

Riesgos laborales de la planta de gas licuado de petróleo de una planta de cerámica en Cuenca Ecuador

Occupational hazards of the liquefied petroleum gas plant of a ceramics plant in Cuenca Ecuador

Luis Manuel Picon Vizñay, José Luis Solano Peláez

Resumen

El gas licuado de petróleo (GLP) es un combustible clave en el Grupo Industrial Graiman, utilizado para proporcionar energía a diversas maquinarias y equipos. Sin embargo, el manejo y uso de GLP en estos procesos industriales implica riesgos significativos tanto para los trabajadores. Estos riesgos pueden incluir explosiones, incendios y exposición a sustancias tóxicas. Por ello, la empresa ha adoptado varios métodos para cumplir con los requisitos normativos y legales de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO), centrándose en la identificación de peligros y evaluación de riesgos en los operadores de maquinaria de descarga de GLP. El método principal implementado es una Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, que ofrece una cobertura integral para la mayoría de las situaciones y actividades de la planta. Esta matriz sirve como herramienta fundamental para evaluar los riesgos, permitiendo una clasificación y priorización sistemática de los mismos. Así, se pueden asignar de manera adecuada las medidas de control necesarias para minimizar los riesgos y garantizar un entorno de trabajo seguro, protegiendo tanto a los empleados como a cualquier persona presente en las instalaciones del Grupo Industrial Graiman.

Palabras clave: Gas Licuado de petróleo; Riesgos; Seguridad y salud ocupacional; Identificación de Peligros; Medidas de control

Luis Manuel Picon Vizñay

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | luis.picon@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-1737-7088>

José Luis Solano Peláez

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | jsolano@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8388-0338>

<https://doi.org/10.46652/runas.v5i10.215>
ISSN 2737-6230
Vol. 5 No. 10 julio-diciembre 2024, e240215
Quito, Ecuador

Enviado: septiembre 16, 2024
Aceptado: noviembre 15, 2024
Publicado: diciembre 05, 2024
Continuous Publication

Abstract

Liquefied petroleum gas (LPG) is a key fuel at the Graiman Industrial Group, used to provide power to various machinery and equipment. However, the handling and use of LPG in these industrial processes implies significant risks for both workers. These risks may include explosions, fires, and exposure to toxic substances. Therefore, the company has adopted various methods to comply with Occupational Safety and Health (OHS) regulatory and legal requirements, focusing on hazard identification and risk assessment for LPG unloading machinery operators. The primary method implemented is a Hazard Identification and Risk Assessment Matrix, which provides comprehensive coverage for most plant situations and activities. This matrix serves as a fundamental tool to evaluate risks, allowing for their systematic classification and prioritization. Thus, the necessary control measures can be appropriately assigned to minimize risks and guarantee a safe work environment, protecting both employees and anyone present at the Graiman Industrial Group facilities.

Keywords: Liquefied Petroleum Gas; Hazards; Occupational Safety and Health; Hazard Identification; Control Measures

Introducción

El Gas Licuado del Petróleo- GLP es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano y butano y otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción (González et al., 2019). La operación de una planta de Gas Licuado de Petróleo es un proceso complejo e intrincado que requiere una atención meticulosa a la seguridad y la gestión de riesgos para garantizar el bienestar de los empleados y la comunidad circundante. Los peligros potenciales en dichas instalaciones pueden tener consecuencias devastadoras, incluidos incendios, explosiones y fugas de gases tóxicos, que pueden provocar una discapacidad temporal o permanente para los trabajadores (García y Malagón, 2021), pueden provocar la rápida acumulación de vapores inflamables y potencialmente explosivos (Silva et al., 2022). Estas fugas representan una amenaza significativa para los trabajadores que pueden estar expuestos a estas condiciones peligrosas, lo que podría provocar problemas respiratorios, envenenamiento o incluso muertes (Meza et al., 2022).

El uso de dispositivos especializados de detección de gases es crucial en estos entornos, ya que los órganos sensoriales humanos a menudo son incapaces de percibir la presencia de estos gases peligrosos (Castañeda, 2018). Además de las fugas de gas, los trabajadores de las plantas de GLP también pueden estar expuestos a otros riesgos laborales, como la exposición a altas temperaturas, el riesgo de caídas o resbalones y la posible exposición a productos químicos nocivos (Silva et al., 2022). La prevención de accidentes en plantas de GLP es esencial, ya que estos entornos presentan un alto potencial de riesgo debido a la naturaleza inflamable y explosiva del gas almacenado y manejado. Los estudios recientes subrayan la importancia de contar con procedimientos estrictos de seguridad y el uso de tecnologías avanzadas para mitigar los riesgos. Uno de los factores críticos en la seguridad de estas plantas es la implementación de sistemas automáticos de detección y control de fugas, que reducen significativamente el tiempo de respuesta ante un incidente, previniendo la acumulación de gases peligrosos en el (Quintero et al., 2022).

la capacitación del personal desempeña un papel fundamental en la reducción de accidentes. Programas educativos dirigidos a la identificación de riesgos y la respuesta a emergencias son clave para garantizar que los trabajadores estén preparados ante cualquier eventualidad (Saa y Valero, 2024). Según Barroso et al. (2021), la falta de capacitación adecuada puede aumentar la probabilidad de incidentes relacionados con la manipulación de materiales peligrosos como el GLP, destacando la necesidad de entrenamientos recurrentes y simulaciones de situaciones de emergencia.

Un aspecto que no puede pasarse por alto es el mantenimiento preventivo de los equipos utilizados en la descarga y almacenamiento de GLP. El desgaste de las válvulas, tuberías y tanques puede ser una fuente significativa de fugas y accidentes, por lo que es crucial implementar un programa de mantenimiento regular para garantizar el buen estado de las instalaciones (González et al., 2019). Esto, combinado con auditorías periódicas de seguridad, ha demostrado reducir el riesgo de incidentes en plantas industriales (Gorgojo et al., 2023). Según La Organización Internacional del Trabajo en el 2020 cuenta con un informe que indica que a diario mueren más de 20 personas en el mundo a causa de accidentes laborales o enfermedades relacionadas con el trabajo, ocasionando más de 2,78 millones de muertes por año (Soledad et al., 2021).

Ecuador no tienen cifras fiables sobre la siniestralidad laboral, situación generada por registrar enfermedades laborales como comunes por parte de los médicos que atienden a los pacientes, además no se tiene un detalle de manera desagregada sobre la siniestralidad laboral por subáreas de trabajo, sino únicamente de manera generalizada es decir por sectores laborales (De et al., 2021). El artículo 326 de la Constitución ecuatoriana reconoce que: “toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”. A su vez, el artículo 332 obliga al Estado ecuatoriano a garantizar los derechos reproductivos de las personas trabajadoras, eliminando los riesgos laborales que afecten a dichos derechos (Legislativo, 2008). “En el Acuerdo Ministerial N° MDT-2017-0135 del 19 de septiembre de 2017, en su Capítulo IV, Obligaciones en materia de Seguridad, Salud del Trabajo y Gestión integral de Riesgos, en su Artículo 10.- El empleador deberá efectuar el registro, aprobación, notificación y/o reporte de obligaciones laborales en materia de seguridad y salud en el trabajo (Zambrano, 2024).

De acuerdo con la Resolución 255 del Ministerio del Trabajo del Ecuador, que regula las condiciones de seguridad y salud en el trabajo para actividades de riesgo, las empresas que manipulan sustancias peligrosas, como el GLP, están obligadas a implementar medidas preventivas, correctivas y de control con el fin de garantizar un entorno seguro y minimizar los riesgos asociados a su manejo. Esto implica la identificación de los peligros, la clasificación de los riesgos según su probabilidad y severidad, y la adopción de mecanismos eficaces de control, en concordancia con normativas locales e internacionales (Decreto_Ejecutivo_No._255, 2024).

las normativas locales e internacionales desempeñan un papel esencial en la regulación de las actividades industriales. La aplicación efectiva de estándares internacionales como la NFPA 58 y la ISO 45001 contribuye a la gestión de riesgos y la implementación de políticas preventivas en las

plantas de GLP, asegurando que las operaciones cumplan con los más altos niveles de seguridad (Casilla, 2019). Esto es particularmente importante en países en desarrollo, donde la supervisión y el cumplimiento de estas normativas pueden ser inconsistentes (Green Finance, Sustainable Development and the Belt and Road Initiative, 2020).

Marco teórico

Las plantas de almacenamiento de GLP, con tanques estacionarios de almacenamiento, con el fin de salvaguardar la seguridad y reducir los riesgos de incendio y/o explosión, deben cumplir con los requisitos establecidos en el numeral correspondiente de las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 1 536 y 2 266 vigentes y demás disposiciones legales que regulen el ámbito de esta actividad (Lavado et al., 2023).

Los requisitos técnicos para el almacenamiento y manejo del GLP deben cumplir con lo establecido en las normas NFPA 058 y 059, hasta que se emitan las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN correspondientes (REGLAMENTO ACTIVIDADES DE COMERCIALIZACIÓN DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO, 2018). Los depósitos y centros de distribución autorizados, que distribuyan o mantengan cilindros o recipientes portátiles para gas licuado de petróleo (GLP) de uso doméstico, comercial o industrial de hasta 45 kg de capacidad, fabricados de acuerdo a los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 111 y 2 143, que estén llenos o vacíos, y que han estado o están en servicio con gas licuado de petróleo (GLP), deben cumplir con los requisitos establecidos en el numeral correspondiente de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 534 vigente y demás disposiciones legales que regulen el ámbito de esta actividad (Maciej et al., 2022).

Es imprescindible realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos, lo que implica identificar y clasificar cada uno de ellos, estableciendo claramente sus conceptos para poder implementar medidas de control eficaces. Según el artículo 41 de la Resolución 255 del Ministerio del Trabajo del Ecuador, los riesgos deben clasificarse en seis categorías principales: riesgos físicos, químicos, biológicos, de seguridad, ergonómicos y psicosociales (Decreto_Ejecutivo_No._255, 2024). La NTP 330 es una herramienta valiosa que permite estructurar una matriz de riesgos basada en la probabilidad de ocurrencia y la severidad de los efectos de un peligro específico. Este enfoque facilita la categorización de los riesgos en diferentes niveles, lo que a su vez permite establecer prioridades en la implementación de medidas preventivas y correctivas (De Mecánica et al., 2024).

Cuando se realiza una identificación de riesgos es necesario identificar algunos conceptos

Riesgos físicos: Son aquellos factores del entorno laboral que pueden provocar daños físicos a los trabajadores. Estos incluyen ruido excesivo, vibraciones, temperaturas extremas, radiaciones y otras condiciones adversas que afectan directamente el cuerpo humano. En el contexto de la manipulación de GLP, los riesgos físicos son especialmente relevantes, debido a la posibilidad de incendios, explosiones o contacto con superficies calientes (Seguridad En El Trabajo, 2018). Ries-

gos químicos: Se refieren a la exposición a sustancias químicas que pueden ser tóxicas, corrosivas o inflamables. En el manejo de GLP, estos riesgos son elevados debido a la naturaleza inflamable del gas y los vapores tóxicos que puede emitir, lo cual puede causar problemas de salud como envenenamiento, quemaduras o asfixia si no se controla adecuadamente (Estrategia Española de Seguridad y Salud En El Trabajo 2015-2020, 2020).

Riesgos biológicos: Involucran la exposición a agentes biológicos, como virus, bacterias, hongos o parásitos, que pueden provocar infecciones o enfermedades. Aunque en las operaciones de GLP este tipo de riesgo no es el más común, puede estar presente en entornos donde exista contaminación biológica por agentes patógenos (Riesgos Laborales Biológicos - INSST, 2018).

Riesgos de seguridad: Están relacionados con el uso de maquinaria, herramientas y equipos, así como la organización del trabajo. Estos riesgos incluyen caídas, golpes, atrapamientos o cualquier otro accidente relacionado con condiciones inseguras en el lugar de trabajo. En la manipulación de GLP, los riesgos de seguridad pueden derivar de la falta de mantenimiento adecuado de los equipos o errores en los procedimientos de descarga (Decreto_Ejecutivo_No._255, 2024). Riesgos ergonómicos: Se refieren a las condiciones laborales que afectan la postura, los movimientos repetitivos o la manipulación manual de cargas, lo que puede causar lesiones musculoesqueléticas. En las operaciones de GLP, el manejo incorrecto de mangueras o válvulas pesadas, o la adopción de posturas inadecuadas, puede generar este tipo de lesiones (Riesgos Ergonómicos - Trastornos Musculoesqueléticos - INSST, 2015).

Riesgos psicosociales: Incluyen los factores organizacionales o sociales en el trabajo que pueden generar estrés, ansiedad o problemas de salud mental. Estos riesgos están asociados con la carga laboral, la presión por el cumplimiento de plazos, el trabajo en condiciones peligrosas y la falta de control sobre el entorno laboral. En plantas de GLP, el manejo de sustancias peligrosas y la responsabilidad constante de garantizar la seguridad pueden contribuir al estrés laboral (Estrategia Española de Seguridad y Salud En El Trabajo 2015-2020, 2018). El análisis de riesgos es un estudio técnico que examina las condiciones del lugar de trabajo, máquinas, productos usados, etc. Se identifican los peligros a los que está expuesto el empleado al trabajar en estas condiciones. En esta etapa, puede haber peligros que puedan eliminarse fácilmente; el resto debe ser evaluado constantemente (Velázquez y Datola, 2022).

Entre los factores asociados a la ocurrencia de accidentes de trabajo asociados a la tecnología se encuentran su uso y complejidad, pero también se relaciona con la edad y el género (la actuación de este factor no es la misma en todos los escenarios por la diversidad de criterios que existen a este respecto), sumado a factores como el estilo de vida de los trabajadores, las condiciones laborales (Moreno et al., 2021). El riesgo laboral al que se exponen los trabajadores puede ser considerado como la probabilidad de que la exposición a un factor o proceso peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión (Verdugo y Arias, 2021). La prevención de riesgos laborales en los diferentes sectores productivos o de servicios es una tarea de alta prioridad, por cuanto se rela-

cional con la garantía de que los trabajadores en los distintos puestos laborales realicen un trabajo decente, seguro y saludable, creando condiciones de trabajo que no afecten su salud y bienestar. Los trabajadores satisfechos tienden a ser más adaptables, cooperadores, y dispuestos al cambio (Real et al., 2018).

Análisis de riesgo; identifica los riesgos del trabajador, los peligros que presenta una planta de trabajo y aquí es donde se da la valoración cuantitativa dependiendo del grado de identificación de los riesgos por lo que se debe conocer los conceptos básicos de la planta de gas licuado de petróleo (Siñani y Marco, 2020).

Metodología

Este estudio se enmarca dentro de un diseño cualitativo, el cual permite comprender y analizar los fenómenos en su contexto natural, explorando la experiencia y percepción de los actores involucrados. El enfoque cualitativo es adecuado para este estudio, ya que se busca interpretar los procesos relacionados con la seguridad y los riesgos en la descarga de GLP, capturando las dinámicas y condiciones específicas que influyen en el procedimiento. A través de entrevistas, observaciones y análisis de documentación, se pretende obtener una comprensión profunda de las prácticas y factores de riesgo que impactan el proceso, lo que facilita una evaluación detallada y contextualizada de los resultados (Creswell & Plano Clark, 2018).

Las matrices de riesgos que evalúan la probabilidad de ocurrencia y la severidad de los efectos son esenciales para priorizar la implementación de medidas preventivas en la gestión de riesgos laborales (Martinez et al., 2022). Sobre la base del modelo propuesto por la Nota Técnica de Prevención (NTP) 330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España (INSHT), el Grupo Industrial Graiman a través del Departamento de Seguridad Industrial y con la participación del personal de planta, ha definido los factores de riesgo existentes que pudieran afectar al personal. Se identificarán los factores de riesgos dentro de su Matriz de Riesgos, considerando únicamente los riesgos inherentes a los puestos de trabajo de operación en la descarga de GLP. En primer lugar, se deben identificar el procedimiento de la actividad para poder identificar todos los peligros potenciales asociados con las operaciones de almacenamiento y procesamiento de gas licuado. La identificación debe ser exhaustiva y considerar tanto los peligros evidentes como los menos obvios (En et al., 2017).

Descarga de cisternas; descarga desde éstos a las instalaciones que se utilizarán para la distribución y suministro de los gases combustibles, ya sea mediante bombas criogénicas o intercambiadores de calor por diferencia de presión.

Tabla 1. Procedimiento de descarga del GLP

Actividades	Responsable
1. Verificación de ingreso del vehículo:	
• Confirmar que el arresta llamas esté colocado correctamente.	
• Asegurar que las balizas, luces medias, y de parqueo estén activas.	Guardia de seguridad
• Revisar la documentación del vehículo y conductor según la normativa vigente.	
• Comprobar que el área de maniobra esté libre de obstrucciones.	
2. Autorización de ingreso a balanza:	Operador de la planta de combustibles
• Aprobar el ingreso del vehículo cisterna a la balanza, siguiendo los controles de seguridad y pesaje establecidos.	
3. Pesaje del vehículo cisterna cargado:	Operador de la planta y conductor del vehículo cisterna
• El vehículo deberá ingresar a una velocidad máxima de 10 km/h en la zona y reducir a 5 km/h al aproximarse a la báscula, evitando frenadas bruscas para prevenir daños en el equipo de pesaje.	
4. Estacionamiento en el área de descarga:	Conductor del vehículo cisterna y Operador de la planta de combustibles
• Estacionar el vehículo en el área designada para la descarga de GLP, delimitando la zona de seguridad con conos o barreras físicas de acuerdo con los protocolos de la planta.	
5. Uso de Equipos de Protección Personal (EPP):	Conductor del vehículo cisterna y Operador de la planta de combustibles
• Conductor: Uniforme reflectante con logotipo visible de la empresa, casco, guantes, pantalla facial, calzado antideslizante y antiestático.	
• Operador: Uniforme reflectante, casco, guantes de maniobra, pantalla facial, calzado antideslizante y antiestático.	
6. Conexión a tierra:	Conductor del vehículo cisterna
• Establecer la conexión a tierra del vehículo para evitar acumulación de electricidad estática.	
7. Colocación de cuñas de seguridad:	Conductor del vehículo cisterna
• Posicionar las cuñas en las ruedas del vehículo y cisterna, especialmente en ambas direcciones si el terreno es plano.	
8. Control de explosividad:	Operador de la planta de combustibles
• Medir los niveles de explosividad en la atmósfera antes, durante y después de la operación de descarga utilizando equipos de monitoreo apropiados.	
9. Inspección de sistema de válvulas y herramientas:	Operador de la planta de combustibles
• Revisar el estado de las válvulas del vehículo cisterna y los equipos de la planta.	
• Verificar que las herramientas estén en buen estado; si no es así, proceder a su mantenimiento o reemplazo antes de la operación de descarga.	
10. Verificación de presiones y temperaturas:	Operador de la planta de combustibles
• Comprobar las presiones y temperaturas en los manómetros tanto del vehículo cisterna como de los tanques de almacenamiento.	

11. Inicio del trasvase:	
• Por gravedad:	
a) Posicionar el vehículo en el área de salida.	Operador de la planta de combustibles y Conductor del vehículo cisterna
b) Conectar las mangueras de descarga de líquido y vapor.	
c) Abrir válvulas de paso de GLP.	
d) Activar el compresor de la cisterna.	
e) Iniciar el trasvase asegurando monitoreo continuo.	
12. Fin del trasvase y desconexión:	
• Detener el compresor.	
• Cerrar válvulas del vehículo cisterna y del sistema de trasvase.	Operador de la planta de combustibles y Conductor del vehículo cisterna
• Purgar las líneas de descarga.	
• Desconectar las mangueras de líquido y vapor.	
• Retirar cuñas de las ruedas y desconectar la conexión a tierra.	
• Trasladar el vehículo a la balanza para pesaje final.	
13. Pesaje del vehículo vacío y autorización de salida:	
• Realizar el pesaje del vehículo vacío y, tras verificar el cumplimiento de todos los procedimientos, autorizar la salida del vehículo de las instalaciones.	Operador de la planta de combustibles y Conductor del vehículo cisterna

Fuente: Graiman (2024).

Una vez que se ha identificado el procedimiento de trabajo, se procede a evaluar la probabilidad de que se materialice un riesgo específico utilizando una matriz de riesgos. Esta matriz también permite analizar la severidad de las posibles consecuencias que cada riesgo podría generar. En este caso, el análisis se centra en el puesto de trabajo del operador de la planta de combustible, evaluando cómo cada riesgo identificado puede afectar su seguridad y salud laboral, con el fin de priorizar medidas preventivas y correctivas.

Se deben proponer y aplicar medidas de control adecuadas para mitigar los riesgos priorizados. Esto puede incluir mejoras en el diseño de los equipos, actualización de procedimientos operativos, capacitaciones específicas, y la implementación de tecnologías avanzadas para la detección temprana de problemas. El uso de la NTP 330 proporciona una metodología estructurada y objetiva para gestionar los riesgos laborales, asegurando que las decisiones tomadas están basadas en un análisis riguroso y que las acciones correctivas se dirigen hacia los aspectos más críticos de la seguridad en la planta (De Mecánica et al., 2024). Una vez completada la matriz, los riesgos serán valorados según la siguiente clasificación

Tabla 2. Valoración según el nivel de riesgo

Nivel de Riesgo	Descripción
Trivial	No es necesario intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique. Los riesgos en este nivel se consideran de baja magnitud y las medidas preventivas actuales son adecuadas.
Tolerable	Se sugiere mejorar si es posible. Aunque el riesgo es aceptable, es recomendable justificar una intervención para optimizar las condiciones de seguridad y evaluar su rentabilidad.

Nivel de Riesgo	Descripción
Moderado	Es necesario corregir el riesgo e implementar medidas de control. En este nivel, las condiciones no son completamente seguras y deben aplicarse acciones correctivas.
Intolerable	La situación es crítica y requiere una corrección urgente. Los riesgos en este nivel son inaceptables y exigen medidas inmediatas para eliminar o reducir el peligro.

Fuente: De Mecánica (2024).

Resultados

Se realizó la matriz de riesgos NTP 330, dándonos como resultados finales la siguiente tabla y así poder tomar medidas preventivas y correctivas.

Tabla 3. Resultados de la evaluación de la Matriz NTP 330, a los operadores de descarga de combustible de GLP

1. Factores de Seguridad:		
Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel de Intervención
Piso irregular, resbaladizo	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Obstáculos en el piso	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Desorden	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Maquinaria desprotegida	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Circulación de maquinaria y vehículos	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Trabajo a distinto nivel	Tolerable	Justificar la intervención si es rentable
Trabajo en altura	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Caída de objetos en manipulación	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Proyección de sólidos o líquidos	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Manejo de herramienta cortante o punzante	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Trabajo en espacios confinados	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Choque con objetos inmóviles	Trivial	No es necesaria la intervención
Atrapamiento	Tolerable	No intervenir si no es necesario
2. Factores Físicos:		
Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel de Intervención
Temperatura baja	Trivial	No es necesaria la intervención
Ruido	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Vibración	Trivial	No es necesaria la intervención
Radiación no ionizante	Tolerable	No intervenir si no es necesario
3. Factores Químicos:		
Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel de Intervención

Polvo inorgánico (mineral o metálico)	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Gases ácidos	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Manipulación de químicos	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Reacciones químicas por mal almacenamiento	Tolerable	Justificar intervención si es rentable
Contacto con sustancias cáusticas/corrosivas	Tolerable	No intervenir si no es necesario
4. Factores Ergonómicos:		
Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel de Intervención
Posiciones forzadas	Tolerable	No intervenir si no es necesario
5. Factores Psicosociales:		
Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel de Intervención
Trabajo a presión	Tolerable	No intervenir si no es necesario
Trato con clientes y usuarios	Trivial	No es necesaria la intervención

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Resumen de resultados generales

Resumen General de Resultados:	
Riesgos Triviales:	4 (No se requieren intervenciones).
Riesgos Tolerables:	21 (Mejorar si es posible)

Fuente: elaboración propia

Según los resultados generales se tomaron medidas preventivas y correctivas específicas para los operadores de la descarga de GLP (Gas Licuado de Petróleo), es crucial adaptar las recomendaciones a las particularidades de este proceso, considerando los riesgos inherentes al manejo de gases inflamables.

Tabla 5 Medidas preventivas y correctivas

Riesgo	Medidas Preventivas	Medidas Correctivas
Piso irregular o resbaladizo (durante la descarga)	- Garantizar superficies antideslizantes en las zonas de descarga de GLP.	- Reparar y nivelar superficies dañadas.
	- Establecer un programa de limpieza y eliminación de residuos de hidrocarburos y otros productos.	- Instalar señalización de áreas con peligro de resbalones y exigir el uso de calzado antideslizante.

Riesgo	Medidas Preventivas	Medidas Correctivas
Obstáculos en el piso (durante la manipulación de mangueras y válvulas)	- Implementar un sistema de organización para mantener despejadas las áreas de trabajo.	- Realizar inspecciones regulares para asegurar que las rutas de trabajo estén despejadas.
	- Capacitar al personal sobre la importancia de mantener rutas de evacuación libres.	- Verificar el almacenamiento adecuado de herramientas.
Maquinaria desprotegida (compresores, bombas y conexiones)	- Instalar resguardos en las partes móviles de la maquinaria.	- Revisar y reparar protecciones dañadas.
	- Asegurar que válvulas y conexiones estén protegidas y etiquetadas.	- Capacitar al personal en la operación segura de la maquinaria.
Trabajo en altura (durante la conexión/desconexión de equipos)	- Proveer arneses de seguridad y puntos de anclaje en zonas elevadas.	- Mejorar plataformas y escaleras de acceso a los tanques.
	- Realizar inspecciones diarias de estructuras de trabajo en altura.	- Revisar periódicamente equipos de protección contra caídas.
Caída de objetos (durante el manejo de mangueras y válvulas pesadas)	- Establecer procedimientos adecuados para manipulación segura.	- Mejorar almacenamiento y manipulación de mangueras.
	- Proveer cascos de seguridad y guantes resistentes.	- Realizar inspecciones continuas de herramientas.
Proyección de líquidos o sólidos (fugas de GLP o de otros líquidos)	- Realizar revisiones regulares de conexiones y mangueras.	- Reparar y sustituir equipos defectuosos.
	- Proveer equipos de protección personal adecuados.	- Instalar barreras de contención en áreas de descarga.
Manipulación de herramientas cortantes o punzantes (uso de herramientas durante la descarga)	- Capacitar en el uso correcto de herramientas.	- Reemplazar o mejorar herramientas defectuosas.
	- Proveer guantes resistentes a cortes y perforaciones.	- Implementar mantenimiento regular de herramientas.
Trabajo en espacios confinados (durante la inspección de tanques)	- Implementar un sistema de permisos de trabajo.	- Mejorar condiciones de acceso y rescate.
	- Proveer ventilación adecuada y equipos de detección de gases.	- Realizar simulacros de emergencia para espacios confinados.
Atrapamiento en maquinaria (válvulas, bombas y compresores durante la descarga)	- Instalar dispositivos de parada de emergencia.	- Mejorar diseño de áreas con riesgo de atrapamiento.
	- Capacitar en el uso de controles de emergencia.	- Realizar inspecciones periódicas de sistemas de emergencia.

Riesgo	Medidas Preventivas	Medidas Correctivas
Exposición a ruido (compresores y bombas en funcionamiento continuo)	- Proveer protectores auditivos adecuados.	- Mejorar aislamiento acústico de máquinas.
	- Realizar mediciones periódicas de los niveles de ruido.	- Implementar rotaciones para trabajadores en áreas ruidosas.
Reacciones químicas por mal almacenamiento (fugas o derrames de GLP)	- Almacenar tanques en áreas ventiladas y señalizadas.	- Implementar procedimientos de emergencia para derrames.
	- Capacitar sobre características y peligros del GLP.	- Instalar sistemas de monitoreo continuo de fugas de gas.
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas (durante el manejo de GLP y químicos asociados)	- Proveer guantes, gafas y ropa protectora.	- Revisar y mejorar procedimientos de manipulación.
	- Implementar sistemas de lavado de emergencia.	- Cambiar o mejorar equipos de protección personal.
Radiación no ionizante (por uso de equipos de soldadura)	- Proveer equipos de protección para ojos y piel contra radiación UV e infrarrojo.	- Mejorar diseño de áreas de trabajo para protección contra radiación.
	- Instalar pantallas protectoras en áreas de soldadura.	- Capacitar sobre riesgos asociados a la radiación no ionizante.

Fuente: elaboración propia

Discusión

La operación de plantas de Gas Licuado de Petróleo (GLP) representa un desafío considerable en términos de seguridad y gestión de riesgos. Dada la naturaleza inflamable y explosiva del GLP, cualquier fuga de gas no detectada podría desencadenar incendios o explosiones de consecuencias devastadoras. Además, los vapores liberados en caso de fuga pueden provocar graves problemas respiratorios, envenenamientos, e incluso muertes en los trabajadores expuestos, lo cual subraya la importancia del uso de dispositivos especializados para la detección de gases, ya que estos peligros no siempre son perceptibles a través de los sentidos humanos (Castañeda, 2018; Meza et al., 2022).

En este contexto, la capacitación y el mantenimiento preventivo son esenciales para minimizar riesgos. La formación periódica de los trabajadores en la identificación y manejo de situaciones de emergencia es clave para reducir accidentes en estos entornos industriales, y se ha demostrado que los programas educativos enfocados en la prevención y la respuesta rápida ante

incidentes aumentan la seguridad en el lugar de trabajo (Saá y Valero, 2024). Asimismo, el mantenimiento regular de equipos como válvulas, tuberías y tanques es crucial para prevenir fugas y accidentes, y debe complementarse con auditorías de seguridad para garantizar el buen estado de las instalaciones (Gorgojo et al., 2023).

En el estudio de Gilces (2020), relacionadas con la seguridad química en la descarga de gases combustibles resaltan que el monitoreo de las condiciones ambientales y el uso de equipo de protección personal adecuado son medidas esenciales, lo que refuerza las soluciones que propones en tu trabajo para mitigar los riesgos químicos. Este tipo de intervenciones han sido señaladas como efectivas en reducir accidentes relacionados con la exposición a gases peligrosos en la industria.

Finalmente, la regulación y normativa local juegan un papel fundamental en la protección de los trabajadores. En Ecuador, tanto el Acuerdo Ministerial N° MDT-2017-0135 como la Resolución 255 del Ministerio del Trabajo exigen medidas de seguridad estrictas para las empresas que manejan sustancias peligrosas, alineándose con normas internacionales como la NFPA 58 e ISO 45001 (Zambrano, 2024).; Decreto Ejecutivo N° 255 de 2024). No obstante, un desafío relevante en países en desarrollo sigue siendo la aplicación consistente de estas normativas, lo cual puede afectar la seguridad en estas operaciones.

Conclusión

El análisis permitió identificar una amplia gama de factores de riesgo en diferentes categorías (seguridad, físicos, químicos, ergonómicos, y psicosociales) que pueden afectar directamente la seguridad de los operadores de descarga de GLP. Estos resultados revelan que, aunque la mayoría de los riesgos se clasificaron como tolerables, es esencial implementar medidas preventivas y correctivas para evitar la acumulación de incidentes a largo plazo.

Los riesgos relacionados con la manipulación de químicos y las condiciones físicas (temperatura, ruido, vibración) presentan mayores consecuencias potenciales debido a la naturaleza del GLP, que es altamente inflamable y puede generar efectos adversos a la salud si no se maneja correctamente. Las medidas correctivas, como el uso de equipos de protección personal adecuados y la supervisión constante de las condiciones de trabajo, son esenciales para mitigar estos riesgos.

El estudio identificó la necesidad de abordar los riesgos ergonómicos derivados de las posiciones forzadas y la fatiga, así como los riesgos psicosociales relacionados con el trabajo bajo presión. Estas condiciones pueden generar efectos acumulativos que afecten la salud de los operadores a mediano y largo plazo. Por lo tanto, se recomienda la implementación de pausas activas, rotación de tareas y programas de capacitación que puedan reducir estos impactos.

la importancia de un enfoque preventivo y correctivo integral para la gestión de riesgos en la descarga de GLP contribuye a la reducción de accidentes y mejora de las condiciones de trabajo para los operadores.

Referencias

- Barroso González, A., Herrera Pérez, I. M., Bellido-Estévez, I., Prados Jiménez, M. L., Quesada Carrasco, P., Prados Castillejo, J. A., Quesada Jiménez, F., Maestro, J. M., Martínez, M. C., Trujillo, E., Sánchez-Carrión, J. M., Torres, L. M., Domínguez, P., González, C., Guzmán, Y., De Lacy, F. B., Jiménez, F., Katati, M. J., Sánchez, N. M., ... Martínez, G. (2021). *Manual de simulación clínica en especialidades médicas*. Universidad de Málaga.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Analyzing and Interpreting Data in Mixed Methods Research. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 221–253.
- De Mecánica, F., Edison, J., & Llerena, M. (2024). *Elaboración de un plan de prevención de riesgos laborales aplicando la norma NTP 330 e implementación de señalética en la Empresa Javtex ubicada en el Cantón Pelileo* [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo].
- Gilces (2020). *Diseño de un programa de prevención de riesgo químico en los auxiliares e inspectores Engipetrol Colombia S.A.S., en Barrancabermeja – Santander* [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/55800>
- Gobierno de España. (2015). *Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020*.
- Fanny M. Cheung, Ying-yi Hong. (2020). *Green Finance, Sustainable Development and the Belt and Road Initiative*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003021667>
- García Mogollón, A. M., & Malagón-Saenz, E. (2021). Salud y seguridad en el trabajo en Latinoamérica: enfermedades y gasto público. *Revista ABRA*, 41(63), 55–76. <https://doi.org/10.15359/abra.41-63.3>
- González-García, I., Milbank, E., Diéguez, C., López, M., & Contreras, C. (2019). Glucagon, GLP-1 and Thermogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(14), 3445. <https://doi.org/10.3390/IJMS20143445>
- Gorgojo-Martínez, J. J., Mezquita-Raya, P., Carretero-Gómez, J., Castro, A., Cebrián-Cuenca, A., de Torres-Sánchez, A., García-de-Lucas, M. D., Núñez, J., Obaya, J. C., Soler, M. J., Górriz, J. L., & Rubio-Herrera, M. Á. (2023). Clinical Recommendations to Manage Gastrointestinal Adverse Events in Patients Treated with Glp-1 Receptor Agonists: A Multidisciplinary Expert Consensus. *Journal of Clinical Medicine*, 12(1), 145. <https://doi.org/10.3390/JCM12010145/S1>
- Lavado, Q., Dimer Asesor, F., Alarcón, G., Óscar, A., García, M., Tomás Vásquez Aranda, J., Omar Aylas Humareda, A., & del Carmen, M. (2023). *Caracterización de residuos sólidos y estrategias de mejora en el plan de manejo ambiental de una empresa envasadora de GLP en el distrito Lurigancho - Chosica, Lima 2022* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7800>
- Arce, A. M. (2002). *Verificación del cumplimiento de la normativa vigente de seguridad contra incendios en planta de GLP VARIGAS de la provincia de Salta* [Tesis de grado, Universidad Católica de Salta].
- Martinez, A., Awad, A. M., Jones, M. P., & Hornbuckle, K. C. (2022). Intracity occurrence and distribution of airborne PCB congeners in Chicago. *Science of the Total Environment*, 812. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.151505>

- Meza, Y. P., Castillo, M. V. R., Brochero, H. Y. V., & Escamilla, M. J. G. (2022). Effects on Respiratory Health of Workers who Use Chemical Substances in their Work Environment. *A Systemic Review. Salud Uninorte*, 38(2), 560–585. <https://doi.org/10.14482/sun.38.2.616.2>
- Ministerio de Salud Pública. (2021). *Panorama nacional de salud de los trabajadores versión I*.
- Moreno, J. S., San, U., De, G., Manabí, P., Ecuador, S., Cedeño, M. B., & Manabí, P. E. (2021). Riesgos laborales nuevos y emergentes derivados de una sociedad intrínsecamente evolutiva Autores. *Revista San Gregorio*, 1(46), 212–229. <https://doi.org/10.36097/RSAN.V1I46.1573>
- Quintero-Yepes, L., Rodríguez-Valencia, N., & Ortiz, A. (2022). Efecto del secado con combustión directa de Gas Licuado de Petróleo (GLP) sobre la composición química del grano de café. *Revista Cenicafé*, 73(2). <https://doi.org/10.38141/10778/73204>
- Real Pérez, G. L., Hassan Marrero, N., Regueira Lezcano, M. D., & Hidalgo Avila, A. A. (2018). Valoración de los regímenes de trabajo y descanso. Caso de estudio: Varadero (Cuba). *Turismo y Sociedad*, 24, 149–160. <https://doi.org/10.18601/01207555.N24.07>
- Riesgos Ergonómicos. (2024). Trastornos musculoesqueléticos. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/trastornos-musculoesqueleticos>
- Riesgos Laborales. (2024). Riesgos biológicos en el trabajo. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-biologicos>
- Saa Zambrano, D. J., & Valero Pérez, F. D. (2024). *Análisis comparativo de combustibles Diésel y GLP para la generación de vapor mediante costo operativo en una planta productora de alimento balanceado* [Trabajo de grado, Universidad Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27512>
- 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>
- Soledad, M., Calva, J., Karina, I., & Castillo, A. C. (2021). Estudio técnico de los riesgos ergonómicos como factores peligrosos para la salud de los trabajadores administrativos de las empresas privadas en la ciudad de Loja en el año 2021. <http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/handle/123456789/407>
- Velázquez, C., & Datola, G. (2022). *Beneficios de seguridad en tecnologías de medición con nivel radar, para tanques de almacenamiento* [Proyecto final, Universidad de Fasta]. <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/2380>
- Verdugo Sanmartín, D. V., & Arias Ulloa, C. D. (2021). *Diseño de un programa de prevención y control de los riesgos laborales en el área de empaque de una bananera de la provincia del Guayas* [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52494>

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.