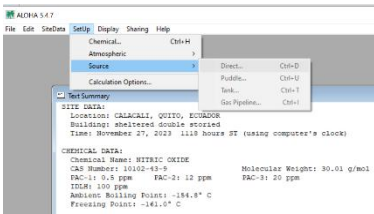
### 4.2.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para el moldeamiento del escenario de incendio-explosión provenientes por el almacenamiento de GLP, almacenamiento de alcohol se debe proceder a usar el programa ALOHA, en el que se deben subir los respectivo datos y especificaciones técnicas del tanque y características de los escenarios planteados anteriormente. Con estos datos se debe genera el mapa del área de influencia directa por estos factores por separado con ayuda del programa ArcMap 10.8.

Los pasos generales para la generación del área de influencia directa son descritos en la siguiente tabla:

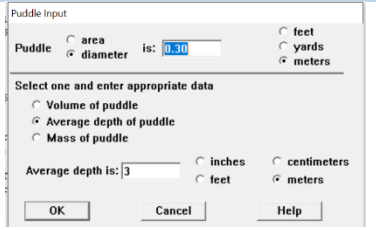
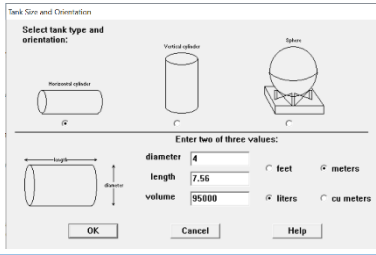
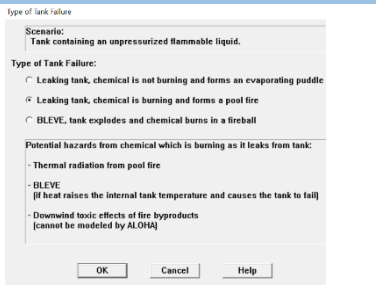
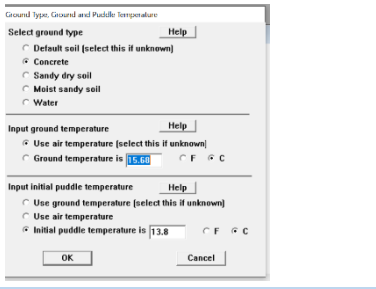
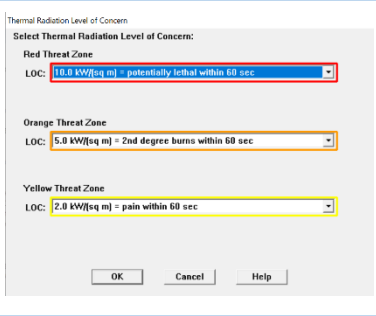
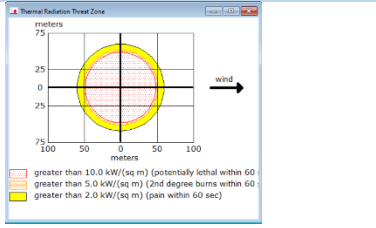
**Tabla 6**

*Modelamiento de escenarios en ALOHA*

<b>PROTOCOLO DE ELBORACIÓN</b>	
<p>a. Para iniciar la simulación se debe ingresar los datos de la localización exacta del punto donde se encuentra ubicado el punto de monitoreo: Tanque de GLP, Tanque de Alcohol o el punto de emisión del caldero dependiendo del análisis a realizar, así como sus respectivas coordenadas</p>	
<p>b. Se escoge la sustancia en el programa (gases de combustión por parte del caldero, alcohol o propano), para el cálculo de la simulación del escenario de riesgo ambiental, en este apartado se debe ingresar especificaciones de la sustancia como: densidad, temperaturas, niveles de concentración de inflamación, puntos críticos entre otros.</p>	 <p>Si en la base de datos cargados automáticamente no se evidencia la sustancia se debe ingresar manualmente los datos en base a la página CAMEO CHEMICALS.  <a href="https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/11452">https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/11452</a></p>
<p>c. Se inicia la simulación ingresando los datos atmosféricos de la zona en la interfaz, los cuales deben ser tomados de la estación meteorológica más cercana a la empresa. Los datos solicitados son velocidad del viento, dirección del viento, condición del sitio, cobertura de nubes, temperatura ambiental y humedad relativa.</p>	
<p>d. A continuación, se debe seleccionar el tipo de escenario de impacto ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación directa.</li> <li>• Contaminación emitida por una chimenea</li> <li>• Almacenamiento en tanques</li> <li>• Gasoductos</li> </ul>	

**Tabla 6 (Continuación)**

*Modelamiento de escenarios en ALOHA*

<p>e. Seguidamente, se ingresan los datos del escenario solicitado por el programa como son medidas de altura y volumen del tanque, temperatura de almacenamiento, estado (gas o líquido), altura de la chimenea, diámetro de la chimenea entre otros dependiendo del escenario seleccionado. Se simula para un accidente a temperatura ambiental y condiciones normales de operación.</p>	 
<p>f. Se escoge las especificaciones técnicas del escenario crítico como: incendio, derrame, fugas por válvulas, entre otros dependiendo de lo seleccionado en el apartado d.</p>	 
<p>g. A continuación, se selecciona el nivel de radiación térmica analizado hasta su media expresión para la determinación del área de influencia directa, mientras que para el área de influencia indirecta se tomará el radio de expansión máxima ya que los efectos a este radio serían leves.</p>	
<p>h. Con los datos obtenidos se simula la onda explosiva que se generaría por el escenario de riesgo ambiental analizado.</p>	

**Tabla 6 (Continuación)***Modelamiento de escenarios en ALOHA*

- i. Finalmente se debe generar el respectivo mapa en ArcMap de acuerdo con los resultados obtenidos en ALOHA y ploteado en Google Earth.



**Nota:** En la tabla se presenta el protocolo a seguir para el modelamiento del escenario de incendio y/o explosión

## 4.2.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE GTC

45

En base a la recopilación de información inicial y determinación del área de influencia por factor de incendio – explosión debido al almacenamiento de materiales inflamables se levantó la matriz de riesgos con metodología GTC 45

## 4.3. ESTUDIO DEL ALCANCE DE LOS PELIGROS DE EXPLOSIÓN – INCENDIO POR ALMACENAMIENTO DE MATERIALES INFLAMABLES EN TANQUES

En base a los resultados obtenidos se elaboró un plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol de mejora para el control de riesgos por factor de incendio – explosiones debido al almacenamiento de materiales inflamables, en el cual incluye:

- Medidas propuestas: Explicar las acciones específicas incluidas en el plan, como capacitaciones, adecuaciones en las instalaciones y un programa de inspecciones periódicas.
- Indicadores de cumplimiento a las medidas propuestas.
- Medios de verificación que den fiel cumplimiento a las medidas.
- Periodicidad.
- Responsable de la aplicación de acuerdo con el personal de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.
- Determinación de la jerarquía de controles.

El plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol es crucial para controlar los riesgos por materiales inflamables e incluye acciones como capacitaciones, adecuaciones en las instalaciones, inspecciones periódicas y un sistema de verificación además establece indicadores de cumplimiento, asigna responsabilidades y determina la periodicidad de las medidas todo esto asegura una gestión efectiva de riesgos y la protección de las personas y las instalaciones (Calderón Landívar et al., 2025).

#### 4.3.1. REEVALUACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE GTC 45

En base a las medidas propuestas en el plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol se reevaluó los riesgos por medio de la

metodología GTC 45. Reevaluar los riesgos después de implementar medidas preventivas es crucial para asegurar que las acciones tomadas sean efectivas y para identificar posibles áreas de mejora, este proceso permite verificar que los riesgos se mantengan dentro de niveles seguros, ajustándose a las circunstancias cambiantes, así se garantiza una gestión de riesgos continua y adaptativa, protegiendo tanto a las personas como los recursos de la empresa (Alvarado, 2024).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN


### 5.1. CONDICIONES INICIALES DEL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS INFLAMABLES

#### 5.1.1. TIPOS DE SUSTANCIAS INFLAMABLES ALMACENADAS

La empresa Quantumpharm Cía. Ltda., almacena dos sustancias inflamables en tanques: alcohol al 96% y gas licuado de petróleo. A continuación, se presentan las propiedades de estos materiales en las siguientes tablas.

**Tabla 7**

#### *Características del Alcohol*

<p><b>1. Identificación del material y la compañía</b>  <i>Nombre comercial:</i> Alcohol Etilico.  <i>Nombre químico:</i> Etil Alcohol, Etanol.  <i>Familia química:</i> Alcoholes.  <i>Fórmula química:</i> C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH  <i>Nombre de la comercializadora:</i>            TODOENALCOHOL S.A.</p>	<p><b>2. Identificación de los riesgos</b></p> 	<p><b>3. Composición/ información de ingredientes</b>  <i>Ingredientes:</i> Etanol.  <i>% (p/p):</i> &gt;96%.  <i>TLV:</i> 1880 mg/m<sup>3</sup>  <i>CAS N.:</i> 64-17-5</p>
<p><b>4. Propiedades físicas químicas</b> <i>Apariencia:</i>            Líquido claro.  <i>Olor:</i> Olor característico.  <i>Punto de ebullición a 760 mmHg:</i> 78°C.  <i>Solubilidad en agua:</i> Miscible sin limitaciones en agua.  <i>pH a 10 g/l H<sub>2</sub>O (20°C):</i> 7.0  <i>Punto de inflamación:</i> 13°C  <i>Temperatura de auto ignición:</i> 423°C.  <i>Límite inferior de inflamabilidad:</i> 3.3 (% Vol. en aire)  <i>Límite superior de inflamabilidad:</i> 19 (% Vol. en aire)  <i>Punto de Fusión:</i> -117°C  <i>Densidad a 20°C:</i> 0,79 Kg/l</p>	<p><b>5. Riesgos de fuego y explosión</b>  <i>Peligros físicos:</i> El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.  <i>Peligros químicos:</i> Reacciona lentamente con hipoclorito cálcico, óxido de plata y amoníaco, originando peligro de incendio y explosión.            Reacciona violentamente con oxidantes fuertes tales como, ácido nítrico o perclorato magnésico, originando peligro de incendio y explosión.  <i>Explosión:</i> Líquido y vapor inflamables. - En contacto con oxidantes puede causar fuego; las mezclas vapor – aire son explosivas en valores superiores del punto de inflamación. Sensible a la descarga estática.  <i>Consideraciones especiales:</i> No fumar, evitar llama abierta, no producir chispas, controlar energía estática</p>	<p><b>6. Medios de extinción recomendada.</b>            CO<sub>2</sub> Polvo químico seco ESPUMA (AFFF) Usar ropa protectora especial y equipo de respiración autónomo.   <i>Procedimientos especiales caso de explosión o incendios:</i>            Polvo, espuma resistente al alcohol, AR-AFFF, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)            En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua. Evitar las llamas, No producir chispas y No fumar. No poner en contacto con oxidantes fuertes. Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión.            Las mezclas vapor/aire son explosivas</p>

**Tabla 7 (Continuación)**


*Características del Alcohol*

<p><b>7. Datos de protección personal</b>          Los tipos de protección personales deben elegirse específicamente según el puesto de trabajo en función de la cantidad y concentración del producto.  <i>Ojos:</i> Gafas ajustadas de seguridad.  <i>Inhalación:</i> Utilice mascarillas apropiadas para vapores.  <i>Piel:</i> Usar guantes protectores, sustituir la ropa contaminada  <i>Ingestión:</i> No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo</p>	<p><b>8. Manejo y almacenamiento</b>  <i>Manejo:</i> Mantener alejado de las fuentes de ignición del producto. Evitar las cargas electrostáticas  <i>Almacenamiento:</i> Almacene y maneje el producto alejado de las fuentes de calor. Identifique los tanques o depósitos del producto. Utilice equipos y herramientas que no produzcan chispas.</p>	<p><b>9. Estabilidad y reactividad</b>  <i>Estabilidad química:</i> Estable en condiciones normales de uso y almacenamiento (temperatura ambiente, presión atmosférica, producto no contaminado, ambiente no corrosivo).  <i>Condiciones que se debe evitar:</i> Exposición a altas temperaturas. Evitar la llama directa, calor y otras fuentes de ignición. Puede ocasionar fuego en contacto con nitratos, oxidantes fuertes, álcalis fuertes, ácidos.</p>
---	--	---

**Nota:** En la tabla se presenta las características del alcohol al 96% recopiladas de la Hoja de Seguridad del proveedor TODOENALCOHOL S.A., quien distribuye este producto a la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.

**Tabla 8**

*Características del GLP*

<p><b>1. Identificación del material y la compañía</b>  <i>Nombre del producto:</i> Gas licuado comercial odorizado.  <i>Nombre químico:</i> Mezcla Propano – Butano.  <i>Familia química:</i> Hidrocarburos del petróleo.  <i>Fórmula química:</i> C3H8 – C4H10.          Sinónimos: Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo.  <i>Nombre de la comercializadora:</i> ENI ECUADOR</p>	<p><b>2. Identificación de los riesgos</b></p> 	<p><b>3. Composición/ información de ingredientes</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre componente</th> <th>Propano</th> <th>Butano</th> <th>Etil - mercaptano (odorizante)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>%</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>0,0017 – 0,0028</td> </tr> <tr> <td>No CAS</td> <td>74-98-6</td> <td>106-97-8</td> <td>75-08-1</td> </tr> <tr> <td>No. UN</td> <td>1075</td> <td>1011</td> <td>2363</td> </tr> <tr> <td>LMPE: PPT, CT</td> <td>Asfixiante simple</td> <td>PPT: 800 ppm</td> <td>PPT: 0,95 ppm CT: 2 ppm</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>TWA 350 mg/m<sup>3</sup>. CL 1800 mg/m<sup>3</sup>/15 minutos</b>          (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas)</p>	Nombre componente	Propano	Butano	Etil - mercaptano (odorizante)	%	60	40	0,0017 – 0,0028	No CAS	74-98-6	106-97-8	75-08-1	No. UN	1075	1011	2363	LMPE: PPT, CT	Asfixiante simple	PPT: 800 ppm	PPT: 0,95 ppm CT: 2 ppm
Nombre componente	Propano	Butano	Etil - mercaptano (odorizante)																			
%	60	40	0,0017 – 0,0028																			
No CAS	74-98-6	106-97-8	75-08-1																			
No. UN	1075	1011	2363																			
LMPE: PPT, CT	Asfixiante simple	PPT: 800 ppm	PPT: 0,95 ppm CT: 2 ppm																			
<p><b>4. Propiedades físicas químicas.</b>  <i>Peso molecular:</i> 49,7.  <i>Temperatura de ebullición 1 atm:</i> -32,5 °C.  <i>Temperatura de fusión:</i> -167,9°C.  <i>Densidad de vapores (aire = 1) a 15,5°C:</i> 2,01 (dos veces <u>mas</u> pesado que el aire).  <i>Densidad del líquido (agua = 1) a 15,5°C:</i> 0,540  <i>Presión vapor a 21,1°C:</i> 4500 mmHg.  <i>Relación de expansión (líquido a gas a 1 atm):</i> 1 a 242 (un litro de gas líquido se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de aproximadamente 11 000 litros)  <i>Apariencia y color:</i> Gas insípido e incoloro a temperatura y presión ambiente. Tiene un odorizante que le proporciona un olor característico fuerte y desagradable.          Punto flash: -98°          Límite de explosividad inferior: 1,8%          Límite de explosividad superior: 9,3%          Temperatura de ebullición: -32,5°C</p>	<p><b>5. Riesgos de fuego y explosión</b>          Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chismas, flamas y calor) producen un incendio o explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones son las fuentes de ignición más comunes. Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de GLP se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivos, estas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar.</p>	<p><b>6. Medios de extinción recomendada.</b>          Medios de extinción: Polvo químico seco, bióxido de carbono, agua de rociadores para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.</p>																				

**Tabla 8**

*Características del GLP*

<p><b>7. Datos de protección personal</b>          Ventile las áreas confinadas, donde puedan acumularse mezclas inflamables.          Protección Respiratoria: En espacios confinado con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración, en estos casos la atmósfera es inflamable o explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.          Ropa de protección: Evite el contacto de la piel con el gas licuado debido a la posibilidad de quemaduras frías. El personal especializado que interviene en casos de emergencia deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.</p>	<p><b>8. Manejo y almacenamiento</b>  <i>Almacene los recipientes en lugares autorizados, lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables.</i>  <i>Precauciones en el manejo: Los vapores del gas licuado son más pesado que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existen una buena ventilación para disiparlos. Nunca bisque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas. Asegúrate que la válvula del contenedor esté cerrada cuando se conecta o se desconecta un cilindro.</i></p>	<p><b>9. Estabilidad y reactividad</b>  <i>Estabilidad química:</i> Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo  <i>Condiciones que se debe evitar:</i> Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidante fuertes.  <i>Productos peligrosos de combustión:</i> Los gases o humos, productos normales de la combustión son bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono (gas tóxico), ya sea que provenga de un motor de combustión o por uso doméstico. También puede producir aldehídos (irritante de nariz y ojos) por la combustión incompleta.  <i>Peligros de polimerización:</i> No polimeriza.</p>
---	---	--

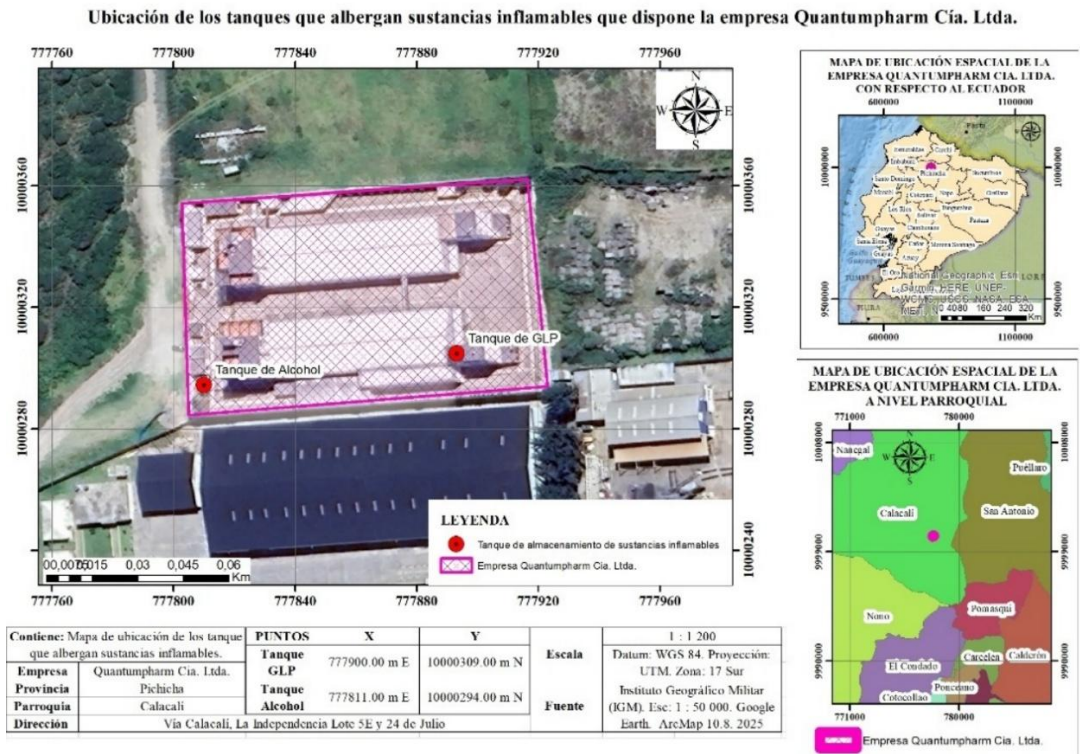
**Nota:** En la tabla se presenta las características del GLP recopiladas de la Hoja de Seguridad del proveedor ENI ECUADOR, quien distribuye este producto a la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.

## 5.1.2. UBICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL ALMACENAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS INFLAMABLES.

La empresa dispone de dos tanques que albergan sustancias inflamables. El primer tanque almacena GLP con capacidad 4 m<sup>3</sup> y se encuentra ubicado en la terraza del edificio 4. El segundo tanque almacena Alcohol al 96% tiene una capacidad de 16 500 litros y está ubicado en un cuarto por independiente en la parte externa de las plantas productivas. En las siguiente figura y tabla se muestra la ubicación espacial y las características de los tanques.

**Figura 2**



*Ubicación espacial de los tanques que albergan sustancias inflamables*



**Nota:** En la Figura se observa la ubicación georreferenciada de los tanques que albergan sustancias inflamables de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.

**Tabla 9**

*Características de los tanques de almacenamiento del Alcohol al 96% y GLP*

Tanque de GLP		Tanque de Alcohol	
<b>Área de Almacenamiento de GLP</b>		<b>Capacidad útil</b> 15 000 litros	
Tipo tanque	Estacionario vertical	Capacidad total	16 500 litros
Capacidad demanda total de equipos	2128500 [Btu/h]	Características	Forma cilíndrica horizontal con dos silletas Tapas laterales son de forma cónica con sus filos rebordeados
Válvulas	Seguridad: 1" NPT. Llenado: 1 1/4" NPT. Exceso de flujo: 3/4" NPT	Tapa en la parte superior del tanque	Un manhole superior abatible y hermético con empaque diámetro 500 mm
Temperatura Ambiente	15°C	Válvulas	Dos válvulas Presión-Vacio roscadas DN 2" NPT que permiten la entrada de aire durante el vaciado y permiten la salida de aire durante el llenado
Presión del Tanque	100 PSI	Salida de alcohol	Una salida de 1 1/2" con unión SMS sanitario en el fondo del tanque
Ubicación del lugar	2 850 msnm	Desagüe	Una unión roscada de 1" NPT para el desagüe, en el fondo
Capacidad útil Tanque	1700 Kg/h	Material	Aero inoxidable AISI 316: El tanque y accesorios Espesor de 3 mm
Consumo diario de GLP	170, 28 Kg/día	<b>Cuarto de alcohol</b>	
Capacidad de Vaporización 1 tanque (40%)	501 829 [Btu/h]		
			

**Nota:** En la tabla se presenta las características de los tanques que albergan alcohol al 96% y GLP que dispone la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.

### 5.1.3. AMBIENTE DE ALMACENAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS INFLAMABLES.

En la siguiente tabla se muestra los valores de temperatura en grados centígrados realizado en base a los datos reportados por la estación meteorológica San Antonio desde el año 2017 a 2024.

**Tabla 10**

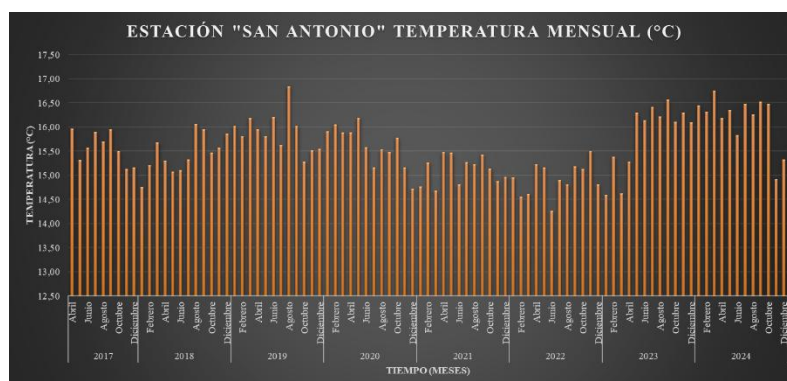
*Valores promedio mensuales de temperatura (Estación San Antonio).*

REGISTRO HISTÓRICO DE TEMPERATURA (°C)										
ESTACIÓN:	San Antonio	LONGITUD:	-0,015	m	PERIODO:	2017-2024				
CODIGO:	M5042	LATITUD:	-78,453	m	PROVINCIA:	Pichincha				
TIPO:	Meteorológica	ELEVACIÓN:	2420	msnm	INSTITUCIÓN:	REMAAQ				
Empresa Quantumpharm										
	MES	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2017-2024
TEMPERATURA (°C)	ENERO		14,75	16,02	15,91	14,76	14,95	14,59	16,45	15,16
	FEBRERO		15,20	15,80	16,05	15,26	14,56	15,38	16,32	15,37
	MARZO		15,67	16,18	15,89	14,67	14,61	14,62	16,75	15,27
	ABRIL	15,96	15,30	15,95	15,88	15,47	15,23	15,28	16,18	15,58
	MAYO	15,31	15,07	15,81	16,18	15,46	15,16	16,29	16,34	15,61
	JUNIO	15,56	15,10	16,20	15,57	14,81	14,25	16,14	15,83	15,38
	JULIO	15,89	15,33	15,62	15,15	15,26	14,89	16,42	16,48	15,51
	AGOSTO	15,69	16,06	16,84	15,53	15,23	14,80	16,22	16,26	15,77
	SEPTIEMBRE	15,95	15,95	16,02	15,48	15,43	15,18	16,57	16,52	15,80
	OCTUBRE	15,50	15,46	15,28	15,77	15,14	15,12	16,10	16,48	15,48
	NOVIEMBRE	15,12	15,56	15,51	15,16	14,87	15,50	16,29	14,92	15,43
	DICIEMBRE	15,16	15,86	15,54	14,71	14,96	14,81	16,09	15,32	15,30
	PROMEDIO	15,57	15,44	15,90	15,61	15,11	14,92	15,83	16,15	
PROMEDIO	15,57									
Datos en los cuales no reportó la estación San Antonio										

**Nota:** En la tabla se presenta los valores promedio mensuales de temperatura comprendidos del periodo 2017 a 2024.

**Figura 3**

*Valores mensuales multianual de temperatura (Estación San Antonio).*



**Nota:** En la figura se presenta los valores promedio mensuales de temperatura comprendidos del periodo 2017 a 2024.

En la siguiente tabla se muestra los valores de humedad relativa (%) realizado en base a los datos reportados por la estación meteorológica San Antonio desde el año 2017 a 2024.

**Tabla 11**

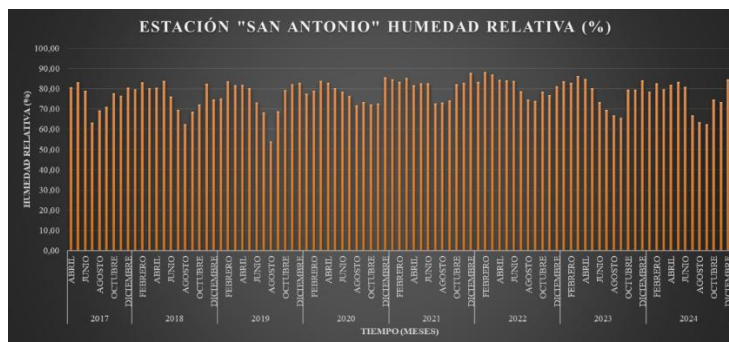
*Valores promedio mensuales de temperatura (Estación San Antonio).*

REGISTRO HISTÓRICO DE HUMEDAD RELATIVA (%)										
ESTACIÓN:	San Antonio	LONGITUD:	-0,015	m	PERIODO:	2017-2024				
CODIGO:	M5042	LATITUD:	-78,45	m	PROVINCIA:	Pichincha				
TIPO:	Meteorológica	ELEVACIÓN:	2420	msnm	INSTITUCIÓN:	REMAAQ				
Empresa Quantumpharm										
	MES	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2017-2024
HUMEDAD RELATIVA (%)	ENERO		79,73	75,00	77,36	84,57	83,25	83,61	78,54	80,29
	FEBRERO		83,09	83,44	78,92	83,35	88,21	82,91	82,58	83,22
	MARZO		80,25	81,50	83,75	85,34	86,90	86,31	79,68	83,39
	ABRIL	80,58	80,46	81,82	82,89	81,68	84,21	84,66	81,88	82,27
	MAYO	83,09	83,74	80,18	80,22	82,48	84,09	80,23	83,32	82,17
	JUNIO	78,95	76,12	73,05	78,55	82,53	83,73	73,39	80,87	78,40
	JULIO	63,18	69,49	68,14	76,16	72,62	78,75	69,38	66,69	70,55
	AGOSTO	69,17	62,47	53,77	71,59	73,20	74,46	66,78	63,38	66,85
	SEPTIEMBRE	70,91	68,56	68,62	73,33	74,12	73,93	65,47	62,27	69,65
	OCTUBRE	77,62	72,14	79,14	72,13	82,05	78,37	79,47	74,61	76,94
	NOVIEMBRE	76,58	82,31	82,20	72,50	82,87	76,73	79,46	73,42	78,26
	DICIEMBRE	80,34	74,61	82,77	85,53	87,60	81,24	83,97	84,56	82,58
PROMEDIO	75,60	76,08	75,80	77,74	81,03	81,16	77,97	75,98		
PROMEDIO	77,67									
Datos en los cuales no reportó la estación San Antonio										

**Nota:** En la tabla se presenta los valores promedio mensuales de humedad relativa comprendidos del periodo 2017 a 2024.

**Figura 4**

*Valores mensuales multianual de humedad relativa (Estación San Antonio).*

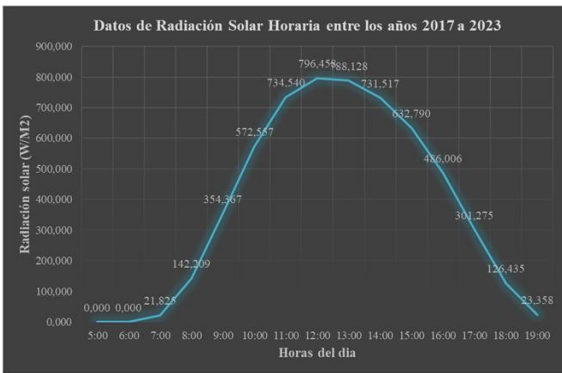


**Nota:** En la figura se presenta los valores promedio mensuales de humedad relativa comprendidos del periodo 2017 a 2024.

En la siguiente tabla se muestra los valores de radiación solar (W/m<sup>2</sup>) realizado en base a los datos reportados por la estación meteorológica San Antonio desde el año 2017 a 2024.

**Tabla 12**

*Valores promedio horario de radiación solar (Estación San Antonio)*

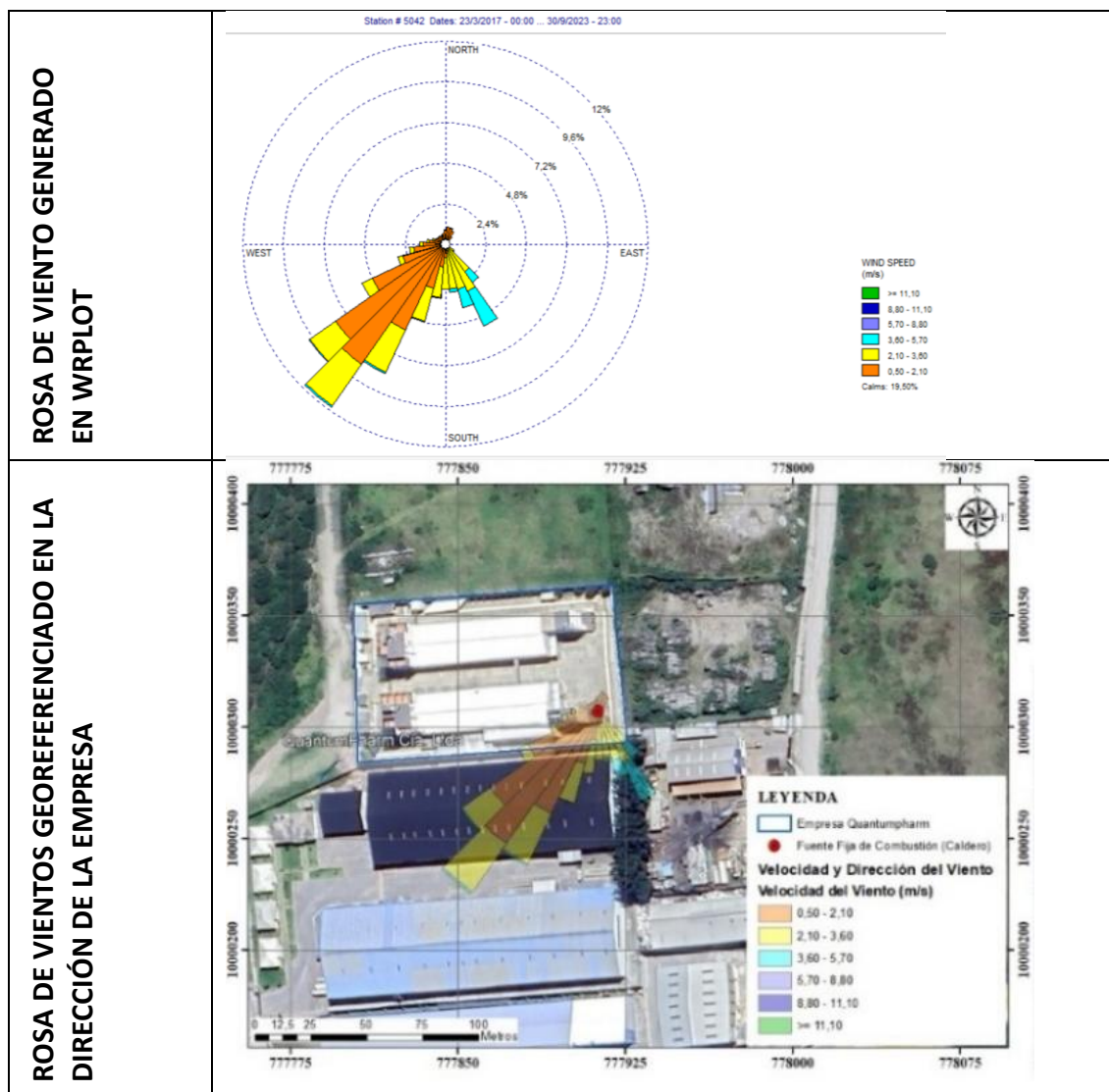
VALORES		GRÁFICA
Promedio Hora (2017-2024)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
6:00	0,000	
7:00	21,825	
8:00	142,209	
9:00	354,367	
10:00	572,557	
11:00	734,540	
12:00	796,458	
13:00	788,128	
14:00	731,517	
15:00	632,790	
16:00	486,006	
17:00	301,275	
18:00	126,435	
19:00	23,358	

**Nota:** En la figura se presenta los valores promedio horario de radiación solar comprendidos del periodo 2017 a 2024.

En base a los datos recopilados de la estación meteorológica San Antonio 2017 a 2024 y con la ayuda del programa WRPLOT se determinó la rosa de vientos para el área circundante a la empresa Quantumpharm Cía. Ltda. En la siguiente tabla se presenta la rosa de vientos y el mapeo en la empresa, donde se evidencia la velocidad promedio de viento 1,42 m/s y dirección predominante del área Suroeste

**Tabla 13**

*Rosa de vientos meteorológica de dirección y velocidad de vientos (Estación San Antonio)*



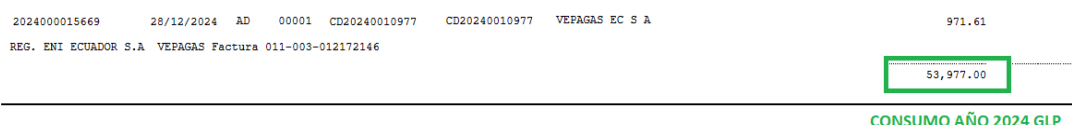
**Nota:** Con lo expuesto en la gráfica anterior los vientos tienen una dirección Suroeste con una velocidad promedio de 1,42 m/s ello base al análisis estadístico de los datos recopilados de la estación meteorológica San Antonio 2017 a 2025

### 5.1.4. CANTIDADES Y CONFIGURACIÓN

En la siguiente tabla se muestra el consumo de GLP y Alcohol durante todo el año 2024.

**Tabla 14**

*Consumo de GLP y Alcohol.*

CONSUMO DE GLP (COMPRA A PROVEEDOR EXTERNO)			
<p>La empresa Quantumpharm Cía. Ltda., abastece su tanque de GLP a través de la compra de este insumo a la empresa ENI ECUADOR. El consumo en kilogramos del 2024 se muestra en la siguiente imagen.</p>  <p>2024000015669    28/12/2024    AD    00001    CD20240010977    CD20240010977    VEPAGAS EC S A    971.61            REG. ENI ECUADOR S.A VEPAGAS Factura 011-003-012172146</p> <p style="text-align: right; border: 1px solid green; padding: 2px;">53,977.00</p> <p style="text-align: right; color: green;">CONSUMO AÑO 2024 GLP</p>			
CONSUMO DE ALCOHOL (COMPRA A PROVEEDOR EXTERNO)			
<p>La empresa Quantumpharm Cía. Ltda., abastece su tanque de alcohol a través de la compra de este insumo a proveedores externos. El consumo en kilogramos del 2024 se muestra en la siguiente imagen.</p>			
INSUMO	Fecha de ingreso al tanque	CANTIDAD	PROVEEDOR
Alcohol 96°GL	22-02-2024	2418,9 kg	QUIMATEC
Alcohol 96°GL	23-05-2024	2409,00 kg	TODOENALCOHOL
Alcohol 96°GL	01-08-2024	2400,90 kg	TODOENALCOHOL
Alcohol 96°GL	05-12-2024	2424,90 kg	TODOENALCOHOL
Alcohol 96°GL	17-01-2025	2400,90 kg	TODOENALCOHOL
<b>Consumo anual 02-2024 a 02-2025</b>		<b>12 054,6 kg</b>	

**Nota:** La empresa Quantumpharm Cía. Ltda. utiliza exclusivamente GLP y alcohol en su proceso productivo, sin emplear ningún otro tipo de combustible fósil.

Con respecto a la cantidad de alcohol almacenada esta no supera los 5000 galones por lo no se requiere instalar un sistema contra incendio a base de espuma ello de acuerdo con la normativa NFPA 30, sin embargo, no se dispone de otro mecanismos que extinga un incendio de la magnitud almacenada actualmente.

### 5.1.5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y EQUIPOS EXISTENTES

En las siguientes tablas se muestran las medidas de protección y equipos existentes en el área del GLP y cuarto del Alcohol.

**Tabla 15**

*Medidas de protección y equipos existente en el GLP.*

	<p>Dispone de una boca de incendio equipada colocado a una altura de 1,20 m, empotrado a la pared con señalización. Además, dispone de extintor de 10lbs PQS, una llave spanner, un hacha pico 5 lbs.</p>		<p>El tanque esta sobre un piso de hormigón N+10,45 del terreno.</p>
	<p>El área cuenta con un pulsador de emergencia. Está hecha de zinc fundido a presión y acabadas con pintura de recubrimiento en polvo epoxi rojo complementada con rayas y marcas de color aluminio</p>		<p>El sitio cuenta con letreros de señalización de seguridad</p>

**Tabla 15 (Continuación)**

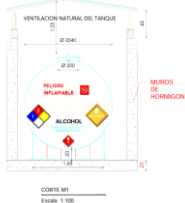









*Medidas de protección y equipos existente en el GLP.*

	<p>Puesta a tierra para tanques. Cable desnudo de cobre que se conecta a una varilla cooperweld, con resistencia total es inferior a 20 ohmios.</p>		<p>La conexión al tanque esta con manguera de alta presión prensada con acople macho de 1/2" NPT y conecto POLL.</p>
	<p>Puesta a tierra para auto – tanques. Cable desnudo de cobre con una pinza lagarto que se conecta a una varilla cooperweld, con resistencia total es inferior a 20 ohmios.</p>		<p>Medidor magnético de nivel de líquido 1" NPT  Válvula de seguridad: 1" NPT</p>
	<p>Línea de enfriamiento de hierro galvanizado en posición horizontal sobre el tanque con 3 splinkers. Dispone de corte rápido manual de palanca a N+0,00</p>		<p>Tubería de consumo de hierro negro, sin costura, cédula 40 de diámetro 1" y 3/4., protegida con pintura amarilla, cinta ducto, canal troquelado y con vinchas metálicas</p>
	<p>Dispone de una válvula de corte antes y después del regulador de primera etapa. Equipo de consumo dispone de una válvula de corte individual previa al regulador de presión</p>		<p>La línea de consumo de GLP de hierro negro se la realizo con uniones por proceso de soldadura eléctrica al arco, con material de aporte E-6010, E-6013</p>
	<p>El área cuenta con un pararrayo. El pararrayo es del tipo PDC (Pararrayos con Dispositivo de Cebado) y está instalado en la cubierta de la edificación correspondiente en un mástil de 6,00 m. Ensayados con corrientes tipo rayo de hasta 200 kA (10/350 µs). Marca: NIMBUS. Acero INOX AISI 316 y componentes no fungibles.</p>		
			

**Nota:** En la tabla se presenta las medidas de protección y equipos existente en el área de GLP, tomando en consideración que se encuentra ubicado en la terraza del edificio 4 de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.



**Tabla 16**

*Medidas de protección y equipos existente en el cuarto del alcohol.*

	<p>Se tiene construido un cubeto en hormigón armado con paredes de 25 cm, recubierta sus paredes con pintura ignífuga en el caso de un derrame, el tanque se encuentra alejado de las edificaciones y cuenta con ventilación natural al perímetro del tanque</p>		<p>Tanque es de forma cilíndrico horizontal con dos silletas</p>
	<p>Señalética del tanque al interior</p>		<p>Ingreso y salida al cuarto de alcohol</p>
	<p>Puesta a tierra al tanque</p>		<p>División de la bomba neumática y tanque.  Existe una bomba neumática la cual funciona con aire comprimido</p>
	<p>Ventilación natural y señalética en el cuarto del alcohol</p>		<p>Tubería para el llenado del tanque de 2"</p>
	<p>Cubeto de contención de capacidad 19.800 litros.</p>		<p>El cuarto del alcohol dispone de un DETECTOR MULTICRITERIO V_PHS. El V-PHS alberga una cámara de sensibilidad óptica para detección de humo, además de un sensor de temperatura fija para calor.</p>

**Tabla 16 (Continuación)**

*Medidas de protección y equipos existente en el cuarto del alcohol.*

	Control del nivel de llenado: Verde 100%, Amarillo 75%, Rojo ≤ 25%.		Puesta a tierra para el tanquero
---	---	--	----------------------------------

**Nota:** En la tabla se presenta las medidas de protección y equipos existente en el en el cuarto del alcohol, tomando en consideración que se encuentra ubicado en un cuarto subterráneo en los exteriores de las plantas productivas de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.

### 5.1.6. REGISTROS HISTÓRICOS O INFORMES DE INSPECCIÓN

En cuanto al cuarto de alcohol, la empresa Quantumpharm Cía. Ltda. no cuenta con registros de mantenimiento ni inspecciones de seguridad desde la instalación del tanque en el año 2018. Únicamente cuenta con registros del abastecimiento del alcohol.

Por otro lado, en el área de GLP se dispone de la siguiente documentación:

- Permiso otorgado por el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito: Certificado Definitivo de Gas Centralizado No. 000246-AT-DGC-CBDMQ-2018 de fecha 04-10-2018 en donde se incluye:
  - Certificado de pruebas de estanquidad consumo y carga.
  - Certificado de tubería de hierro negro y proceso de soldadura
  - Certificado de accesorios de hierro negro.
  - Certificado de válvulas.
  - Informes de revisión de espesores y presión del tanque de GLP
- Certificado de mantenimiento y pruebas de hermeticidad de la línea de carga y consumo de gas realizado por Máster Control de fecha 22-12-2023
- La empresa no dispone de registros de inspecciones o mantenimientos internos realizados.

### 5.1.7. CUMPLIMIENTO LEGAL

En referencia al cumplimiento legal en la siguiente tabla se muestra los resultados de la evaluación a las diferentes normativas aplicables al cuarto del alcohol y área del GLP, así como también se muestra los respectivos diagramas de pastel por independiente.

**Tabla 17**

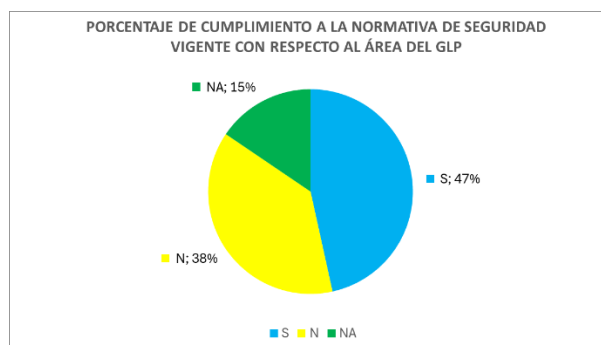
*Evaluación al cumplimiento legal*

NORMA DE REGULACIÓN	CUMPLIMIENTO					
	Cuarto Alcohol			Área de GLP		
	S	N	NA	S	N	NA
ACUERDO MINISTERIAL 196. ANEXO 3 NORMA TÉCNICA EN SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.	2	6	0	3	4	1
REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	2	3	2	4	0	3
INEN 2266 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS.	8	9	0	5	8	4
INEN 2288 PRODUCTOS QUÍMICOS INDUSTRIALES PELIGROSOS. ETIQUETADO DE PRECAUCIÓN.	0	3	0	0	3	0
INEN 2260 INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL. REQUISITOS	4	7	7	13	5	0
NTE INEN 440 COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS	0	2	1	2	0	1
CERTIFICADO DEFINITIVO DE GAS CENTRALIZADO NO. 000246-AT-DGC-CBDMQ-2018.	0	2	0	0	2	0
<b>Total</b>	16	32	10	27	22	9
<b>Porcentaje</b>	27,59	55,17	17,24	46,55	37,93	15,52
	100,00			100,00		

**Nota:** En la tabla se presenta los resultados de la evaluación al cumplimiento legal en donde S: Existe cumplimiento. N: No se cumple con los requisitos. NA: No aplica el ítem evaluado.

**Figura 5**

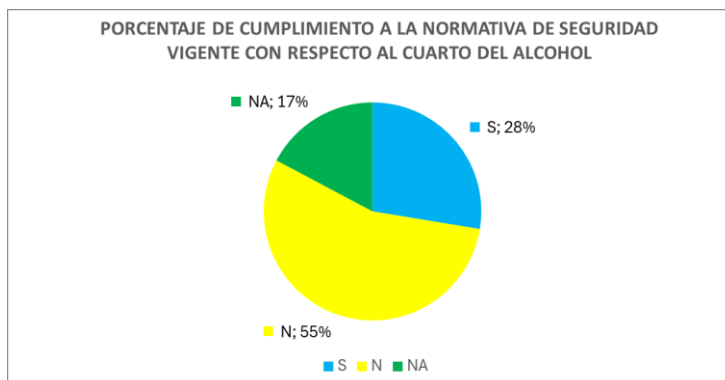
*Cumplimiento a la normativa legal en referencia al área del GLP*



**Nota:** En la figura se muestra que existe un cumplimiento del 47% a la normativa legal con respecto al área del GLP.

**Figura 6**

*Cumplimiento a la normativa legal en referencia al cuarto del alcohol*



**Nota:** En la figura se muestra que existe un cumplimiento del 28% a la normativa legal con respecto al área del GLP.

Los puntos de incumplimiento a la normativa de seguridad vigente se detallan a continuación, la evaluación completa se detalla en el anexo 1.

- a) El plan de emergencia y contingencias del año 2023 aprobado por el cuerpo de bomberos del DMQ de la empresa Quantumpharm. Cía. Ltda., no se establece los protocolos para actuar en caso de una emergencia en los tanques de: alcohol y GLP.
- b) En la empresa Quantumpharm Cía. Ltda., no dispone de procedimientos para la detección de fugas, instrucciones en caso de contacto o exposición, y actuación ante incendios y derrames, e instrucciones para el manejo y almacenamiento correcto de estos tanques.
- c) En el cuarto del alcohol se dispone de puesta a tierra para cuando se lleva a cabo el abastecimiento de este, sin embargo, no es empleada por falta de la pinza de cobre, debido a que no disponen ni la empresa ni el proveedor.

- d) En el cuarto del alcohol no se dispone de un kit antiderrame que contenga arena u otra sustancia no combustible, además de los respectivos equipos de protección personal, ello para la actuación ante un posible derrame.
- e) En el área del GLP no se dispone equipos para la detección de fugas, además de los equipos de protección para la atención de estos eventos.
- f) El cuarto del alcohol y GLP no se dispone de equipos de seguridad y primeros auxilios como: máscaras para gases, gafas o máscaras de protección de la cara, vestimenta impermeable a gases, líquidos tóxicos o corrosivos
- g) En el cuarto del alcohol y GLP no se dispone de señalética alusiva a la prohibición del uso de maquinaria, elementos de transmisión, aparatos, útiles o herramientas que produzcan chispas o calentamientos
- h) Los trabajadores que manipulan los tanques del alcohol y GLP no disponen de prendas que no produzcan chispas. Además, en el área de GLP no se dispone de guantes de cuero, cascos con pantallas de aproximación al fuego, y una linterna portátil y anti-explosión.
- i) La tubería que transporta alcohol del tanque a las áreas de producción, así como las de abastecimientos al tanque, no se encuentra identificada ni tampoco cuenta con la dirección del flujo.
- j) En el cuarto de alcohol no se disponen de luminaria de emergencia ni de medios de extinción para atender una situación de emergencia.
- k) La lampara existente en el cuarto del alcohol no es a prueba de explosión.
- l) El personal de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda., no ha recibido adiestramiento en procedimientos apropiados de prestación de primeros

- auxilios relacionado a eventos emergente en las áreas del cuarto del alcohol y GLP.
- m) El personal que está involucrado en la recepción del alcohol y GLP, no ha recibido capacitación sobre la toxicidad y peligros potenciales, así como la obligatoriedad del uso del EPP
  - n) El cuarto del alcohol no dispone de señalética de acceso restringido.
  - o) En los tanques que albergan materiales inflamables: alcohol y GLP, no se monitorea las condiciones ambientales in situ como temperatura y humedad.
  - p) En el tanque de almacenamiento del alcohol y GLP no se dispone de la hoja de seguridad.
  - q) Durante el abastecimiento del alcohol y GLP no se delimita el área de riesgo a una distancia de 2 metros.
  - r) Las tuberías y tanque de almacenamiento de alcohol no disponen de una protección de pintura.
  - s) En el área de GLP solo dispone de un extintor de 10 libras, mientras que en el cuarto del alcohol no se dispone de ningún agente extintor.
  - t) En el cuarto del alcohol y GLP no se encuentran identificadas las válvulas de cierre y apertura a los tanques.
  - u) En los tanques de alcohol y GLP no se realiza inspecciones visuales por parte de la empresa Quantumpharm con una frecuencia definida.
  - v) En los tanques de Alcohol y GLP no se ha realizado control de espesores, únicamente se ha llevado a cabo para el tanque de GLP en el año 2018.

## 5.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROSOS DE EXPLOSIÓN – INCENDIOS ACTUALES

### 5.2.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

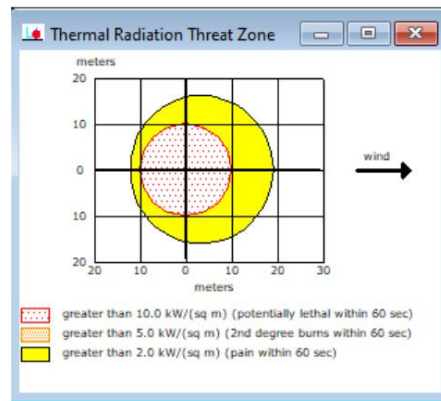
Tras modelar el escenario de incendio-explosión asociado al almacenamiento de GLP, utilizando el software ALOHA y considerando las características recopiladas del tanque y la sustancia, se representaron gráficamente los resultados en ArcMap 10.8. A partir de este análisis, se determinarán las zonas de riesgo según su nivel de peligrosidad:

- Zona de Riesgo Bajo:
  - Radio: 15,87 metros
  - Superficie: 790,78 m<sup>2</sup>
- Zona de Riesgo Alto:
  - Radio: 9,94 metros
  - Superficie: 310,24 m<sup>2</sup>

A continuación, se presentan las figuras que ilustran estas áreas de riesgo.

#### **Figura 7**

*Resultados del modelamiento de GLP en el programa ALOHA.*

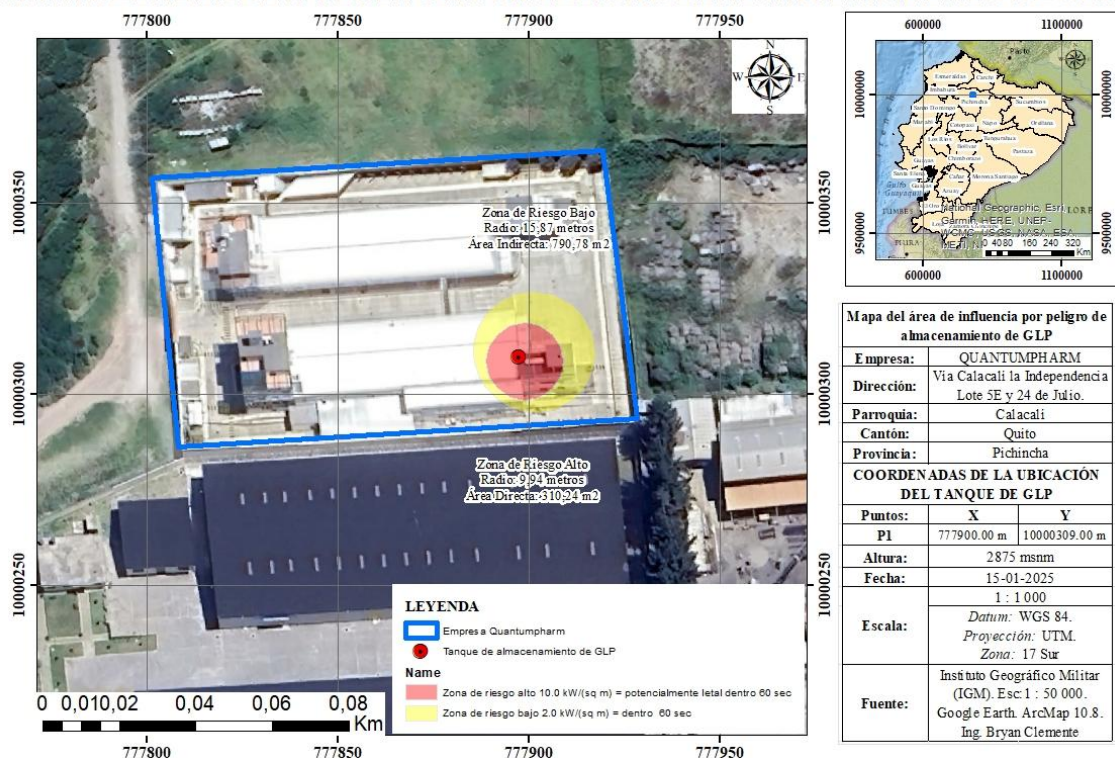


**Nota:** En la figura se muestra áreas de riesgos calculado por el programa ALOHA en el moldeamiento escenario de incendio-exploración por almacenamiento de GLP.

**Figura 8**

*Mapa del área de influencia por peligro de almacenamiento de GLP*

**MAPA DEL ÁREA DE INFLUENCIA POR PELIGRO DE ALMACENAMIENTO DE GLP**



**Nota:** En la figura se muestra el área de influencia por peligro de almacenamiento de GLP plasmado en la ubicación exacta del tanque.

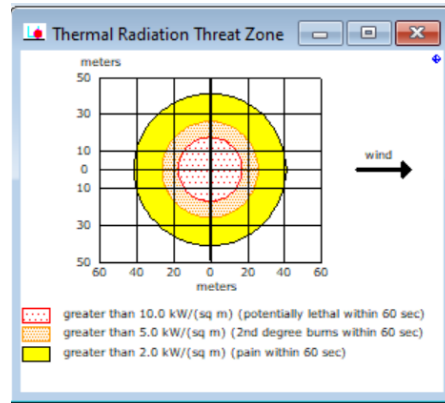
Tras modelar el escenario de incendio-exploración asociado al almacenamiento de ALCOHOL, utilizando el software ALOHA y considerando las características recopiladas del tanque y la sustancia, se representaron gráficamente los resultados en ArcMap 10.8. A partir de este análisis, se determinarán las zonas de riesgo según su nivel de peligrosidad:

- Zona de Riesgo Bajo:
  - Radio: 40,92 metros.
  - Superficie: 5260,63 m<sup>2</sup>
- Zona de Riesgo Medio:
  - Radio: 25,72 metros
  - Superficie: 2079,26 m<sup>2</sup>
- Zona de Riesgo Alto:
  - Radio: 17,21 metros.
  - Superficie: 930,92 m<sup>2</sup>

A continuación, se presentan las figuras que ilustran estas áreas de riesgo.

### **Figura 9**

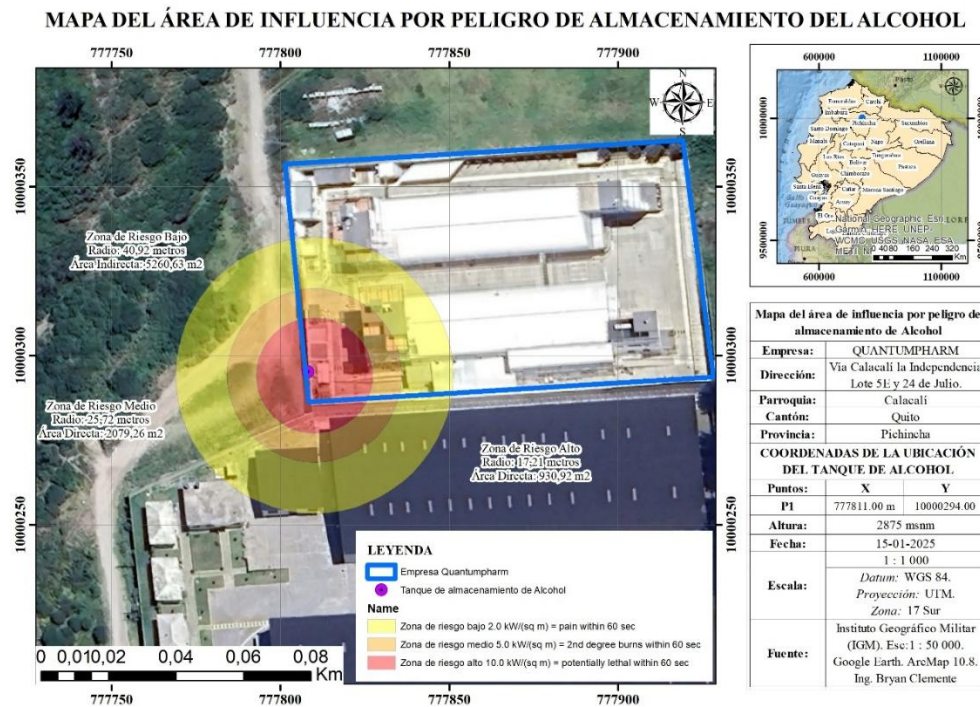
*Resultados del modelamiento de ALCOHOL en el programa ALOHA.*



**Nota:** En la figura se muestra áreas de riesgos calculado por el programa ALOHA en el moldeamiento escenario de incendio-exploración por almacenamiento de ALCOHOL.

**Figura 10**

*Mapa del área de influencia por peligro de almacenamiento de ALCOHOL*



**Nota:** En la figura se muestra el área de influencia por peligro de almacenamiento de ALCOHOL plasmado en la ubicación exacta del tanque.

En conformidad al ploteo del área de influencia de determina que la afectación involucra áreas fuera del predio de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda, por lo que la

adopción de medidas para prevenir la extensión de un incendio o explosión debe ser de vital importancia para precautelar la seguridad de los trabajadores interno y externos de la empresa.

## 5.2.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE GTC

### 45

A continuación, se presenta la identificación de peligros y la valoración de riesgos según la metodología GTC 45, aplicadas a las actividades desarrolladas en el cuarto del alcohol y el área de GLP. Las actividades evaluadas son las siguientes:

- Recepción de abastecimiento de alcohol por parte del proveedor TODO EN ALCOHOL
- Limpieza y revisión del área del alcohol
- Recepción de abastecimiento de GLP por parte del proveedor ENI ECUADOR

**Tabla 18**

*Evaluación de riesgos mediante GTC 45.*

1.1 PROCESO O CARGO	1.2 ZONA O LUGAR	1.3 ACTIVIDADES	1.4 TAREAS	1.5 RUTINARIAS SI / NO	2. PELIGROS			3. CONTROLES EXISTENTES			4. EVALUACION DEL RIESGO						5. CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES				
					2.1 DESCRIPCION	2.2 CLASIFICACION	2.3 EFECTOS POSIBLES	3.1 FUENTE	3.2 MEDIO	3.3 INDIVIDUO	EVALUACION Y VALORACIÓN DEL RIESGO						N DE EXPUESTOS	PEOR CONSECUENCIA	EXISTE REQUISITO LEGAL ESPECIFICO (SI o NO)		
											4.1 NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	4.2 NIVEL DE EXPOSICION (NE)	4.3 NIVEL DE PROBABILIDAD (ND*NE)	4.4 INTERPRETACION DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	4.5 NIVEL DE CONSECUENCIA	4.6 NIVEL DE RIESGO E INTERVENCION (NR)	4.7 INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO	4.8 ACEPTABILIDAD DEL RIESGO			
Auxiliares de bodega	Cuarto del Alcohol	Manejo de sustancias inflamables. Control en el almacenamiento, despacho y recepción de	Recepción de abastecimiento de alcohol por parte del proveedor <b>TODO EN ALCOHOL</b>	Sí	Explosión e incendio por acumulación de vapores inflamables o por ignición en el cuarto del alcohol	Físico	Quemaduras, muerte. Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Daños en equipos y estructuras cercanas. Daños al área circundante 5260,63 m <sup>2</sup> .	Puesta a tierra en el tanque de alcohol	El cuarto de alcohol cuenta con paredes y piso de hormigón. Detector de humo y calor. Señalética en el tanque	Ninguno	6	2	12	ALTO	100	1200	I	NO ACEPTABLE	3	Muerte del trabajador	SI
					Inhalación de vapores inflamables o contacto con sustancias inflamables en el cuarto del alcohol	Químico	Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Contacto con la piel: enrojecimiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno	6	2	12	ALTO	25	300	II	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	3	Somnolencia	SI

**Tabla 18 (Continuación)**

*Evaluación de riesgos mediante GTC 45.*

Auxiliares de bodega	Cuarto del Alcohol	Manejo de sustancias inflamables. Control en el almacenamiento, despacho y recepción de alcohol.	Recepción de abastecimiento de alcohol por parte del proveedor <b>TODO EN ALCOHOL</b>	Sí	Derrames de alcohol	Químico	Contaminación al medio ambiente. Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Contacto con la piel: enrojecimiento	Ninguno	Cubeto en el área donde se encuentra el alcohol	Ninguno	10	2	20	ALTO	25	500	II	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	3	Contaminación al medio ambiente.	SI													
			Limpieza y revisión del área	No	Explosión e incendio por acumulación de vapores inflamables o por ignición en el cuarto del alcohol	Físico	Quemaduras, muerte. Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Daños en equipos y estructuras cercanas. Daños al área circundante 5260,63 m <sup>2</sup> .	Puesta a tierra en el tanque de alcohol	El cuarto de alcohol cuenta con paredes y piso de hormigón. Detector de humo y calor. Señalética en el tanque	Ninguno	6	2	12	ALTO	100	1200	I	NO ACEPTABLE	3	Muerte del trabajador	SI													
																		Inhalación de vapores inflamables o contacto con sustancias inflamables en el cuarto del alcohol	Químico	Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Contacto con la piel: enrojecimiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno	6	2	12	ALTO	25	300	II	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	3	Somnolencia	SI

**Tabla 18 (Continuación)**

*Evaluación de riesgos mediante GTC 45.*

Operadores de mantenimiento	Área de GLP	Manejo de materiales inflamables. Control en el almacenamiento, despacho y recepción de alcohol.	Recepción de abastecimiento de GLP por parte del proveedor ENI ECUADOR	Sí	Explosión e incendio por acumulación de vapores inflamables o por ignición en el cuarto del alcohol	Químico	Quemaduras, muerte. Inhalación: Dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. Contacto con los ojos: Congelamiento momentáneo, hinchazón y daño ocular. Contacto con la piel: quemaduras frías. Daños en equipos y estructuras cercanas. Daños al área circundante 790,78 m <sup>2</sup>	Mantenimiento y pruebas de estanqueidad Puesta a tierra en el tanque de GLP	Conexiones a tierra. Piso de hormigón. Sistema pararrayos tipo PDC. Boca de incendio equipada. Pulsador de emergencia. Señalización en tanque y tuberías. Válvula de corte Tubería de hierro negro.	Ninguno	6	3	18	ALTO	100	1800	I	NO ACEPTABLE	3	Muerte del trabajador	SI
					Fugas de gas	Químico	Contaminación y afectación al medio ambiente área circundante 790,78 m <sup>2</sup> . Inhalación: Dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. Contacto con los ojos: Congelamiento momentáneo, hinchazón y daño ocular. Contacto con la piel: quemaduras frías	Mantenimiento y pruebas de estanqueidad Puesta a tierra en el tanque de GLP	Válvula de corte	Ninguno	10	3	30	MUY ALTO	25	750	I	NO ACEPTABLE	3	Contaminación y afectación al medio ambiente área circundante 790,78 m <sup>2</sup> .	SI

**Nota:** En la tabla se presenta la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos de acuerdo con la metodología GTC 45, para las actividades desarrolladas en el cuarto del Alcohol y área del GLP.

### 5.3. ESTUDIO DEL ALCANCE DE LOS PELIGROS DE EXPLOSIÓN – INCENDIO POR ALMACENAMIENTO DE MATERIALES INFLAMABLES EN TANQUES

En base a los resultados obtenidos se presenta el Plan de Control de Riesgos, elaborado para gestionar y mitigar los peligros asociados al almacenamiento y manejo de alcohol y GLP albergados en sus pertinentes tanques de capacidad 16 500 litros y 4 m<sup>3</sup> respectivamente que dispone la empresa Quantumpharm Cía. Ltda. Este plan se fundamenta en el análisis de factores clave, como las características fisicoquímicas de estas sustancias, su ubicación dentro de la empresa, las condiciones ambientales a las que están expuestas, el cumplimiento de normativas legales y la evaluación de riesgos mediante la metodología GTC 45 determinadas anteriormente. A partir de esta evaluación, se establecen medidas preventivas y correctivas con el objetivo de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad del personal y proteger las instalaciones y el entorno.

El Plan de Prevención de Incendios y Explosiones en los Tanques de GLP y Alcohol tiene como principal objetivo salvaguardar la vida de los colaboradores y trabajadores de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda. y de la población cercana a sus instalaciones. Motivo por el cual, contempla una serie de medidas preventivas y de respuesta tales como inspecciones y mantenimiento de los tanques, adopción de protocolos de

seguridad en el manejo y abastecimiento de estas sustancias, capacitación del personal en prevención y actuación ante emergencias, y disponibilidad de equipos de control de incendios y sistemas de detección temprana. Es importante señalar que la planta cuenta con los permisos correspondientes emitidos por el Cuerpo de Bomberos del DMQ, lo que garantiza la conformidad con los estándares de seguridad requeridos.

**Tabla 19**

*Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol*

PLAN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES EN LOS TANQUES DE GLP Y ALCOHOL										
<b>Objetivo:</b> Salvaguardar la vida del personal de Quantumpharm Cía. Ltda. y de la población cercana a sus instalaciones.						<b>Jerarquía de Controles (X)</b>				
<b>Lugar de aplicación:</b> Quantumpharm Cía. Ltda.; Vía Calacalí, la independencia Lote 5E y 24 de Julio						Eliminación	Sustitución	Control de ingeniería	Control administrativo	Control sobre el trabajador
<b>Responsable:</b> Departamento de Seguridad Industrial y Medio Ambiente de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.										
No	Medidas Propuestas	Responsable	Indicadores	Medios de Verificación	Periodicidad					
1	Inspección y control a los espesores de los tanques de GLP y Alcohol.	Proveedor calificado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano.	# Control de espesores realizados / # Control de espesores planificado	Informe de resultados de los espesores por parte de un proveedor calificado. Registro fotográfico. Factura del servicio contratado	Cada cinco año			X		
2	<p>Inspecciones visuales a los tanques de alcohol y GLP contemplando la revisión de los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Estado general del material (corrosión, abolladuras, grietas o deformaciones)</li> <li>-Integridad de las soldaduras y uniones (presencia de fisuras o desgaste).</li> <li>-Soportes y fijaciones (revisión de anclajes y cimentación para detectar asentamientos o movimientos).</li> <li>-Pintura y recubrimientos. Indicadores de nivel, reguladores, manómetros.</li> <li>-Fugas en válvulas, bridas y tuberías (uso de agua jabonosa o detectores de gas para identificar escapes).</li> <li>-Presencia y legibilidad de señalización en tuberías, tanques y válvulas.</li> <li>-Disponibilidad y accesibilidad de equipos contra incendios.</li> <li>-Fuentes de calor o ignición cercanas (equipos eléctricos defectuosos, soldaduras en la zona, chispas).</li> </ul>	Personal de mantenimiento de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.	#Inspecciones realizadas / #Inspecciones programadas	Informe de inspecciones. Registro fotográfico fchado.	Mensual			X		

**Tabla 19 (Continuación)**

*Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol*

3	Identificar las válvulas de cierre y apertura en el tanque de Alcohol. En la señalética se debe visualizar de forma clara cuando estas válvulas se encuentran cerradas y abiertas.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Válvulas señalizadas / #Válvulas que dispone la red de tuberías de alcohol.	Registro fotográfico fechado.	Una vez				X	
4	Adquisición de un extintor de 10 libras con soporte para el área del GLP.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Extintor adquirido / # Extintor planificado	Registro fotográfico fechado. Factura de la adquisición del extintor.	Una vez			X		
5	Instalar un sistema de extinción de incendios a base de espuma en el cuarto del alcohol para una capacidad máxima de 5 000 galones.	Proveedor externo y calificado en el trabajo.	#Sistema de espuma instalado / # Sistema de espuma planificado	Informe de instalación del sistema de espuma. Facturas del servicio. Registro fotográfico fechado.	Una vez			X		
6	Identificar la tubería que transporta alcohol de acuerdo con el color establecido en la normativa NTE INEN 440, además de colocar la dirección y fluido que transporta en esta	Personal de mantenimiento de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.	#Tuberías identificadas / #tuberías planificadas a identificar	Registro fotográfico fechado.	Una vez				X	
7	Adquisición de conos de seguridad con delimitación de conexión de cinta mínima para delimitar el área cuando se realice el proceso de abastecimiento del GLP o Alcohol a una distancia de 2 metros	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Conos adquiridos / # Conos planificados	Registro fotográfico fechado. Factura de la adquisición de los conos de seguridad.	Una vez				X	
8	Disposición de las respectivas hojas de seguridad en el área de GLP y cuarto del Alcohol.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Hojas de seguridad dispuestas en el área / #Hojas de seguridad planificadas	Registro fotográfico fechado.	Una vez				X	

**Tabla 19 (Continuación)**

*Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol*

9	Monitoreo de temperatura y humedad a través de dispositivos calibrados.	Personal de mantenimiento de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.	#Inspecciones realizadas / #Inspecciones programadas	Factura de dispositivos de medición de temperatura y humedad. Certificados de calibración Registros de toma de datos	Diario				X	
10	Señalizar el cuarto del alcohol y GLP sobre la prohibición del uso de maquinaria, elementos de transmisión, aparatos, útiles o herramientas que produzcan chispas o calentamientos en los ingresos, además de restringir el área	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Senalética colocada / # Señalética planificada	Registro fotográfico fechado.	Una vez				X	
11	Capacitación a todo el personal sobre la toxicidad y peligros potenciales involucrados en la manipulación, recepción de los tanques de alcohol y GLP.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	# Capacitación realizada / # Capacitación planificada	Registros de capacitación. Evaluaciones. Registro fotográfico. Material utilizado	Anual				X	
12	Adiestramiento en procedimientos apropiados de prestación de primeros auxilios y uso de los EPP relacionado a eventos emergente en las áreas del cuarto del alcohol y GLP.	Proveedor externo calificado en la atención en primeros auxilios	# Capacitación realizada / # Capacitación planificada	Registros de capacitación. Evaluaciones. Registro fotográfico. Material utilizado	Anual				X	
13	Cambio de la luminaria presente en el cuarto del alcohol a una luminaria a prueba de explosión.	Personal de mantenimiento de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.	#Luminaria instalada / # Luminaria planificada	Factura de luminaria a prueba de explosión. Registro fotográfico	Una vez			X		
14	Adquisición y dotación de ropa de trabajo que no produzca chispas e impermeable a gases y líquidos inflamables. Dotación de EPP para actuación ante una emergencia: Guantes de cuero, cascos con pantallas de aproximación al fuego, máscaras para gases, linterna portátil anti-explósión. Para el área de GLP y cuarto de Alcohol.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Trabajadores dotados / #Trabajadores planificados la dotación	Factura de EPP y ropa de trabajo. Registros de dotación. Registros de uso de EPP.	Una vez					X

**Tabla 19 (Continuación)**

*Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol*

15	Implementación de equipos de detección de fugas de GLP y cierre automático colocados a una altura máxima de 10 cm y la parte inferior del tanque de GLP	Proveedor externo encargado del mantenimiento del GLP: Master Control	#Equipos de detección de fugas instalado / #Equipos de detección de fugas planificado	Factura del servicio de instalación. Manual de funcionamiento de los detectores de fugas de GLP y cierre automático	Una vez			X		
16	Disposición de un kit antiderrames en el ingreso al cuarto de alcohol de capacidad de 10 000 litros el cual debe contener lo siguiente: -un par de Guantes de nitrilo 18 pulgadas, 2 cordones de seguridad, material absorbente no combustible, pala y escoba anti chispa, mascarilla full face con cartuchos para gases ácidos y vapores orgánicos, botas PVC de seguridad, fundas rojas para desechos peligrosos.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Kit implantado / # kit planificado	Inspección del kit antiderrames. Registro fotográfico fechado.	Una vez			X		X
17	Adquisición de una pinza de cobre para la conexión del auto tanque a la puesta a tierra.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Pinza de cobre implantada / # pinza de cobre planificada	Registro fotográfico fechado. Factura de la pinza de cobre	Una vez			X		
18	Elaboración de un procedimiento interno para la detección de fugas, instrucciones en caso de contacto o exposición, y actuación ante incendios y derrames, e instrucciones para el manejo y almacenamiento correcto de estos tanques. El cual debe contemplar la designación de responsables del uso de los EPP, sistema de espuma, sistema de detección de fugas, del área de GLP y cuarto de Alcohol. Así como las indicaciones de uso de todos estos equipos	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Procedimiento elaborado / # procedimiento planificado	Procedimiento vigente y aprobado por gerencia general	Una vez					X

**Tabla 19 (Continuación)**

*Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol*

19	Actualizar el plan de emergencia en base al procedimiento interno para la detección de fugas, instrucciones en caso de contacto o exposición, y actuación ante incendios y derrames, e instrucciones para el manejo y almacenamiento correcto de estos tanques.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	#Plan actualizado / #Plan planificado	Plan de emergencia y contingencia actualizado.	Cada dos año				X	
20	Mantener en lugares visibles: el mapa actualizado de evacuación, riesgos y recursos, y la señalética respectiva en sitios requeridos.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	Actividades realizadas/ Actividades programadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapas de evacuación, riesgos y recursos.</li> <li>Registro fotográfico fechado desde la cámara de mapa y señalética de evacuación, riesgos y recursos publicados</li> </ul>	Anual				X	
21	Realizar simulacros de explosión e incendio en los tanques de GLP y Alcohol	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	Simulacro realizado/Simulacro programado	Informe de simulacro. Registro de participación. Informe de evaluación y plan de acción (en caso de requerir). Registro fotográfico fechado desde la cámara	Anual			X		
22	Una vez finalizada la emergencia, se deberá realizar un estudio/análisis de las causas, que permita tomar las acciones correctivas del caso, para que la emergencia no vuelva a ocurrir.	Personal de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	Estudio-análisis de causas presentado/ estudio-análisis de causas requerido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio/análisis de situación de emergencia y/o facturas de trabajos realizados</li> </ul>	En caso de emergencia				X	
23	Revisión periódica y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de la planta, maquinaria y equipos.	Personal de mantenimiento de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.	N.º mantenimientos realizados/ N.º mantenimientos requeridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registros de mantenimiento.</li> <li>Registros de revisiones</li> </ul>	Semestral			X		

**Tabla 19 (Continuación)**

*Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol*

24	Mantenimiento de tuberías (pintado), medidores y reguladores.	Personal de mantenimiento de la empresa Quantumpharm Cía. Ltda.	N.º mantenimientos realizados/ N.º mantenimientos requeridos	· Registros de mantenimiento. · Registros de revisiones	Anual			X		
25	Mantenimiento y calibración del pararrayo ubicado en la terraza del edificio 4	Proveedor externo calificado en la calibración de pararrayos	N.º mantenimientos realizados/ N.º mantenimientos programados	· Registros de mantenimientos. Certificados de calibración. Facturas de servicios contratados	Anual			X		

**Nota:** En la tabla se presenta las medidas preventivas y de respuesta para garantizar la seguridad del personal y proteger las instalaciones y el entorno durante la fase de almacenamiento de Alcohol y GLP.

### 5.3.1. RE - EVALUACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE GTC 45

A continuación, se presenta la reevaluación de riesgos según la metodología GTC 45 con las medidas descrita en el Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol.

**Tabla 20**

*Reevaluación de riesgos mediante GTC 45.*

1.1 PROCESO O CARGO	1.2 ZONA O LUGAR	1.3 ACTIVIDADES	1.4 TAREAS	1.5 RUTINARIAS SI / NO	2. PELIGROS			3. CONTROLES			4. EVALUACION DEL RIESGO								5. CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES		
					2.1 DESCRIPCION	2.2 CLASIFICACION	2.3 EFECTOS POSIBLES	3.1 FUENTE	3.2 MEDIO	3.3 INDIVIDUO	4.1 NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	4.2 NIVEL DE EXPOSICION (NE)	4.3 NIVEL DE PROBABILIDAD	4.4 INTERPRETACION DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	4.5 NIVEL DE CONSECUENCIA	4.6 NIVEL DE RIESGO E INTERVENCION (NR)	4.7 INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO	4.8 ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	N DE EXPUESTOS	PEOR CONSECUENCIA	EXISTE REQUISITO LEGAL ESPECIFICO (SI o NO)
Auxiliares de bodega Cuarto del Alcohol	Cuarto del Alcohol	Manejo de sustancias inflamables. Control en el almacenamiento, despacho y recepción de alcohol.	Recepción de abastecimiento de alcohol por parte del proveedor TODO EN ALCOHOL	Sí	Explosión e incendio por acumulación de vapores inflamables o por ignición en el cuarto del alcohol	Físico	Quemaduras, muerte. Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Daños en equipos y estructuras cercanas. Daños al área circundante 5260,63 m².	Puesta a tierra en el tanque de alcohol. Inspección de espesor del tanque. Sistema a base de espuma. Mantenimiento del tanque y tubería	El cuarto de alcohol cuenta con paredes y piso de hormigón. Detector de humo y calor. Señalética en el tanque y válvulas. Identificación en tuberías. Monitoreo de condiciones ambientales. Inspecciones en el área. Capacitación peligros y como actuar ante emergencias. Luminaria a prueba de explosión. Conexiones a tierra. Procedimientos de manejo seguro. Simulacros.	Ropa de trabajo que no produzca chispas, guantes, casco, máscaras, linternas anti explosión. Disposición de hojas de seguridad	2	2	4	BAJO	100	400	II	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	3	Muerte del trabajador	SI
					Inhalación de vapores inflamables o contacto con sustancias inflamables en el cuarto del alcohol	Químico	Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Contacto con la piel: enrojecimiento	Mantenimiento del tanque y tubería	Señalética en el área sobre obligatoriedad. Capacitación en el uso de EPP y peligros en el área	Ropa de trabajo que no produzca chispas, guantes, casco, máscaras, linternas anti explosión. Disposición de hojas de seguridad	2	2	4	BAJO	25	100	III	ACEPTABLE	3	Somnolencia	SI

**Tabla 20 (Continuación)**

*Reevaluación de riesgos mediante GTC 45.*

Auxiliares de bodega		Cuarto del Alcohol		Manejo de sustancias inflamables. Control en el almacenamiento, despacho y recepción de alcohol.	
Recepción de abastecimiento de alcohol por parte del proveedor. TODO EN ALCOHOL		Limpieza y revisión del área		Limpieza y revisión del área	
Si	No	Si	No	Si	No
<p>Derrames de alcohol</p> <p>Químico</p> <p>Contaminación al medio ambiente. Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Contacto con la piel: enrojecimiento</p> <p>Inspección de espesor del tanque. Mantenimiento del tanque y tuberías</p> <p>Cubeto en el área donde se encuentra el alcohol. Kits antiderrames. Capacitación y adiestramientos.</p> <p>Ropa de trabajo que no produzca chispas, guantes, casco, máscaras, linternas anti-explósión. Disposición de hojas de seguridad</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>BAJO</p> <p>25</p> <p>100</p> <p>III</p> <p>ACCEPTABLE</p> <p>3</p> <p>Contaminación al medio ambiente.</p> <p>SI</p>	<p>Explosión e incendio por acumulación de vapores inflamables o por ignición en el cuarto del alcohol</p> <p>Físico</p> <p>Quemaduras, muerte. Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Daños en equipos y estructuras cercanas. Daños al área circundante 5260,63 m².</p> <p>Puesta a tierra en el tanque de alcohol</p> <p>El cuarto de alcohol cuenta con paredes y piso de hormigón. Detector de humo y calor. Señalética en el tanque</p> <p>Ropa de trabajo que no produzca chispas, guantes, casco, máscaras, linternas anti-explósión. Disposición de hojas de seguridad</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>BAJO</p> <p>100</p> <p>400</p> <p>II</p> <p>ACCEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO</p> <p>3</p> <p>Muerte del trabajador</p> <p>SI</p>	<p>Inhalación de vapores inflamables o contacto con sustancias inflamables en el cuarto del alcohol</p> <p>Químico</p> <p>Inhalación: Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, desmayos. Contacto con los ojos: Ardor. Contacto con la piel: enrojecimiento</p> <p>Mantenimiento del tanque y tubería</p> <p>Señalética en el área sobre obligatoriedad. Capacitación en el uso de EPP y peligros en el área</p> <p>Ropa de trabajo que no produzca chispas, guantes, casco, máscaras, linternas anti-explósión. Disposición de hojas de seguridad</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>BAJO</p> <p>25</p> <p>100</p> <p>III</p> <p>ACCEPTABLE</p> <p>3</p> <p>Somnolencia</p> <p>SI</p>			

**Tabla 20 (Continuación)**

Reevaluación de riesgos mediante GTC 45.

Operadores de mantenimiento	Área de GLP	Manejo de materiales inflamables. Control en el almacenamiento, despacho y recepción de alcohol.	Recepción de abastecimiento de GLP por parte del proveedor ENI ECUADOR	Sí	Explosión e incendio por acumulación de vapores inflamables o por ignición en el cuarto del alcohol	Químico	Quemaduras, muerte. Inhalación: Dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. Contacto con los ojos: Congelamiento momentáneo, hinchazón y daño ocular. Contacto con la piel: quemaduras frías. Daños en equipos y estructuras cercanas. Daños al área circundante 790,78 m <sup>2</sup>	Mantenimiento y pruebas de estanqueidad Puesta a tierra en el tanque de GLP. Inspección de espesor del tanque. Equipos de detección de fugas y cierre automático	Conexiones a tierra. Piso de hormigón. Sistema calibrado pararrayos tipo PDC. Boca de incendio equipada, extintores. Pulsador de emergencia. Señalización en tanque y tuberías. Válvula de corte Tubería de hierro negro. Inspecciones en el área. Capacitación peligros y cómo actuar ante emergencias. Simulacros.	Ropa de trabajo que no produzca chispas, guantes, casco, máscaras, linternas anti-explosión. Disposición de hojas de seguridad	2	2	4	BAJO	100	400	II	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	3	Muerte del trabajador	SI
					Fugas de gas	Químico	Contaminación y afectación al medio ambiente área circundante 790,78 m <sup>2</sup> . Inhalación: Dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. Contacto con los ojos: Congelamiento momentáneo, hinchazón y daño ocular. Contacto con la piel: quemaduras frías	Mantenimiento y pruebas de estanqueidad Puesta a tierra en el tanque de GLP. Inspección de espesor del tanque. Equipos de detección de fugas y cierre automático	Válvula de corte. Procedimientos de manejo seguro. Mantenimiento de tuberías. Pruebas de estanqueidad.	Ropa de trabajo que no produzca chispas, guantes, casco, máscaras, linternas anti explosión. Disposición de hojas de seguridad	2	3	6	MEDIO	25	150	II	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	3	Contaminación y afectación al medio ambiente área circundante 790,78 m <sup>2</sup> .	SI

**Nota:** En la tabla se presenta la reevaluación de los riesgos de acuerdo con la metodología GTC 45 con las medidas propuestas en el plan prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol

## 6. CONCLUSIONES

---

La empresa Quantumpharm Cía. Ltda. en su situación actual presenta deficiencias críticas en la gestión de seguridad durante el manejo y almacenamiento de alcohol y GLP, evidenciadas en la ausencia de protocolos específicos en su plan de emergencia, la falta de procedimientos para la detección y respuesta ante situaciones emergente: incendios y derrames, así como la carencia de equipos de protección, señalización y monitoreo ambiental en los tanques. Además, no se realizan inspecciones con una frecuencia definida ni controles de espesores regulares, lo que puede conllevar a comprometer la integridad de los sistemas de almacenamiento generando situaciones de emergencia no controlable. La falta de capacitación del personal en el manejo seguro de sustancias inflamables y en primeros auxilios, sumada a la inexistencia de medidas de delimitación de áreas de riesgo y la insuficiencia de equipos de extinción de incendios, incrementa el peligro de accidentes.

La identificación de los peligros de incendio y explosión en los tanques de GLP y alcohol, realizado mediante el software ALOHA y ploteado en ArcMap 10.8, permitió definir con precisión las áreas de peligro según su nivel de afectación. Se determinaron las áreas de riesgo, estableciendo áreas de peligro alto de hasta 17,21 metros de radio y 9,94 metros de radio para el alcohol y GLP respectivamente. Además, la evaluación de riesgos basada en la metodología GTC 45 determinó que la situación actual es inaceptable, lo que resalta la necesidad de implementar medidas urgentes para mitigar los riesgos asociados.

La adopción de las medidas descritas en el Plan de prevención de incendios y explosiones en los tanques de GLP y Alcohol constituye un paso fundamental en la gestión del riesgo de incendio y explosión en los tanques de GLP y alcohol dentro de la empresa. El cumplimiento de inspecciones y el control de espesores permitirá identificar daños estructurales a tiempo, reduciendo la probabilidad de fallas en estos sistemas de almacenamiento. Además, la instalación de equipos de detección de fugas, la mejora en la señalización, la capacitación del personal y la actualización del plan de emergencias fortalecerán la capacidad de respuesta ante eventos emergentes. La dotación de equipos de protección personal y la implementación - implantación de procedimientos internos garantizarán una manipulación segura de estas sustancias inflamables. Adicionalmente, la realización de simulacros, el mantenimiento continuo y la incorporación de sistemas de extinción de incendios adecuados optimizarán la seguridad en la empresa Quantumpharm Cía. Ltda. La adopción de estas medidas disminuirá significativamente los riesgos ello con la justificación de la reevaluación con la metodología GTC 45 que determinó un nivel de riesgo aceptable, condicionado al cumplimiento y control continuo de cada acción preventiva.

## REFERENCIAS

- Alvarado, M. (2024). *Evaluación de riesgos laborales en la empresa “Natural Pulp” bajo la Norma NTE INEN-INTE/ISO 45001:2018*. Universidad Católica del Ecuador.
- Arévalo, G., & López, D. (2020). *EVALUACIÓN DEL RIESGO DE “GLP” POR ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PELIGROSOS EN LA DISTRIBUIDORA DE GAS DE LA PARROQUIA LICAN SECTOR CORONA REAL, CANTÓN RIOBAMBA*. UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.
- Astros, J., Lesmes, A., & Martinez, G. (2019). *Propuesta plan de manejo de riesgos y amenazas en el transporte de hidrocarburos y sustancias peligrosas en la corporación Prodensa*. Universidad ECCL.
- Belmudez, J., & Vilet, C. (2024). Tanques UL-2085 para almacenamiento y distribución de combustible de aviación en México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 11(ISSN 2334-2501), 121–134. [www.reibci.org](http://www.reibci.org)
- Bernal, C. (2020). Uso de alcohol de 96° ó de 70°: disyuntiva en tiempos de COVID-19. *Revista de Investigación Multidisciplinaria*, IV(2521–8093), 13–18.
- Bonilla, S. (2017). *LOS RIESGOS MAYORES Y SU INCIDENCIA EN LA OCURRENCIA DE INCENDIOS EN EMPRESA DE FABRICACIÓN DE GRIFERÍA Y PORCELANA SANITARIA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Calderón Landívar, R., Loja Llano, D. E., Tena García, T. J., Quiñonez Castillo, K. A., & Chávez-Arizala, J. F. (2025). Risks of greater incidence in the occurrence of work accidents and occupational diseases: a bibliographic review. In *Health Leadership and Quality of Life* (Vol. 4). AG Editor (Argentina).  
<https://doi.org/10.56294/hl202574>

- Chacua, O. (2021). *ANÁLISIS DEL FACTOR DE RIESGO POR EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS QUÍMICAS, PARA LOS FUNCIONARIOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA EN EMAPA-I*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Chaparro, A. (2021). *EVALUACIÓN DE RIESGO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN AMBIENTE COSTERO DE ACUERDO CON METODOLOGÍAS API581 Y EEMUA159*. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA.
- Cuasquer, J., Pineda, D., & Álvarez, E. (2022). Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional. *Dominio de Las Ciencias*, 8(2477–8818), 2151–2166.
- González, R. (2020). *Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en el 2019, a través del método Índice Dow y la estimación de las zonas de amenaza con el software informático ALOHA*.
- Grados, A. (2022). *Implementación de un sistema de protección contra incendio de 06 tanques de alcohol de un terminal portuario en la localidad de Ilo, Perú* [Universidad Tecnológica del Perú]. [www.hashitech.com](http://www.hashitech.com)
- Huamani, J. O., & Paucara, M. E. (2019). Evaluación del riesgo de incendio a través del método Gretener para implementar medidas de prevención en la empresa Tecktometal S. A. C. Arequipa 2019. *Universidad Tecnológica Del Perú*. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2299>
- Lema, J. (2018). *DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS INSTITUCIONAL EN LA ESCUELA DE GASTRONOMÍA DE LA FACULTAD DE SALUD PÚBLICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Martínez, E. (2021). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN PILOTO DE SEGURIDAD LABORAL Y CONTRA INCENDIOS PARA EL ALMACÉN "SUPERNO."* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

Molina, A., López, S., Molina-Escobar, J. M., Copete, H., Soto, D., Jaramillo, L., Blandón, A., Molina, A., López, S., Molina-Escobar, J. M., Copete, H., Soto, D., Jaramillo, L., & Blandón, A. (2022). Hacia una estructura de investigación y educación para la prevención de accidentes por incendios y explosiones en Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(178), 50–67.  
<https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.1539>

Nuñez Arteaga, C. A. (2021). ANÁLISIS SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 8(15), 45–53.  
<https://doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n15.a91>

Ochoa, D. (2022). *Actualización de la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos de la empresa MORELIFE GROUP S.A.S por medio de la matriz GTC-45.* Unidades Tecnológicas de Santander.

Ramos, D., & Gutiérrez, L. (2023). *Análisis de riesgo de explosión por transporte de GLP y modelamiento gráfico de exposición con el método ALOHA para reducir consecuencias en el área urbana del cantón Guaranda.* UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

Silva, A., Contreras, R., & Barrandeguy, M. (2022). Riesgo por fugas accidentales de gas licuado de petróleo hacia trabajadores y comunidad en las ciudades de Nacimiento, Cabrero, La Laja y Mulchén (Chile). *Obras y Proyectos*, 32, 66–77.  
<https://doi.org/10.21703/0718-51620202203207>

- Silva, L. S. da, Marchi, J. J., & Castro, V. A. (2023). Riscos nas atividades de prevenção, preparação e resposta rápida (P2R2) com o transporte de produtos químicos e perigosos em Foz do Iguaçu, PR. *Interações (Campo Grande)*, 51–68. <https://doi.org/10.20435/inter.v24i1.3670>
- Vargas, C. (2019). *DETERMINACIÓN DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE PELIGROS Y OPERATIVIDAD (HAZOP) EN EL ÁREA DE DESTILACIÓN DE UNA PLANTA DE ALCOHOL*. Universidad Espíritu Santo.
- Yu, J., Ding, H., Wu, S., Zeng, Q., & Ma, W. (2024). Evaluación de riesgos de efectos dominó en accidentes por incendio y explosión en parques de tanques de almacenamiento de GNL basados en red bayesiana. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105507>

# ANEXOS

## ANEXO 1.

Tabla de evaluación al cumplimiento legal

VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA		CUMPLIMIENTO								
ÍTEM DE LA NORMATIVA	DESCRIPCIÓN	Cuarto Alcohol			Área de GLP					
		S	N	NA	Justificativo	S	N	NA	Justificativo	
<b>ACUERDO MINISTERIAL 196. ANEXO 3 NORMA TÉCNICA EN SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.</b>										
Art. 30. De los riesgos locativos	4. Disponer de un plan de emergencia en todos los lugares y/o centros de trabajo donde se almacenen agentes químicos peligrosos, explosivos, inflamables, tóxicos, corrosivos, entre otros, que contemple todas las posibles emergencias, incluyendo sus respectivos procedimientos, cadenas de mando, planos que incluyan la instalación de almacenamiento, vías de acceso y salida, zonas de seguridad, así como la lista actualizada de equipos y elementos para combatir la emergencia.		X				X			Se dispone de un plan de emergencia y contingencias, pero no se menciona algún protocolo de actuación ante escenarios de incendios o explosiones en estos tanques
Art. 87. De la electricidad estática.	2. Se procederá a la conexión eléctrica de elementos conductores entre sí y a tierra en los siguientes casos: a. Trasvase de fluidos inflamables		X				X			Durante la carga de GLP a la bombona centralizada se evidencia la conexión a tierra
Art. 91. Normas generales en la prevención de incendios	2. Los locales en los que se produzcan o empleen sustancias fácilmente inflamables se construirán a una distancia mínima de 3 metros entre sí y estarán aislados de los restantes lugares y/o centros de trabajo.	X					X			El tanque de GLP se encuentra en la terraza del edificio 4 sobre una losa resistente al fuego.

	5. Los locales deberán estar provistos de una ventilación adecuada para todas las operaciones que comprendan el uso y almacenamiento de líquidos inflamables, así como de una ventilación permanente del edificio y los tanques de almacenamiento	X			Se dispone de una ventilación natural en la parte superior del cuarto.	X			Del tanque de GLP se encuentra al aire libre
	6. Se deberá proveer de arena u otra sustancia no combustible para ser utilizada en la limpieza de derrames de líquidos inflamables.		X		No se dispone de arena u otra sustancia no combustible para el control de derrames			X	No aplica debido a que el GLP fuga al ambiente en estado gaseoso
	13. b. No se empleará maquinaria, elementos de transmisión, aparatos o útiles que produzcan chispas o calentamientos capaces de originar incendios por contacto o proximidad con sustancias inflamables.		X		No se dispone de señalética alusiva a las restricciones en el área			X	No se dispone de señalética alusiva a las restricciones sobre equipos que produzcan chispas
	17. Se prohíbe fumar, encender llamas abiertas o utilizar aditamentos o herramientas capaces de producir chispas cuando se manipulen líquidos inflamables.		X		No se dispone de señalética alusiva a las restricciones en el área			X	No se dispone de señalética alusiva a las restricciones sobre equipos que produzcan chispas
Art. 144. Disposiciones generales.	9. En las zonas en que existen riesgos de explosión o inflamabilidad, deberán utilizarse prendas que no produzcan chispas.		X		No se dispone de prendas que no produzcan chispas durante la manipulación .			X	No se dispone de prendas que no produzcan chispas durante la manipulación .
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	
<b>VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA</b>		<b>CUMPLIMIENTO</b>							
<b>ÍTEM DE LA NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cuarto Alcohol</b>			<b>Área de GLP</b>				
		<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	Justificativo	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	Justificativo
<b>REGLAMENTO DE PREVENCION, MITIGACION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS</b>									
Instalación y diseño del sistema eléctrico	Art. 83.- Las instalaciones de iluminación en lugares donde pueden encontrarse gases inflamables deben ser del tipo anti-explosión o al vacío.			X	El alcohol se encuentra en estado líquido			X	No se dispone de iluminaria en la zona del tanque de GLP

<p>Ubicación de tanques para almacenamiento de GLP</p>	<p>Art. 87.- Instalaciones de almacenamiento tanques en terrazas.- Se admite en terrazas instalaciones clasificadas como AA, A0, A1 y A2 hasta 12 m<sup>3</sup> por estación de almacenamiento y que además de cumplir todas las prescripciones que se señalan para las instalaciones sobre el nivel del terreno en la Tabla 7, cumplan con lo siguiente: un profesional competente debe certificar que la edificación soporta las cargas que la instalación produzca, tanto durante la operación como durante la prueba hidrostática, y que el piso esté construido de forma que su resistencia al fuego sea como mínimo RF-240</p>		<p>X</p>	<p>Aplica para almacenamiento de GLP</p>	<p>X</p>		<p>El tanque de GLP tiene una capacidad de 4 m<sup>3</sup></p>
<p>Disposiciones generales de protección contra incendios para edificios altos</p>	<p>Art. 150.- En los subsuelos, los sectores de incendio deben ser construidos con material retardantes al fuego con un mínimo de un RF-120 y tubería vista, debe cumplir con la norma NTE INEN 440.</p>	<p>X</p>		<p>La tubería que transporta alcohol no se encuentra identificada ni tampoco cuenta con la dirección del flujo.</p>	<p>X</p>		<p>La losa donde se encuentra el GLP tiene una resistencia al fuego de 240 minutos</p>
	<p>Art. 150 Los cuartos de máquinas, bodegas de almacenamiento de materiales inflamables, tableros de medidores, conforman sectores de incendio independientes que deben equiparse con detectores de humo, lámpara de emergencia, extintor y señalización correspondiente de acuerdo con norma NTE INEN 439.</p>	<p>X</p>		<p>Se dispone de un detector multicriterio de calor y humo. Sin embargo no cuenta lámpara de emergencia y medios de extinción en el cuarto</p>	<p>X</p>		<p>Se dispone de un extintore, lámpara de emergencia, pulsador, y tres splinker</p>
<p>Edificios industriales o fabriles</p>	<p>Art. 259.- En toda actividad, se tomarán las medidas necesarias para evitar escapes de líquidos inflamables hacia los sumideros de desagües.</p>	<p>X</p>		<p>Se dispone de un Cubeto de contención de capacidad 19.800 litros.</p>		<p>X</p>	<p>No aplica debido a que el GLP fuga al ambiente en estado gaseoso</p>
	<p>Art. 269.- Los depósitos de sustancias peligrosas que puedan causar explosiones, desprendimientos de gases o derrame de líquidos inflamables, deben ser instalados a nivel de suelo y en lugares especiales a prueba de fuego. No deben estar situados debajo de áreas de trabajo o habitaciones.</p>	<p>X</p>		<p>Las paredes como el suelo son de hormigón</p>	<p>X</p>		<p>La losa donde se encuentra el GLP tiene una resistencia al fuego de 240 minutos</p>

	Art. 273.- En los locales de trabajo donde se viertan, manipulen o almacenen líquidos o sustancias inflamables, la iluminación de lámparas, linternas y cualquier extensión eléctrica que sea necesario utilizar, serán a prueba de explosión. Además, deben contar con las autorizaciones de ingreso.		X		Se dispone de una lampara la cual no es a prueba de explosión			X	En el área del GLP no existe luminarias.
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	
<b>VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA</b>					<b>CUMPLIMIENTO</b>				
ÍTEM DE LA NORMATIVA	DESCRIPCIÓN	Cuarto Alcohol			Justificativo	Área de GLP			Justificativo
		S	N	NA		S	N	NA	
<b>INEN 2266 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS.</b>									
c) Localización.	c.5) Situarse en un terreno o área no expuesta a inundaciones.	X			En caso de que el cubeto de alcohol se encuentra lleno de agua lluvia este tiene un sifón con tapa para evacuar el agua			X	Se encuentra ubicada en la terraza del edificio 4
d) Servicios	d.1) Debe contar con un servicio básico de primeros auxilios y tener fácil acceso a un centro hospitalario, en donde conozcan sobre la naturaleza y toxicidad de los materiales peligrosos.		X		No dispone de un servicio básico de primeros auxilios en el área			X	No dispone de un servicio básico de primeros auxilios en el área
	d.3) Se deben dictar periódicamente cursos de adiestramiento al personal, en procedimientos apropiados de prestación de primeros auxilios y de salvamento.		X		No ha existido cursos de adiestramiento al personal en procedimientos de primeros auxilios en torno a emergencia en estos tanques			X	No ha existido cursos de adiestramiento al personal en procedimientos de primeros auxilios en torno a emergencia en estos tanques
	d.4) Debe tener una cerca o muro en todo su alrededor, y no permitir la entrada de personas no autorizadas.		X		El cuarto es subterráneo pero no cuenta con la señalética de acceso restringido	X			Se dispone de una cerca que impide el acceso a personas no autorizadas
	d.5) Debe existir un espacio mínimo de 10 m entre la cerca o muro del medio circundante y las paredes de la bodega.	X			El cuarto del alcohol dista a 12 metros de las edificaciones de la empresa			X	No aplica debido a que se encuentra en la terraza

	d.7) Deben disponer de equipos adecuados para la descontaminación de acuerdo al nivel de riesgo.	X		No se dispone de equipos para la detección de fugas o en su caso el control de estos	X		No se dispone de equipos para la detección de fugas o en su caso el control de estos
	d.10) Debe tener disponibles el equipo y los suministros necesarios de seguridad y primeros auxilios como: máscaras para gases, gafas o máscaras de protección de la cara, vestimenta impermeable a gases, líquidos tóxicos o corrosivos, duchas de emergencia, equipos contra incendios.	X		No se dispone de equipos de seguridad y primeros auxilios como: máscaras para gases, gafas o máscaras de protección de la cara, vestimenta impermeable a gases, líquidos tóxicos o corrosivos	X		No se dispone de equipos de seguridad y primeros auxilios como: máscaras para gases, gafas o máscaras de protección de la cara, vestimenta impermeable a gases, líquidos tóxicos o corrosivos
f) Locales.	f.3) Contar con detectores de humo y un sistema de alarma contra incendios.	X		Se dispone de un detector de humo y calor multicriterio	X		Se dispone de un pulsador en el área, además de 3 sprinkler
	f.7) Controlar la temperatura en el interior de la bodega la que debe estar acorde a las características del producto almacenado.	X		No se monitorea las condiciones ambientales in situ como temperatura y humedad	X		No se monitorea las condiciones ambientales in situ como temperatura y humedad
	f.9) Asegurar que el piso de la bodega sea impermeable y sin grietas para permitir su fácil limpieza y evitar filtraciones.	X		El piso se encuentra en excelente condiciones	X		El piso se encuentra en excelente condiciones
	f.12) Tener un sumidero dentro del área de la bodega, el cual se conectará con el externo.	X		En caso de que el cubeto de alcohol se encuentra lleno de agua lluvia este tiene un sifón con tapa para evacuar el agua		X	Se encuentra ubicada en la terraza del edificio 4
	f.13) Las instalaciones eléctricas deben estar protegidas y conectadas a tierra.	X		Los tanques se encuentran conectados a tierra	X		Los tanques se encuentran conectados a tierra
	f.20) Las aberturas de las paredes de la bodega deberán estar protegidas con malla o barrotes metálicos para prevenir la entrada de roedores u otros animales que destruyan los materiales almacenados.	X		El área del tanque se encuentra protegida con malla metálica		X	Se encuentra ubicada en la terraza del edificio 4

g) Operaciones de carga y descarga	g.1) Todo el personal que intervenga en la carga, transporte y descarga de materiales peligrosos debe estar bien informado sobre la toxicidad y peligro potencial y debe utilizar el equipo de seguridad para las maniobras.		X		El personal que da soporte en la carga al proveedor desconoce sobre la toxicidad y peligro potencial y debe utilizar el equipo de seguridad para las maniobras		X		El personal que da soporte en la carga al proveedor desconoce sobre la toxicidad y peligro potencial y debe utilizar el equipo de seguridad para las maniobras
	g.2) Se debe proporcionar información sobre los procedimientos para manejar fugas derrames, escapes de los materiales peligrosos y a quien se debe llamar en caso de emergencia para obtener información médica y técnica.		X		No se dispone de procedimientos para la detección de fugas o en su caso el control de estos		X		No se dispone de procedimientos para la detección de fugas o en su caso el control de estos
	g.3) Operaciones de carga y descarga . Todas las operaciones de carga y descarga, almacenamiento o inspección, deben ser realizadas conjuntamente por al menos dos personas en todo momento.	X			Se lleva a cabo por personal de la empresa y el proveedor	X			Se lleva a cabo por personal de la empresa y el proveedor
	m) Portar la hoja de seguridad (Anexo B) de cada uno de los materiales peligrosos		X		No se dispone de la hoja de seguridad en el área		X		No se dispone de la hoja de seguridad en el área
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>0</b>		<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	
<b>VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA</b>		<b>CUMPLIMIENTO</b>							
<b>ÍTEM DE LA NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cuarto Alcohol</b>			<b>Área de GLP</b>				
		<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	Justificativo	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	Justificativo
<b>INEN 2288 PRODUCTOS QUÍMICOS INDUSTRIALES PELIGROSOS. ETIQUETADO DE PRECAUCIÓN.</b>									
3. REQUISITOS GENERALES	3.8 Las instrucciones en caso de contacto o exposición deben ser incluidas donde los resultados de contacto o exposición justifican tratamiento inmediato (Primer auxilio) y donde pueden tomarse medidas simples de remedio con seguridad antes de disponer de asistencia médica. Ellas deben estar limitadas a procedimientos basados en métodos y materiales fácilmente disponibles.		X		No se dispone de procedimientos para actuar en caso de contacto o exposición		X		No se dispone de procedimientos para actuar en caso de contacto o exposición

3. REQUISITOS GENERALES	3.9 Las instrucciones en caso de incendio y derrame o goteo deben ser incluidas cuando sea aplicable para proveer a las personas que manejan los recipientes durante su embarque y almacenamiento con disposiciones apropiadas para confinar y extinguir los incendios y para limpiar los derrames y goteos.		X		No se dispone de procedimientos para la detección de fugas o incendios o en su caso el control de estos		X		No se dispone de procedimientos para la detección de fugas o incendios o en su caso el control de estos
3. REQUISITOS GENERALES	3.10 Deben incluirse instrucciones para el manejo y almacenamiento de recipientes para proporcionar información adicional para aquellos productos químicos que requieren procedimientos especiales o poco usuales de manejo y almacenamiento.		X		No se dispone de procedimientos para el manejo de este material durante la carga y descarga		X		No se dispone de procedimientos para el manejo de este material durante la carga y descarga
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
<b>VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA</b>		<b>CUMPLIMIENTO</b>							
<b>ÍTEM DE LA NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cuarto Alcohol</b>				<b>Área de GLP</b>			
		<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	<b>Justificativo</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	<b>Justificativo</b>
<b>INEN 2260 INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL. REQUISITOS</b>									
7.3.1.1 Tuberías metálicas.	a.1) Tubería de acero al carbono, mínimo cédula 40 y de acuerdo con las siguientes normas: ASTM A53 (grado A y B) o ISO 65 (serie Heavy); negro o galvanizada por inmersión en caliente.			X	Aplica para el tanque de GLP		X		Se dispone de tubería troncal del sistema de regulación de primera y segunda etapa utilizando tubería de consumo de hierro negro, sin costura, cédula 40 de diámetro 1 y 3/4
7.9.1.8 Estación de almacenamiento de GLP-Área de seguridad. es la superficie limitada por las distancias de seguridad	Referencia 4.- S = 3 m. Distancias al lindero de la propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües. Referencia 5.- S = 6 m Distancias a aberturas de edificios para uso docente, sanitario, hospedaje, culto, esparcimiento o espectáculo, acuartelamientos, centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de Servicios (Bocas de almacenamiento y puntos de distribución). Referencia 6.- S = 3 m Distancia de la boca de carga al tanque cisterna.			X	Aplica para el tanque de GLP		X		Los tanques cumplen con todas las distancias de seguridad. El tanque esta en terraza sobre un piso de hormigón a Nivel N+10,45 del terreno

7.10.1.1 Boca de carga.-	a) El acoplamiento al tanque debe estar dotado, en todos los casos, del dispositivo de llenado de doble cierre que impida la salida del GLP		X	Aplica para el tanque de GLP	X	Se dispositivo de llenado de doble cierre que impida la salida del GLP por proveedor	
	b) En las proximidades de la boca de carga se debe disponer de una toma a tierra para la conexión del tanque móvil		X	Se dispone de la puesta a tierra, pero no es empleada por falta de la pinza de cobre. No disponen ni la empresa ni el proveedor.	X	Durante la carga de GLP a la bombona centralizada se evidencia la conexión a tierra	
	d.1) Señalizar durante la operación de trasvase una zona de seguridad en la cual se impida todo tipo de actividad susceptible de producir chispas o llamas a una distancia de 2 metros alrededor de la referida boca de carga.		X	Durante el abastecimiento del alcohol y GLP no se delimita el área de riesgo a una distancia de 2 metros.		X	Durante el abastecimiento del alcohol y GLP no se delimita el área de riesgo a una distancia de 2 metros.
	d.2) Estar protegida con un cajetín de material incombustible (RF-120) y resistente a las acciones a las que pueda estar sometida. Estar provista de cerradura o candado, y situada en lugar bien ventilado.	X		Se dispone de cajetín de material incombustible (RF-120)	X		Se dispone de cajetín de material incombustible (RF-120)
7.10.1.2 Tanques.	a) Los tanques para su funcionamiento deben estar provistos a.3) Indicador de nivel de medida continua y lectura directa. a.4) Indicador de nivel de máximo llenado. a.5) Manómetro para verificar la presión interna. a.6) Válvula de alivio a.7) Dos dispositivos destinados a la salida de GLP, uno en fase líquida y otro en gaseosa. Para tanques de hasta 7,6 m3 se requiere mínimo para la salida gaseosa una válvula de cierre manual. a.8) Conexión de toma a tierra. a.9) Los tanques deben disponer de un drenaje de GLP líquido. En cualquier caso, debe disponer de una válvula interior de corte automático por exceso de flujo, de una válvula de cierre manual y un tapón roscado o bridado		X	Aplica para el tanque de GLP. Sin embargo, se dispone del tablero de indicador del nivel	X	Se dispone de un indicador de nivel, manómetro de presión, válvula de cierre, conexión a tierra y tapón.	

7.10.1.3 Conducciones de GLP líquido	a) Tuberías que conducen GLP líquido. Las uniones de las tuberías deben ser por soldadura o uniones bridadas soldadas. Las tuberías y los accesorios de fase líquida deben ser calculados para soportar una presión mínima de diseño 1,73 MPa.		X	Aplica para el tanque de GLP	X	Accesorios de unión para soldeo por arco eléctrico con medidas y tolerancias de acuerdo a la norma UNE EN 1092-1:2002
7.11 Edificaciones para una estación de GLP	b) En su construcción deben emplearse materiales cuya resistencia al fuego sea como mínimo RF 120. c) El piso debe ser de material no absorbente y de tal naturaleza que los choques y golpes con objetos metálicos no produzcan chispas.	X		Las paredes como el suelo son de hormigón	X	La losa donde se encuentra el GLP tiene una resistencia al fuego de 240 minutos
7.12 Montaje e instalación de una estación de GLP.	f) En lugares de fácil acceso del público es obligatorio rodear el emplazamiento de los tanques y equipos por medio de una cerca de 2 metros de altura, como mínimo, debe ser de malla metálica o de cualquier otro sistema análogo incombustible		X	El cuarto es subterráneo pero no cuenta con la señalética de acceso restringido	X	Se dispone de un a cerca que impide el acceso a personas no autorizadas
7.12.1 Conexión a tierra.	Todo tanque de gas combustible, ubicado sobre el nivel del piso, debe estar conectado a tierra por medio de un conductor cuya resistencia total sea inferior a 20 ohmios.	X		El tanque de alcohol se encuentra conectado a tierra	X	Puesta a tierra para tanques. Cable desnudo de cobre que se conecta a una varilla cooperweld, con resistencia total es inferior a 20 ohmios.
7.12.2 Anclaje.	Todo tanque para gas combustible debe ser anclado con un sistema que permita su estabilidad.	X		Tanque es de forma cilíndrico horizontal con dos silletas	X	Tanque es de forma cilíndrico horizontal con dos silletas
7.12.3 Protección de los tanques contra la corrosión.	Los tanques de acero sobre el nivel del terreno deben tener una protección de pintura anticorrosiva.		X	El tanque no dispone de una protección de pintura.		La pintura del tanque se encuentra deteriorada
7.12.4 Protección contra el fuego para una estación de GLP	a.1.2) Para las instalaciones de GLP clasificadas A-0 y E-0 deben disponer como mínimo de dos extintores de 9 kilogramos cada uno o su equivalente.		X	En el área del cuarto de alcohol no se dispone de un agente extintor		El área de GLP cuenta únicamente con un extintor de 10 libras

	Requieren de instalaciones de agua fija de duchas o sprinkler las cuales deben estar conectadas al sistema hidráulico de prevención de incendios o a la red pública de agua potable		X		Aplica para el tanque de GLP	X			Línea de enfriamiento de hierro galvanizado en posición horizontal sobre el tanque con 3 splinkers. Dispone de corte rápido manual de palanca a N+0,00
	c) Elementos complementarios c.1.1) Carteles indicadores con el siguiente texto: «Gas inflamable», «Prohibido fumar y encender fuego», estos deben colocarse en la proximidad de los tanques. En caso de existir cerramiento colocar los carteles en cada uno de los lados de este y en las puertas de acceso. c.1.2) Un par de guantes de cuero.	X			No se dispone de prendas que no produzcan chispas durante la manipulación.		X		No se dispone de un par de guantes de cuero en el área. La señalética en el tanque se encuentra deteriorada
8. ENSAYOS Y VERIFICACIONES	8.1 Previo al suministro de gas y antes de enterrar o embeber tuberías se deben llevar a cabo obligatoriamente las siguientes pruebas o ensayos: 8.1.1 Ensayo de estanqueidad.		X		Aplica para el tanque de GLP	X			Se ha realizado las pruebas de estanqueidad en la apertura del tanque 2018 y 2023
11. ROTULADO	11.3 Las válvulas de aparato deben señalizarse con la siguiente leyenda: "Válvula de gas" y además colocar un diagrama de posición abierta y cerrada.	X			No se encuentra identificadas las válvulas de cierre y apertura al tanque		X		No se encuentra identificadas las válvulas de cierre y apertura al tanque
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>		<b>13</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
<b>VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA</b>		<b>CUMPLIMIENTO</b>							
<b>ÍTEM DE LA NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cuarto Alcohol</b>			<b>Área de GLP</b>			<b>Justificativo</b>	
		<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>		
<b>NTE INEN 440 COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS</b>									
4.3 Indicaciones de código	GLP en estado gaseoso se identifica con el color amarillo; en estado líquido con el color blanco		X		Aplica para el tanque de GLP	X			Se encuentra identificado GLP en estado gaseoso se identifica con el color amarillo; en estado líquido con el color blanco
4.1 Clasificación de los fluidos	Líquidos combustibles, 8, café. Números característicos para líquidos inflamables	X			Las tuberías que transportan alcohol no se encuentran con alguna identificación			X	Aplica al tanque de alcohol

4.6 Dirección de flujo	4.6.1 La dirección de flujo se indicará mediante flechas pintadas con uno de los colores de contraste sobre la tubería	X	Las tuberías que transportan alcohol no se con la dirección del flujo	X		Las tuberías de GLP se encuentra con identificación y dirección del flujo		
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA</b>				<b>CUMPLIMIENTO</b>				
<b>ÍTEM DE LA NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cuarto Alcohol</b>			<b>Área de GLP</b>			
		S	N	NA	Justificativo	S	N	NA
<b>CERTIFICADO DEFINITIVO DE GAS CENTRALIZADO NO. 000246-AT-DGC-CBDMQ-2018. EMITIDO A LA EMPRESA QUANTUMPHARM CÍA. LTDA.</b>								
NO. 000246-AT-DGC-CBDMQ-2018	Es de responsabilidad del cliente (empresa) realizar la inspección visual y no destructiva necesaria para garantizar la calidad de las soldaduras realizadas	X	No se realiza inspecciones visuales por parte de la empresa Quantumpharm hacia el tanque de Alcohol con una frecuencia definida	X		No se realiza inspecciones visuales por parte de la empresa Quantumpharm hacia el tanque de GLP con una frecuencia definida		
NO. 000246-AT-DGC-CBDMQ-2018	Próximo intervalo de inspección 5 años a partir de la presente fecha 22-01-2018. Espesor mínimo admisible en el cuerpo: 5,12 mm Espesor mínimo admisible en las cabezas 4,16 mm MAWP admisible del recipiente 1,48 Mapa Norma de Referencia 2261. 6. Inspección. Ensayos finales: Además, se deben realizar los ensayos de presión hidrostática y de funcionamiento y comprobar el espesor y la adherencia de la pintura, cuando el tanque está terminado	X	Nunca se ha realizado control de espesores en el tanque de alcohol	X		No se ha realizado control de espesores mínimos y presión al tanque de GLP, el último control fue en 2018		
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>