



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i1.724>

**Recibido:** 2026-01-24

**Aceptado:** 2026-02-05

**Publicado:** 2026-03-17

## **Gestión de Incidentes Por Sustancias Corrosivas en un Laboratorio Ambiental Conforme a la Norma ISO 45001:2018**

### **Incident Management for Corrosive Substances in an Environmental Laboratory in Accordance with ISO 45001:2018**

#### **Autores**

**Barzallo Gálvez José Javier<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0000-0003-1443-6166>

[jose\\_barzallo@hotmail.com](mailto:jose_barzallo@hotmail.com)

**Universidad de Guayaquil**

Milagro - Ecuador

**Yanqui Moreira Omar Francisco<sup>2</sup>**

<https://orcid.org/0009-0002-5276-1461>

[omaryanqui@gmail.com](mailto:omaryanqui@gmail.com)

**Universidad de Guayaquil**

Guayaquil - Ecuador

#### **Cómo citar**

Barzallo Gálvez, J. J., & Yanqui Moreira, O. F. (2026). Gestión de Incidentes Por Sustancias Corrosivas en un Laboratorio Ambiental Conforme a la Norma ISO 45001:2018. *ASCE MAGAZINE*, 5(1), 2751-2777.



## Resumen

El propósito de esta investigación fue desarrollar un sistema para manejar accidentes e incidentes asociados a la exposición a sustancias corrosivas en el Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA., donde se alcanzó adaptando las exigencias de la norma ISO 45001:2018, con el objetivo de potenciar la seguridad y la salud laboral. Además, se realizó un enfoque metodológico que combinó métodos cualitativos y cuantitativos, aplicando técnicas como la revisión de documentos, el análisis de procesos críticos, el uso de listas de verificación normativas y la evaluación del riesgo químico, siguiendo directrices técnicas como la NTP 749 y las Fichas de Datos de Seguridad (MSDS) y una evaluación de brechas frente a las cláusulas 6.1.2 y 10.2 de la norma ISO 45001.

En la etapa de diagnóstico, se detectaron importantes deficiencias en la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la gestión de incidentes que direcciona a la gestión que era principalmente reactiva y una escasa sistematización en el registro de eventos. El examen de los procesos críticos relacionados con el uso de ácidos y bases fuertes ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$  y  $NaOH$ ) permitió identificar áreas con alta probabilidad de incidentes, principalmente debido a contacto directo, inhalación de vapores y derrames. Los resultados evidenciaron deficiencias significativas en la identificación de peligros químicos, el registro de incidentes y el análisis de causas raíz, alcanzando un nivel de riesgo químico de  $NR = 300$ , clasificado como nivel 3 que es un riesgo moderado en importante.

Asimismo, se identificó un cumplimiento normativo del 31,8%, lo que refleja una gestión predominantemente reactiva. Como principal aporte, se diseñó una herramienta técnica y metodológica basada en el ciclo PHVA, orientada al reporte, análisis causal y establecimiento de acciones correctivas y preventivas, integrando factores técnicos, organizativos y humanos. La propuesta fortalece la cultura preventiva y contribuye al cumplimiento de la cláusula 10.2 de la norma ISO 45001, promoviendo la mejora continua en la gestión del riesgo químico en laboratorios ambientales.

**Palabras claves:** Riesgo Químico, ISO 45001, Incidentes, Mejora Continua, Sustancias Corrosivas, Seguridad y Salud Ocupacional.



---

## Abstract

The purpose of this research was to develop a system for managing accidents and incidents associated with exposure to corrosive substances at the Environmental Laboratory of Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA. This was achieved by adapting the requirements of the ISO 45001:2018 standard, with the aim of enhancing occupational safety and health. Furthermore, a methodological approach was implemented that combined qualitative and quantitative methods, applying techniques such as document review, critical process analysis, the use of regulatory checklists, and chemical risk assessment, following technical guidelines such as NTP 749 and Safety Data Sheets (SDS), and conducting a gap analysis against clauses 6.1.2 and 10.2 of the ISO 45001 standard.

During the diagnostic phase, significant deficiencies were detected in hazard identification, risk assessment, and incident management, leading to a primarily reactive management approach and a lack of systematic event recording. The examination of critical processes related to the use of strong acids and bases ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ , and  $NaOH$ ) identified areas with a high probability of incidents, primarily due to direct contact, inhalation of vapors, and spills. The results showed significant deficiencies in the identification of chemical hazards, the recording of incidents and the analysis of root causes, reaching a chemical risk level of  $NR = 300$ , classified as level 3 which is a moderate to significant risk.

Furthermore, regulatory compliance was only 31.8%, reflecting a predominantly reactive management approach. As a key contribution, a technical and methodological tool based on the PDCA cycle was designed, focused on reporting, causal analysis, and the establishment of corrective and preventive actions, integrating technical, organizational, and human factors. This proposal strengthens a preventative culture and contributes to compliance with clause 10.2 of ISO 45001, promoting continuous improvement in chemical risk management in environmental laboratories.

**Keywords:** Chemical Risk, ISO 45001, Incidents, Continuous Improvement, Corrosive Substances, Occupational Health and Safety.



## Introducción

El tratamiento de incidentes relacionados con sustancias corrosivas en laboratorios ambientales es un asunto fundamental que influye en la seguridad y la salud laboral a nivel global. Diversas organizaciones internacionales han advertido que la exposición a químicos peligrosos no solo compromete la salud física de los empleados, sino que también produce un impacto económico significativo. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, según Muñoz y Salas (2021), indica que los accidentes en el trabajo y las enfermedades laborales pueden provocar pérdidas de hasta un 6% del Producto Interno Bruto en diferentes naciones. En donde situación se ve empeorada por el hecho de que alrededor del 70% de los trabajadores no tienen acceso a sistemas de compensación que les permitan obtener indemnizaciones en caso de incidentes desfavorables.

Las cifras a nivel mundial destacan la seriedad del asunto, revelando que los riesgos laborales continúan siendo una de las principales causas de enfermedades y fallecimientos. Johnson et al. (2021). señalan que las enfermedades no transmisibles representan el 81 % de las muertes, y en este contexto, las lesiones relacionadas con el trabajo tienen un papel considerable. Elementos como los extensos horarios laborales, la polución del aire en los lugares de trabajo y el contacto con sustancias tóxicas son factores clave. Se hace hincapié en que la carga laboral excesiva y la exposición a partículas, gases y vapores resultan en centenares de miles de decesos anualmente. Estas estadísticas evidencian la persistente vulnerabilidad de los empleados frente a condiciones laborales peligrosas, sobre todo en actividades técnicas y de laboratorio.

Las perspectivas de la normativa, la salvaguarda de la seguridad y la salud en el ámbito laboral se fundamenta en principios legales y éticos que han sido ampliamente reconocidos. En Europa, la Constitución Española y la Ley 31/1995 sobre Prevención de Riesgos Laborales determinan la obligación de garantizar entornos de trabajo seguros, asignando responsabilidades tanto a las autoridades gubernamentales como a los empleadores BOE (1995). De manera análoga, la Organización Internacional del Trabajo indica que millones de trabajadores experimentan lesiones o enfermedades relacionadas con el trabajo cada año, y que aproximadamente tres millones de personas fallecen debido a accidentes laborales o enfermedades vinculadas al trabajo (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2023).

A pesar de los progresos en leyes y tecnología, los incidentes relacionados con sustancias químicas continúan siendo una de las principales causas de accidentes en los laboratorios. Esto se atribuye a fallos en la identificación de riesgos, carencias en los protocolos de actuación y una gestión del riesgo que deja mucho que desear. En este contexto, la norma ISO 45001:2018 se establece como un marco técnico adecuado para organizar sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, promoviendo un enfoque preventivo y de mejora continua, que tiene como objetivo disminuir incidentes y fortalecer la cultura organizacional de prevención (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2021).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2019) señala que, cada año, aproximadamente 374 millones de personas sufren accidentes de trabajo, y estimamos que 2.78 millones de



muerres anuales se deben a accidentes de trabajo o enfermedades profesionales, siendo estas últimas la principal causa de muerte. Los efectos sobre la salud, la complejidad de los equipos y los entornos más severos, en donde la seguridad industrial no es sólo un cumplimiento normativo, sino una urgencia humana que aún no puede hacer frente a la incompetencia y la negligencia (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2024).

En América Latina, la situación se agrava debido a la desigual aplicación de normativas y a limitaciones estructurales presentes en muchos laboratorios, tanto públicos como privados. Investigaciones regionales han revelado que la falta de capacitación del personal, la inexistencia de planes de emergencia química y la implementación meramente formal de estándares internacionales reducen considerablemente la eficacia de las medidas preventivas (Tania, 2025).. Aunque países como Chile, Colombia, Panamá y Brasil han logrado avances en sus normativas, la priorización de la competitividad económica en naciones en vías de desarrollo sigue impactando de manera negativa la seguridad laboral (Vásquez, 2021).

Asimismo, en Colombia, el número de trabajadores afiliados al sistema de seguridad ha experimentado un crecimiento constante entre 2017 y 2019, con un aumento del 7,5%. Sin embargo, este avance en la cobertura se acompaña de una tendencia preocupante, ya que se reporta un incremento en las tasas de accidentes laborales. Además, dentro del Sistema General de Riesgos Laborales, cerca del 6,54% de los afiliados se localizan, evidenciando su importancia y vulnerabilidad dentro del sistema (Pérez & Suescún, 2022).

A nivel nacional, Ecuador enfrenta retos similares, sobre todo en los laboratorios ambientales, que son fundamentales para el monitoreo y control de los efectos de las actividades industriales, mineras y agrícolas (Gómez et al., 2025).. Diversas investigaciones señalan que la administración de la seguridad química en estos lugares no siempre se implementa de manera completa, lo que incrementa el riesgo de accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo (Ruiz, 2023); (Bonilla & Garate, 2024). A pesar de que el país posee una legislación robusta sostenida por la Constitución de la República, regulaciones andinas y decretos ejecutivos vigentes, persisten lagunas en su ejecución efectiva y en la adaptación a normativas internacionales como la ISO 45001:2018. En donde se resalta la urgencia de crear sistemas de gestión que fortalezcan la prevención, resguarden a los trabajadores y optimicen el rendimiento en seguridad y salud en el trabajo (Dueñas et al., 2024) .

El sistema legal de Ecuador y de la Comunidad Andina proporciona una base firme y obligatoria para garantizar la seguridad, salud y bienestar de los empleados en todos los sectores productivos, especialmente en aquellas áreas industriales donde los peligros laborales son más evidentes. La Constitución Ecuatoriana (2008) manifiesta este compromiso en sus principios esenciales, indicando en el artículo 326, numeral 5, que toda persona tiene el derecho a laborar en un entorno que respete su integridad física, mental y emocional. Asimismo, el artículo 332 refuerza este mandato al demandar que el Estado elimine los peligros laborales que puedan perjudicar la salud reproductiva, asegurando condiciones laborales justas sin distinción por embarazo o responsabilidades familiares.



En los principios constituyen la base ética y legal sobre la que deben asentarse las políticas de prevención y los sistemas de gestión en el ámbito de la seguridad industrial. A nivel regional, la Comunidad Andina complementa esta perspectiva mediante la Decisión 584 (2004), que en su artículo 11 estipula que todos los empleadores deben llevar a cabo acciones para minimizar los riesgos laborales, apoyándose en sistemas de gestión robustos y compatibles con las normas internacionales. En el mandato se fortalece con la Resolución 957 (2005), que regula la implementación del Instrumento Andino y enfatiza la importancia de que los servicios de salud ocupacional inspeccionen de manera continua los aspectos del entorno laboral que puedan afectar la salud de los trabajadores.

De manera consistente, en el ámbito nacional, el Decreto Ejecutivo 2393 (1986), especifica obligaciones concretas para prevenir y controlar la exposición a sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas, priorizando medidas esenciales como el control en la fuente, la ventilación localizada y la ventilación general para mantener entornos seguros. Además, el Código de Trabajo (2005), refuerza este marco al exigir el cumplimiento de las normativas de prevención establecidas por el IESS, consolidando así un sistema sólido de protección para los trabajadores.

El asunto principal radica en la inefectiva administración de incidentes asociados al manejo de sustancias corrosivas en el Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA., en donde la situación se distingue por la ausencia de un enfoque preventivo, sistemático e integral que esté en consonancia con los estándares internacionales de seguridad y salud laboral. Aunque el uso de EPP's es un requerimiento y hay directrices básicas de seguridad, el laboratorio no cuenta con un sistema organizado para registrar, examinar y hacer seguimiento a los incidentes peligrosos. En donde resulta en una subestimación de eventos, dificulta la identificación de las causas profundas y restringe la ejecución de acciones correctivas oportunas y la falta de acción contradice los principios de mejora continua definidos en la norma ISO 45001:2018, especialmente en relación con la identificación de riesgos, la evaluación de peligros y el monitoreo del desempeño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (ISO, 2018).

El problema se agrava si consideramos que las actividades analíticas en el laboratorio requieren el uso regular de sustancias muy corrosivas, como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico e hidróxido de sodio, que suponen riesgos químicos importantes para la salud de los empleados y la seguridad de las instalaciones. La falta de un sistema formal para gestionar incidentes limita la habilidad de la organización para prever fallos operativos, aprender de los incidentes y promover una cultura de prevención, lo que incrementa la probabilidad de accidentes con repercusiones humanas, operativas y ambientales.

El objetivo general conlleva a proponer un sistema de gestión de incidentes por exposición a sustancias corrosivas para el Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA., mediante la adaptación de los requisitos de la norma ISO 45001:2018, con el fin de fortalecer el desempeño de seguridad y salud en el trabajo.



Los objetivos específicos enmarcan el diagnosticar el estado actual de la gestión de seguridad y salud ocupacional en el laboratorio respecto al manejo de sustancias corrosivas, identificando las brechas existentes frente a las cláusulas de identificación de peligros y evaluación de riesgos de la norma ISO 45001:2018. A igual se identificar los peligros químicos específicos derivados del uso de ácidos y bases fuertes ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ) mediante el análisis de procesos críticos, para determinar los puntos de mayor probabilidad de ocurrencia de incidentes. Y se debe estructurar una propuesta de herramienta técnica y metodológica para el reporte, registro y análisis de causas raíz de incidentes, que permita la participación activa del personal técnico y facilite el cumplimiento de la mejora continua.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó bajo un enfoque mixto que integra aspectos cuantitativos y cualitativos. Fue cualitativa porque examinó el cumplimiento de normativas y la percepción de riesgo, y fue cuantitativa al medir el nivel de riesgo a través de una escala numérica en una matriz de riesgo. Además, se desarrolló mediante un diseño no experimental, donde se obtuvo información sobre la gestión de los materiales corrosivos en su estado actual en un momento determinado, sin alterar las variables operativas del laboratorio.

El tipo de investigación fue tanto descriptivo como propositivo. Fue descriptivo porque explicó las condiciones de seguridad y las vulnerabilidades existentes en comparación con la norma ISO 45001:2018; y fue propositivo dado que el resultado final consistió en la propuesta de una solución técnica para abordar la deficiencia señalada en la gestión de incidentes.

La unidad de análisis abarcó al Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA., situado en Guayaquil, Ecuador. Se consideró esta empresa por ser pionera en la evaluación de conformidad, siendo el primer laboratorio privado del país en obtener acreditación según la norma ISO/IEC 17025. En la actualidad, el alcance de sus operaciones es amplio, con más de 360 parámetros reconocidos en muestras de agua natural, residuales y de desecho, que incluyen la gestión detallada de reactivos químicos. Específicamente, la investigación se enfocó en el análisis técnico para el manejo de altas concentraciones de sustancias corrosivas ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ).

Las fuentes para la recopilación de datos se clasificaron en primarias y secundarias. Las fuentes primarias correspondieron al personal técnico del laboratorio que supervisa sus actividades de manera directa. Las fuentes secundarias incluyeron la norma ISO 45001:2018, las Fichas de Datos de Seguridad (SDS) de los reactivos críticos y bases ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  y  $\text{NaOH}$ ) y la normativa legal ecuatoriana vigente.

Se implementaron instrumentos investigativos como la encuesta mediante el diagnóstico del cuestionario basado en los requisitos de la Cláusula 6.2 y 10.2 de la norma ISO 45001:2018 y el instrumento check list según la NTP 749. De igual manera, se realizó un

seguimiento técnico con el fin de documentar comportamientos y condiciones inseguras en el manejo de productos químicos.

El procedimiento se desarrolla en tres etapas diseñadas para cumplir objetivos específicos. La primera etapa es el diagnóstico, que incluye un análisis de brechas para identificar las diferentes prácticas del laboratorio y lo que exige la norma ISO 45001. La fase dos consiste en una evaluación técnica que abarca la investigación de peligros químicos y la evaluación de riesgos laborales utilizando las matrices técnicas previamente mencionadas.

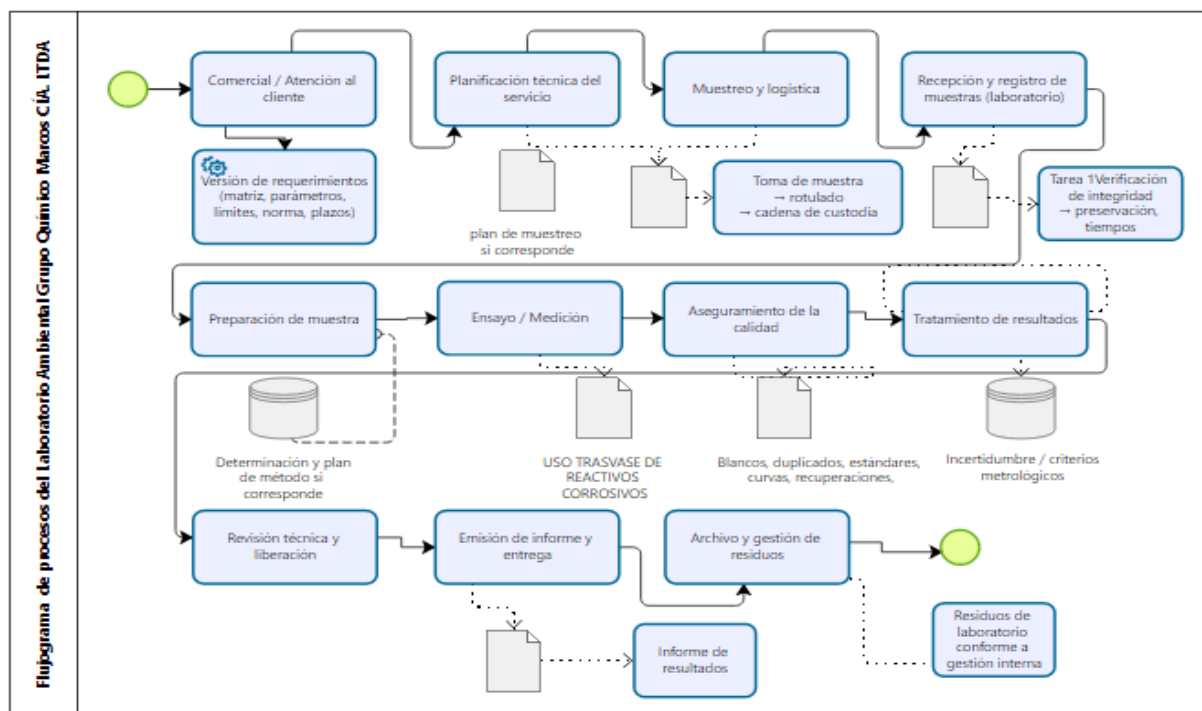
La Propuesta de diseño, con énfasis en la estructura de la herramienta para registrar incidentes. En esta etapa, se determinaron que los métodos más efectivos y complementarios para analizar las causas raíz, fueron el diagrama de Ishikawa y el método de los “5 porqués”, y concluyó con la incorporación de la herramienta al plan de mejora continua del laboratorio, garantizando que el sistema sea preventivo y operacional.

## Resultados

El diagnóstico se centró en identificar la discrepancia entre las prácticas actuales del Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA., en donde se determina el flujograma de procesos tal como se puede identificar a continuación

**Figura 1**

*Flujograma del proceso del Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA*



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la empresa



El esquema de procedimientos revela que el laboratorio mantiene un flujo de trabajo organizado y lógico, que se enfoca principalmente en garantizar la calidad técnica, la trazabilidad y la confiabilidad de los resultados analíticos, desde la administración inicial del servicio hasta la eliminación final de los residuos. Cada fase incluye verificaciones específicas que fortalecen la representatividad de las muestras, la validez metrológica de las mediciones y la consistencia de los resultados, utilizando métodos estandarizados, equipos calibrados y prácticas de aseguramiento de calidad. A pesar de que el sistema muestra una adecuada alineación con los principios de gestión de calidad y las normativas, su enfoque está predominantemente orientado hacia el rendimiento analítico. En donde pone de manifiesto la necesidad de integrar de manera más clara y abarcadora la gestión de riesgos asociados a la seguridad y la salud laboral, especialmente en lo que respecta al manejo de sustancias corrosivas, como un componente del proceso de mejora continua del laboratorio.

### Matriz de riesgos laborales por puesto laborables

El examen de la tabla de actores de riesgo químico indica que tanto los empleados de administración como los del laboratorio están sometidos a diversos grados de riesgo debido a la presencia de gases, vapores y sustancias químicas nocivas en su labor diaria. En el caso del personal que atiende al público y el administrativo, la exposición a vapores y gases generados durante el análisis de las muestras puede provocar irritaciones en el sistema respiratorio, lo que conlleva un riesgo moderado de efectos negativos.

**Tabla 1**

Matriz de riesgos laborales por puesto laborables

Actor de riesgo	Puesto de trabajo	Posibles efectos	Fuente generadora	Trabajadores expuestos	Probabilidad	Consecuencias	Nivel de riesgo	Necesidades de entrenamiento
Químico – contacto con gases y vapores	Atención al cliente, personal administrativo	Irritaciones respiratorias	Análisis de muestras	4	Media	Dañino	Riesgo tolerable	Utilización de las mascarillas ANSI - N95
Químico – Exposición a productos químicos	Personal de laboratorio	Quemaduras, irritación a la vista por contacto o exposición	Manipulación de reactivos peligrosos como ácidos	3	Media	Extremadamente dañino	Riesgo tolerable	Utilización de las mascarillas ANSI - R95-3M 8247
Químico – Derrames y salpicaduras	Personal de laboratorio	Afecciones en la piel, irritaciones	Riesgo de contacto con la piel y los ojos de sustancias corrosivas y tóxicas	3	Media	Extremadamente dañino	Riesgo tolerable	Utilización de las mascarillas ANSI - R95-3M 8247

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de la empresa

El riesgo en un nivel aceptable, siempre que se mantengan en práctica las medidas de control actuales y se usen apropiadamente las mascarillas ANSI N95. En contraste, los trabajadores de laboratorio enfrentan riesgos más graves debido al manejo de reactivos peligrosos y la posibilidad de derrames o salpicaduras, cuyas repercusiones pueden ser muy perjudiciales, incluyendo quemaduras químicas y daños a los ojos y la piel. Aunque el riesgo se considera tolerable, esta evaluación depende completamente de la adherencia a las medidas de control,

sobre todo del correcto uso de equipos de protección personal y de la cobertura de seguridad social. En el marco, es esencial identificar necesidades específicas de capacitación, como el manejo adecuado de las mascarillas ANSI R95, con el fin de potenciar la prevención, disminuir la probabilidad de exposición y asegurar condiciones laborales seguras al trabajar con productos químicos.

### Análisis de los factores de riesgos químicos basado en los reactivos

La información fundamental acerca de la seguridad química de los reactivos más habituales en el laboratorio, tales como el ácido clorhídrico, el ácido nítrico, el hidróxido de sodio y el ácido sulfúrico, se deriva del estudio de sus correspondientes Fichas de Datos de Seguridad (MSDS), conforme al Reglamento CLP (CE N.º 1272/2008). El documento agrupa los riesgos principales para la salud, las advertencias sobre peligros, los límites de concentración específicos (SCL) y las recomendaciones para primeros auxilios. Su propósito es proporcionar una herramienta técnica comprensible que facilite la identificación de peligros, garantice el manejo correcto de las sustancias y apoye la implementación de medidas preventivas en los procedimientos analíticos del laboratorio.

**Tabla 2**

Herramienta técnica comprensible que facilite la identificación de peligros

Nombre del químico	Peligros para la salud	Indicaciones de peligro (H)	Pictograma CLP	Límites de concentración específicos (SCL)	Descripción de primeros auxilios
<b>Ácido clorhídrico (HCl)</b>	Corrosivo; provoca quemaduras graves en piel y ojos; irritación severa de vías respiratorias por inhalación	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	GHS05 (Corrosión)	Skin Corr. 1B: $C \geq 25\%$ ; Skin Irrit. 2 / Eye Irrit. 2: $10\% \leq C < 25\%$	<b>Ojos:</b> enjuagar inmediatamente con abundante agua $\geq 15$ min y atención médica. <b>Piel:</b> lavar con agua $\geq 15$ min y retirar ropa contaminada. <b>Inhalación:</b> trasladar al aire fresco y asistencia médica. <b>Ingestión:</b> no provocar vómito, enjuagar boca y acudir a centro toxicológico.
<b>Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>)</b>	Altamente corrosivo; causa quemaduras graves; vapores tóxicos con riesgo pulmonar	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves; H290: Puede ser corrosivo para los metales	GHS05 (Corrosión)	Skin Corr. 1A: $C \geq 20\%$ ; Skin Irrit. 2: $5\% \leq C < 20\%$	<b>Ojos/Piel:</b> lavado inmediato con agua abundante $\geq 15$ min y atención médica urgente. <b>Inhalación:</b> aire fresco, oxígeno si es necesario y observación médica. <b>Ingestión:</b> no inducir vómito, beber agua y atención inmediata.
<b>Hidróxido de sodio (NaOH)</b>	Corrosivo; causa quemaduras profundas; daño ocular irreversible	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	GHS05 (Corrosión)	Skin Corr. 1A: $C \geq 5\%$ ; Skin Irrit. 2 / Eye Irrit. 2: $0.5\% \leq C < 5\%$	<b>Ojos:</b> enjuagar con agua $\geq 15$ min y atención inmediata. <b>Piel:</b> retirar ropa contaminada y lavar con agua abundante. <b>Inhalación:</b> trasladar a zona ventilada. <b>Ingestión:</b> no provocar vómito, enjuagar boca y atención médica urgente.
<b>Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b>	Corrosivo extremo; provoca quemaduras severas y lesiones oculares; riesgo por reacción violenta con agua	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	GHS05 (Corrosión)	Skin Corr. 1A: $C \geq 15\%$ ; Eye Irrit. 2 / Skin Irrit. 2: $5\% \leq C < 15\%$	<b>Ojos/Piel:</b> lavado inmediato con agua abundante $\geq 15$ min y atención médica inmediata. <b>Inhalación:</b> aire fresco, oxígeno si es necesario y vigilancia médica. <b>Ingestión:</b> no inducir vómito, beber agua y acudir de inmediato a un centro toxicológico.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados de los MSDS.

El análisis de los MSDS indica que todos los reactivos analizados son muy corrosivos, lo que presenta peligros importantes para la piel, los ojos y las vías respiratorias, sobre todo al ser manipulados en concentraciones iguales o superiores a los límites críticos que se establecen en los SCL. La inclusión del pictograma de corrosión (GHS05) enfatiza la urgencia de establecer medidas de control estrictas, el uso indispensable de equipos de protección personal y procedimientos estandarizados para lidiar con emergencias. Asimismo, las pautas de primeros auxilios siguen un patrón similar que pone énfasis en la necesidad de enjuagar de inmediato con agua abundante y buscar atención médica de forma urgente, lo que resalta la relevancia de tener duchas de seguridad, lavaojos y personal debidamente entrenado.

### Identificación de peligros químicos en procesos críticos

Además, se adjunta los criterios técnicos de la NTP 459 (PPQ – Prevención y Protección frente al Riesgo Químico). Las cantidades en proceso se expresan de forma referencial típica de laboratorio, pudiendo ajustarse según tu realidad operativa.

**Tabla 3**

Caracterización del químico por normas

Químico	Límite de exposición TWA	Cantidad en proceso	Materia prima de proceso	NFPA				Efectos por exposición (NTP 459 PPQ)
				Peligro a la salud	Riesgo de inflamabilidad	Riesgo a la reactividad	Riesgo específico	
Ácido clorhídrico (HCl)	2 ppm (TWA); 5 ppm (STEL)	≤ 1 L / ensayo	Reactivo ácido fuerte	3	0	1	COR	R35; R36; R37; R38; R51
Ácido nítrico (HNO <sub>3</sub> )	2 ppm (TWA); 4 ppm (STEL)	≤ 500 mL / ensayo	Reactivo ácido oxidante	3	0	2	OX, COR	R35; R36; R37; R38; R51
Hidróxido de sodio (NaOH)	2 mg/m <sup>3</sup> (TWA, aerosol)	≤ 500 g o 500 mL	Reactivo básico fuerte	3	0	1	COR	R36; R37; R38; R51
Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.2 mg/m <sup>3</sup> (TWA)	≤ 1 L / ensayo	Reactivo ácido fuerte	3	0	2	COR	R35; R36; R37; R38; R51

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados de los MSDS.

Los compuestos químicos, conllevan a tener riesgo se origina principalmente de su naturaleza peligrosa y de los posibles efectos sobre la salud, aunque las cantidades que se utilizan en los experimentos son relativamente limitadas y controladas. Los niveles de exposición ocupacional, como el TWA y el STEL, establecidos para cada una de estas sustancias, indican su capacidad elevada para causar daño por medio de la inhalación de vapores o aerosoles. De manera particular, el ácido sulfúrico se distingue por tener el valor TWA más bajo permitido, que es de 0,2 mg/m<sup>3</sup>, lo cual resalta su tendencia a afectar las vías respiratorias. Según la clasificación NFPA, todos estos químicos son considerados como un riesgo para la salud de nivel 3, lo que implica que exposiciones breves pueden ocasionar lesiones severas o permanentes. En referencia al riesgo de inflamabilidad, este es inexistente, indicando que no hay posibilidad de incendios como un problema crítico. Sin embargo, el riesgo de reactividad oscila entre 1 y 2, siendo más elevado en el caso del ácido nítrico y el ácido sulfúrico, lo que sugiere que podrían tener

reacciones peligrosas si se combinan de manera inapropiada o en condiciones descontroladas. efectos de la exposición, conforme a la NTP 459, representados por las frases R como R35, R36, R37 y R38, indican que estas sustancias pueden provocar quemaduras graves, irritación en los ojos, la piel y en el sistema respiratorio, además de tener consecuencias negativas para el medio ambiente.

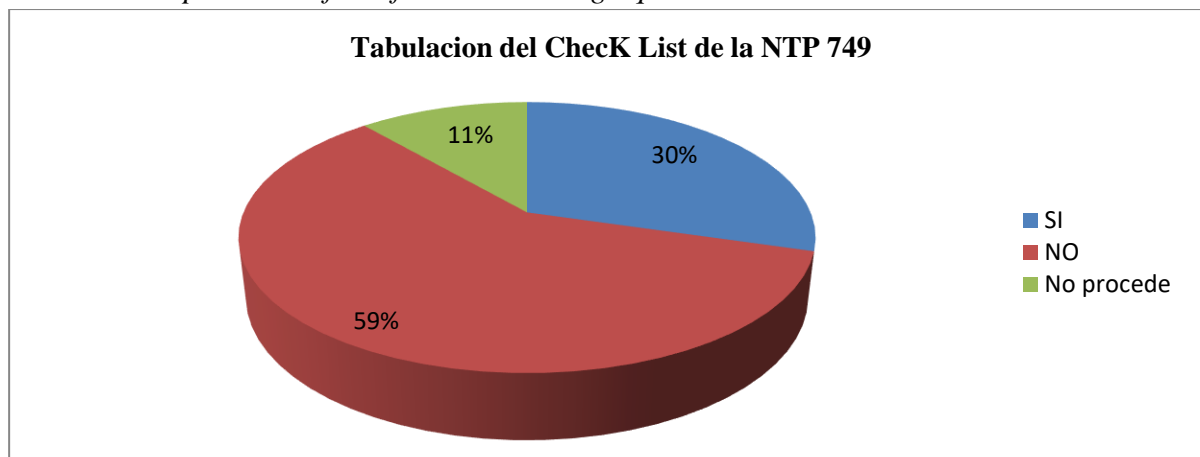
### Evaluación del riesgo químico mediante la NTP 749

El grado de peligrosidad objetiva nos permite comprender la relación directa entre los peligros asociados al uso de sustancias químicas peligrosas y las condiciones que se presentan en los laboratorios, incluyendo las instalaciones, el equipo, los procesos y las actividades que se realizan. Para hacer esta determinación, se utilizó un formulario de verificación ajustado a la Nota Técnica de Prevención NTP 749, adaptado a las especificidades de los procesos analíticos y la manipulación de reactivos químicos corrosivos en el entorno de laboratorio.

El formulario de la NTP 749 se estructura en cinco áreas esenciales: identificación de sustancias químicas, almacenamiento y envasado, utilización de químicos en los procedimientos, organización de la seguridad y uso de equipos de protección personal e instalaciones de emergencia. A través de su implementación, se pudo detectar varias deficiencias vinculadas a la presencia de sustancias corrosivas, oxidantes y altamente reactivas. Obteniendo los siguientes resultados detectados en el anexo 1.

#### Gráfico 1

*Cuestionario para identificar factores de riesgo químico*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de la norma NTP 749

La revisión del Check List de la NTP 749 muestra un alto grado de incumplimientos, ya que el 59% de las respuestas se inclinan hacia la opción negativa que resalta que existen importantes deficiencias en la gestión del riesgo químico del proceso evaluado. Por otra parte, el 30% de las respuestas afirmativas señala que hay prácticas y controles implementados, aunque de forma parcial, lo que resulta inadecuado para garantizar un control efectivo del riesgo. Por último, el



11 % que responde "No procede" indica que algunos ítems del cuestionario no son pertinentes para las circunstancias específicas del proceso analizado.

El nivel de calificación de cada una de las preguntas del cuestionario implica un cierto grado de deficiencia, que en algunos casos no está relacionado con el producto químico utilizado en los procesos de producción. Por lo tanto, dependerá de la frase R: riesgos específicos asociados a las sustancias y preparados peligrosos que se establece en la tabla 1 y complementada en el Anexo 2.

### **Criterio de evaluación y calificación general**

Hay que definir el nivel de peligrosidad objetiva, se consideraron los criterios de evaluación de la NTP 749, que determinan un nivel de deficiencia basado en las respuestas del formulario. En este contexto, se priorizó la peligrosidad inherente a los productos químicos analizados, observando sus frases de riesgo, propiedades fisicoquímicas y la cantidad empleada en los procedimientos, lo que condujo a una calificación general del nivel de deficiencia.

Dado que se encontraron aspectos considerados como muy deficientes, se aplicó el criterio de decisión de la norma, resultando en una calificación global del nivel de peligrosidad objetiva como "Muy Deficiente", con un valor numérico de NPO = 10. Esto señala que existen riesgos importantes y que las medidas preventivas actuales no son adecuadas para enfrentar el riesgo químico.

### **Nivel de exposición**

El grado de exposición se evaluó al revisar la frecuencia y duración con que los empleados manipulan sustancias químicas en las diferentes fases del proceso analítico. De acuerdo con la NTP 749, se clasifica en una escala de cuatro grados. En el laboratorio analizado, los productos químicos se utilizan varias veces durante la jornada laboral, aunque en lapsos breves, especialmente en actividades como la preparación de muestras, neutralización, digestiones ácidas y pruebas analíticas. Por ello, se asignó un grado de exposición NE = 3.

### **Nivel de consecuencia**

El grado de consecuencia se definió en función de los posibles daños que podrían ocurrir si se presenta un riesgo químico. Considerando la naturaleza corrosiva y oxidante de los productos utilizados, así como los riesgos para la salud como quemaduras químicas, lesiones en los ojos y dificultades respiratorias, se concluyó que las consecuencias esperadas serían lesiones leves a moderadas, en general reversibles, asignándose un grado de consecuencia NC = 10, siguiendo los criterios de la NTP 749.

### **Determinación del nivel de riesgo**

El grado de riesgo fue calculado empleando la fórmula propuesta en la NTP 749:

$$NR = NPO \times NE \times NC$$

$$NR = 10 \times 3 \times 10$$

NR = 300

El resultado obtenido de NR = 300 se encuentra en el rango de 240–400, según la matriz para determinar el nivel de riesgo de la NTP 749.

### Interpretación del nivel de riesgo

Conforme a la tabla que establece los niveles de riesgo, el valor calculado de NR = 300 se asocia a un Nivel de Riesgo 3, que es un riesgo moderado o importante según la normativa, conlleva a indicar que es posibilidad real de que ocurra un daño o problema. por ende, se deben aplicar medidas de control o prevención. que implica que es necesario corregir y tomar medidas de control a corto plazo; es decir que el riesgo químico en el laboratorio no es aceptable y necesita que se implementen de inmediato acciones preventivas.

En el objetivo de evaluar el cumplimiento técnico en la gestión de sustancias corrosivas, se aplicó el Anexo 3 de la normativa de prevención de riesgos químicos. El estudio se centró en un muestreo intencional que analiza la trazabilidad de la muestra en cinco procesos: recepción, preparación, ensayo, medición y reporte de resultados.

#### Tabla 4

*Evaluación de diferencias en la identificación de peligros y evaluación de riesgos (n=5)*

Requisito Normativo (ISO 45001)	SÍ	NO	Parcial	Hallazgo del Diagnóstico
6.1.2.1 Identificación de peligros	2	3	0	Se identifican peligros genéricos (químicos), pero no específicos por mezcla o subproducto de reacción.
6.1.2.1 c) Incidentes pasados	0	5	0	No existe un registro de los incidentes previos para retroalimentar la identificación.
6.1.2.1 f) Diseño y factores humanos	1	2	2	El 60% indica que los procedimientos no consideran la fatiga o el espacio limitado en el área de ácidos.
6.1.2.2 a) Evaluación de riesgos	2	1	2	La evaluación actual sobreestima la eficacia del EPP y subestima la probabilidad de falla humana.
6.1.2.2 b) Metodología sistemática	0	4	1	La metodología es estática (anual) y no responde a cambios en los protocolos de ensayo.
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados Baso en norma ISO 45001

En general, el incumplimiento en afirmaciones negativas conlleva a que el 60% de muestra una gestión que reacciona ante los problemas, dando más importancia a la documentación que a la prevención de situaciones operativas.

### Propuesta técnica y metodológica

En este apartado se desarrolla y presenta una propuesta que aborda directamente las necesidades identificadas, aportando una solución práctica para la empresa. Por ello, se propone el Sistema de análisis y reporte integrado de incidentes químicos (SIRAQ), que tiene como objetivo controlar las sustancias corrosivas.

Para ser preciso, la propuesta se plantea tras evidenciar un cumplimiento normativo de apenas el 20% (Objetivo 1) y una falla crítica en el uso de protección facial y técnicas de vertido con

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y NaOH (Objetivo 2). La presente propuesta estructura una herramienta que transforma el "incidente invisible" en una oportunidad de mejora continua, alineándose a la Cláusula 10.2 de la ISO 45001:2018.

El objetivo general de la propuesta es implementar una metodología técnica para el reporte y análisis de causa raíz de incidentes. Para lograrlo se plantea 1) facilitar el reporte proactivo mediante herramientas digitales, 2) estandarizar el análisis de causas mediante los "5 Porqués" e "Ishikawa" y 3) garantizar la participación del personal técnico en las acciones correctivas.

La metodología de implementación contempla el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y utiliza un enfoque cuali-cuantitativo para la captura de datos en tiempo real. Es así que, el desarrollo de la propuesta se ejecuta mediante las siguientes tablas operativa de la propuesta.

**Tabla 5**

*Plan operativo de la propuesta PHVA*

Fase PHVA	Objetivo	Actividades	Herramientas técnicas	Tipo de datos	Resultados esperados
<b>PLANIFICAR (P)</b>	Diseñar la herramienta técnica para el reporte y análisis de incidentes químicos	Identificación de procesos críticos; definición de criterios de reporte; diseño de formatos estandarizados; definición de variables técnicas, organizativas y humanas	Formatos estandarizados de reporte; MSDS; NTP 749; ISO 45001	Cualitativos; descripción del evento, factores humanos y cuantitativos (frecuencia, tipo de sustancia, exposición)	Herramienta estructurada, criterios claros de reporte y bases para el análisis causal
<b>HACER (H)</b>	Implementar la herramienta y capturar datos en tiempo real	Aplicación de formatos en campo; registro de incidentes; capacitación del personal; participación activa del trabajador	Registros digitales/físicos; procedimientos operativos; capacitación SSO	Datos en tiempo real: número de eventos, tipo de riesgo, condiciones operativas	Base de datos confiable y trazable de eventos químicos
<b>VERIFICAR (V)</b>	Analizar la información y evaluar la eficacia de los controles	Análisis de causas raíz; evaluación de tendencias; verificación de controles existentes; revisión de factores humanos	Metodologías de análisis causal (árbol de causas, 5 porqués); indicadores SSO	Indicadores cuantitativos (NR, frecuencia) y cualitativos (fallas organizativas)	Identificación de causas reales y brechas en la gestión preventiva
<b>ACTUAR (A)</b>	Implementar mejoras y fortalecer la gestión preventiva	Definición de acciones correctivas y preventivas; actualización de procedimientos; refuerzo de capacitación; retroalimentación al sistema	Planes de acción; auditorías internas; mejora continua ISO 45001	Comparación antes/después (datos cuantitativos) y percepción del personal (cualitativos)	Reducción de recurrencia de eventos y consolidación de la mejora continua

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados Baso en norma ISO 45001

La adopción del ciclo PHVA revoluciona la administración del riesgo químico, cambiando de una postura reactiva a una más proactiva y global. Esto garantiza el avance constante requerido por la norma ISO 45001. Al integrar información tanto cualitativa como cuantitativa, se optimiza la obtención de datos en tiempo real, se realiza un examen más detallado de las causas subyacentes y se llevan a cabo elecciones basadas en pruebas.

### Fase 1: Identificación de procesos críticos y reporte

La fase de planificación, tiene como objetivo desarrollar una herramienta técnica que permita gestionar el riesgo químico de forma preventiva, en donde se detallan de manera ordenada las actividades necesarias para reconocer los procesos críticos, fijar criterios de reporte, crear formatos estandarizados y especificar variables técnicas, organizativas y humanas. En donde se fundamenta las herramientas normativas y técnicas como las Hojas de Datos de Seguridad, la NTP 749 y la norma ISO 45001. El enfoque asegura que la información producida sea uniforme, rastreada y fiable, actuando como la base metodológica para examinar incidentes y así como para tomar decisiones que fomenten la mejora continua del sistema de seguridad y salud laboral.

**Tabla 6**

#### *Planificación y estructuración de la herramienta técnica*

Actividad específica	Descripción técnica	Herramientas técnicas	Resultado esperado
Identificación de procesos críticos	Análisis de los procesos, actividades y tareas que involucran el uso, manipulación, almacenamiento y disposición de sustancias químicas peligrosas, priorizando aquellos con mayor nivel de riesgo	MSDS; NTP 749; revisión de procesos operativos	Listado de procesos críticos asociados al riesgo químico
Definición de criterios de reporte	Establecimiento de criterios claros para el reporte obligatorio de incidentes, considerando tipo de evento, agente químico, condiciones operativas y consecuencias potenciales	ISO 45001 (cláusula 10.2); formatos estandarizados	Criterios homogéneos para el registro de eventos
Diseño de formatos estandarizados	Elaboración de formatos estructurados para el registro de incidentes garantizando trazabilidad, homogeneidad y confiabilidad de la información	Formatos estandarizados de reporte; ISO 45001	Formatos técnicos validados para la captura de datos
Definición de variables técnicas	Identificación de variables relacionadas con equipos, procesos, sustancias químicas y condiciones físicas del entorno	MSDS; NTP 749; NFPA	Variables técnicas definidas para el análisis del riesgo
Definición de variables organizativas	Identificación de factores asociados a procedimientos, supervisión, carga laboral y organización del trabajo	ISO 45001; análisis organizacional	Variables organizativas incorporadas al análisis
Definición de variables humanas	Consideración de factores humanos como capacitación, experiencia, fatiga y uso adecuado del EPP	ISO 45001; gestión del talento humano	Variables humanas integradas al análisis causal

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados Baso en norma ISO 45001

El desarrollo de las actividades mencionadas permite organizar de manera completa la etapa de planificación de la herramienta técnica para manejar el riesgo químico. Iniciamos reconociendo los procesos clave que involucran el uso, manipulación, almacenamiento y eliminación de materiales peligrosos. Esto nos ayuda a asignar prioridad a aquellos que conllevan un mayor riesgo, apoyándonos en los datos técnicos de las MSDS, la NTP 749 y el análisis de los procesos operativos. Asimismo, establecer pautas claras y coherentes para informar sobre incidentes conforme a la sección 10. 2 de la ISO 45001, asegura un registro sistemático y uniforme de los acontecimientos, lo que mejora la trazabilidad de la información.

La creación de formatos estandarizados refuerza este procedimiento, garantizando la veracidad de los datos recogidos y facilitando su posterior análisis. Además, al incluir variables técnicas,



organizacionales y del comportamiento humano, adoptamos un enfoque integral del riesgo, incorporando aspectos relacionados con equipos, sustancias y condiciones ambientales, así como factores organizacionales y humanos como la supervisión, la cantidad de trabajo, la capacitación y el correcto uso del EPP.

## Fase 2: Implementar la herramienta y capturar datos en tiempo real

La orientación metodológica en esta fase se fundamenta en la implementación estructurada de formatos en el área, centrandose su atención en el registro puntual y normalizado de incidentes asociados al riesgo químico. En donde facilita la recolección de información clave directamente en el sitio donde se realizan las labores operativas. Al emplear registros tanto electrónicos como tradicionales, que se integran en los procedimientos operativos actuales, se garantiza la trazabilidad, uniformidad y accesibilidad de los datos para su análisis posterior.

Además, el entrenamiento constante del personal en seguridad y salud ocupacional (SSO) es esencial para asegurar una adecuada comprensión y manejo de los formatos, además de reforzar las habilidades técnicas de los empleados en la detección temprana de riesgos. En el enfoque metodológico promueve la implicación activa de los trabajadores como actores principales en la gestión preventiva, fomentando una cultura de reporte y aprendizaje organizacional que contribuye a optimizar la efectividad de los controles operativos y a fortalecer el proceso de mejora continua del sistema de gestión.

### Tabla 7

#### *Planificación y estructuración de la herramienta técnica*

Actividad metodológica	Descripción técnica	Herramientas utilizadas	Responsables
Aplicación de formatos en campo	Implementación sistemática de los formatos estandarizados en las áreas operativas para el registro directo de incidentes asociados al riesgo químico	Formatos estandarizados; procedimientos operativos	Personal operativo / Responsable SSO
Registro de incidentes	Documentación estructurada de eventos, considerando tipo de incidente, agente químico, condiciones operativas y consecuencias potenciales	Registros digitales y físicos; base de datos SSO	Personal operativo / Jefatura técnica
Capacitación del personal	Formación continua en el uso de formatos, identificación de peligros químicos y reporte de eventos	Programas de capacitación SSO; manuales internos	Área de Talento Humano / SSO
Participación activa del trabajador	Involucramiento del trabajador en la identificación, reporte y análisis inicial de riesgos químicos	Charlas de sensibilización; procedimientos participativos	Trabajadores / Supervisores
Integración con procedimientos operativos	Articulación de los registros con los procedimientos existentes para asegurar coherencia operativa	Procedimientos operativos estandarizados	Jefatura técnica / SSO

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados Baso en norma ISO 45001

La formación constante del personal es esencial en este proceso, puesto que refuerza las competencias necesarias para reconocer apropiadamente los riesgos químicos y emplear correctamente los métodos de reporte. En donde se promueve la participación activa de los empleados a lo largo de todo el proceso, lo cual les facilita comprometerse en la identificación temprana y el análisis inicial de los riesgos, ayudando así a crear una cultura de prevención sólida.

La combinación de los registros generados con los procedimientos operativos estandarizados asegura la consistencia del sistema de gestión, permitiendo que la información reunida mejore los controles actuales y refuerce un enfoque de mejora continua en la gestión del riesgo químico.

### Fase 3: Evaluar la eficacia de los controles análisis de causa raíz

Se establece que ante cualquier desviación en la técnica de vertido o falla de etiquetado, en donde se aplique de forma obligatoria la técnica de los 5 porqués. La metodología práctica parte de preguntar secuencialmente "¿Por qué?" hasta llegar a una causa que sea posible controlar. El análisis debe involucrar al operador que reportó el evento.

**Tabla 8**

*Ejemplo de Aplicación de los 5 Porqués a un Derrame de HNO<sub>3</sub>*

Nº Pregunta	Respuesta	Nivel de Causa
1. ¿Por qué hubo derrame de HNO <sub>3</sub> ?	Porque el recipiente de 1L se resbaló de las manos durante el trasvase.	Síntoma
2. ¿Por qué se resbaló?	Porque el guante de nitrilo de la mano derecha estaba impregnado de una sustancia grasosa.	Causa Inmediata
3. ¿Por qué el guante tenía grasa?	Porque el analista usó el mismo par de guantes para realizar una lubricación menor en un agitador minutos antes.	Práctica Insegura
4. ¿Por qué no cambió los guantes?	Porque no había guantes de nitrilo de su talla disponibles en el dispensador de su puesto.	Falla de Soporte
5. ¿Por qué no había stock?	Porque el sistema de reposición de EPP es reactivo (se pide al acabarse) y no preventivo (basado en niveles mínimos).	Causa Raíz Sistémica

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados Baso en norma ISO 45001

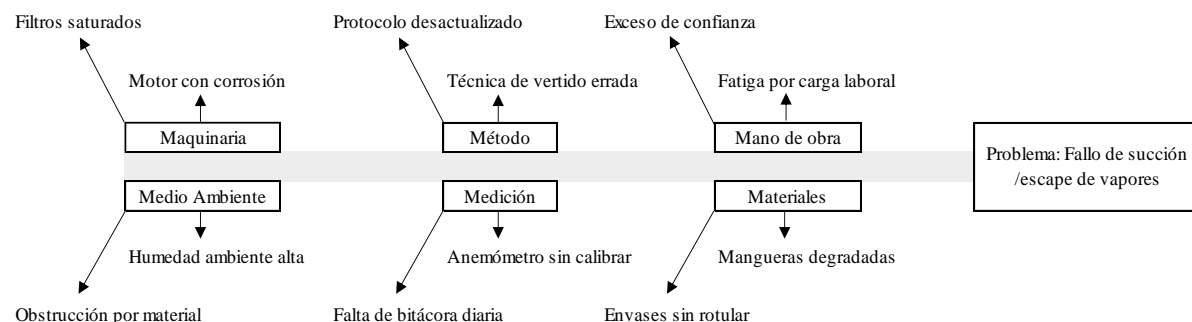
El resultado de este análisis no es solo la causa, sino también la acción correctiva directa en donde la implementación una lista de verificación para verificar el EPP al comienzo del turno y establecer niveles mínimos de existencias en donde los procedimientos.

### Análisis de causa raíz - nivel sistémico

Para incidentes de alto potencial (ej. fallo de succión en campana), se estructura el análisis bajo las 6M:

**Figura 2**

*Diagrama de ishikawa aplicado a fallo de succión en campana*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados Baso en norma ISO 45001



El análisis genera un conjunto de causas contribuyentes, no una única causa raíz, lo que deriva en un plan de acción multidimensional.

#### Fase 4: Plan de Acción y Mejora Continua (Cláusula 10.2)

La confirmación debe ser realizada por el personal técnico pertinente y los responsables de alcance, garantizando su viabilidad e idoneidad. El mecanismo de implementación, aborda un plan de acción específico, el cual se aplicará para cada causa raíz identificada, el responsable define los indicadores de acción, plazo y efectividad.

**Tabla 9**

*Ejemplo de plan de acción derivado del análisis*

Causa Raíz	Acción Correctiva	Responsable	Fecha Límite	Indicador de Efectividad
Reposición reactiva de EPP (Del Ejemplo Fase 2).	Implementar sistema Kanban para guantes de nitrilo con nivel mínimo de reposición.	Jefe de Logística	15/Nov	% de incidencias por falta de guantes (Meta: 0% en 3 meses).
Protocolo de digestión desactualizado (Del Análisis Fase 3).	Rediseñar procedimiento incluyendo chequeo pre-uso de campana y técnica de vertido segura.	Supervisor de Lab.	30/Nov	Resultados de auditorías de cumplimiento (Meta: 95%).
Falta de competencia en manejo de ácidos.	Diseñar e impartir capacitación práctica "Manejo Seguro de Corrosivos".	HSE Training	20/Dic	Evaluación práctica post-curso y reducción de desviaciones.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de desarrollados Baso en norma ISO 45001

En concreto, en esta etapa se logra el cumplimiento de la cláusula 10.2 “No conformidad y acción correctiva”, demostrando que el organismo no sólo está reparando, sino aprendiendo y mejorando sistemáticamente.

La estructuración de esta herramienta técnica permite al Laboratorio Grupo Químico Marcos transitar de una gestión reactiva a una preventiva. Como indica la OIT (2011), el sistema de gestión es una herramienta de aprendizaje organizacional. Al estandarizar los "5 porqués", se cumple con la Decisión 584 (2004) al involucrar al trabajador en la solución.

La propuesta soluciona la brecha del 68.2% identificada en el Objetivo 1, ya que proporciona la "información documentada" que la ISO 45001 exige. Según Gómez et al. (2025), el reto en Ecuador es la operatividad de la seguridad; esta propuesta, al apoyarse en los hallazgos críticos del manejo de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, asegura que la inversión en seguridad se enfoque en los puntos de mayor probabilidad de ocurrencia, garantizando así la salud de los analistas según lo estipulado por la OPS (2024) y la Constitución del Ecuador (2008).

## Discusión

Los hallazgos indican que el riesgo químico dentro del laboratorio es inaceptable, dado que el valor calculado de  $NR = 300$  lo sitúa en un Nivel de Riesgo 3. En donde la demanda una acción inmediata y la adopción de medidas de control a corto plazo, tales como mejorar el almacenamiento de los reactivos, intensificar el uso de equipos de protección personal, proporcionar capacitación continua al personal y optimizar los protocolos de emergencia.

La situación se agrava por el bajo grado de cumplimiento técnico en relación a los requisitos de la ISO 45001, donde el análisis del Anexo 3, aplicado a los cinco procesos de estudio, muestra un cumplimiento afirmativo del 20% y de afirmaciones negativas del 60%. Según Dueñas et al. (2024), esto debilita la alineación de la ISO 45001 con la legislación nacional. La falta de respuesta ante los accidentes es alarmante; como señala la OIT (2023), no registrar estos eventos menores puede ser un indicador previo a incidentes graves (Játiva, 2021).

Las deficiencias más importantes están vinculadas con la falta de identificación clara de los peligros químicos, la carencia de registros de incidentes previos, la escasa consideración de los factores humanos y el uso de metodologías de evaluación de riesgos que no se ajustan a las modificaciones en los procesos (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 2022). En la problemática coincide con lo que han mencionado diversos autores y organismos internacionales, quienes advierten que la carencia de gestión sobre casi accidentes, la excesiva dependencia del equipo de protección personal como única medida de control y la formación deficiente del personal debilitan la efectividad de los sistemas de seguridad y salud laboral, especialmente en el contexto de Ecuador.

Al respecto, Ruiz (2023) menciona que la gestión debería ser adaptable, mientras que en el laboratorio se confía demasiado en el equipo de protección personal, que debería ser el último recurso. En donde la deficiencia es un problema común en Ecuador, donde según Gómez et al. (2025), el cumplimiento del Decreto 2393 se realiza de manera superficial sin buscar mejoras continuas. Por último, la insuficiencia en la capacitación observada apoya lo indicado por Bonilla y Garate (2024) la seguridad solo funciona si se empodera al analista, justificando así la necesidad de una propuesta fundamentada en los parámetros de gestión de incidentes (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2024).

Los resultados indican que la principal fuente de incidentes no es la carencia de recursos, sino la falla en los controles administrativos y problemas relacionados con el comportamiento del ser humano (b. 3). Itaca (2007) examina esta vulnerabilidad, mencionando que el peligro de los agentes químicos contaminantes se agrava cuando el diseño del área (f. 1) es inadecuado, como se evidenció en el hacinamiento de los mesones (46% de fallas).

La inconsistencia en la técnica de vertido (b. 4) respalda lo mencionado por Checa et al. (2021) acerca de los principios de prevención se refleja un sistema de gestión deficiente. De acuerdo con la OPS (2024), estos puntos críticos deben ser el centro de cualquier plan de acción, ya que la identificación temprana de estas prácticas subestándar es la única forma de prevenir incidentes



químicos de gran magnitud. Por último, los resultados refuerzan las afirmaciones de Gómez et al. (2025) sobre la urgencia de priorizar la seguridad operativa en los laboratorios del país para disminuir la tasa de accidentes.

## Conclusiones

Se concluye que el desarrollo de esta investigación ha evidenciado que la gestión de la seguridad y salud laboral en el Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA., en particular en lo que se refiere al manejo de sustancias corrosivas, presenta notables deficiencias en comparación con los estándares de la norma ISO 45001:2018. Esto es de gran importancia ya que el manejo de dichos productos químicos es considerado uno de los principales riesgos. La propuesta de un sistema para gestionar incidentes pretende establecer procedimientos formales para el reporte, el registro y el análisis de eventos no deseados, lo que facilitará la identificación de las causas fundamentales y la ejecución de acciones correctivas y preventivas.

Al revisar las prácticas de operación, se han detectado las deficiencias existentes en cuanto a los requisitos para la identificación de peligros y evaluación de riesgos que establece la ISO 45001:2018. Este análisis pone de manifiesto carencias en la definición de los peligros vinculados a la manipulación de ácidos y bases fuertes como  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$  y  $NaOH$ , que son los que presentan los mayores riesgos de exposición y la probabilidad de ocurrencia de incidentes. Esta información es esencial para orientar la toma de decisiones y la elaboración de propuestas de mejora.

Además, se ha llevado a cabo una identificación exhaustiva de los peligros químicos asociados con el manejo de estos ácidos y bases fuertes en el laboratorio, a través del análisis de procesos, actividades y tareas consideradas críticas. La evaluación de cada sustancia y su interacción con las condiciones operativas facilita la identificación de los puntos con mayor riesgo de incidentes, tomando en cuenta factores tales como la exposición directa, los derrames, las reacciones químicas incontroladas y la inhalación de vapores.

Se lleva a cabo a través del desarrollo de una herramienta técnica y metodológica que unifica el informe y el registro de incidentes, incorporando un método de análisis de causas fundamentales que engloba aspectos técnicos, organizacionales y humanos. Esta propuesta se corresponde con el apartado 10.2 de la norma ISO 45001, fomentando el progreso continuo mediante el aprendizaje dentro de la organización y la participación activa del personal técnico en la gestión del riesgo. La aplicación de esta herramienta transforma sucesos no deseados en oportunidades de mejora, refuerza la trazabilidad de la información y mejora la toma de decisiones preventivas, contribuyendo así al fortalecimiento del sistema de salud y seguridad laboral del laboratorio.



## Referencias Bibliográficas

- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución del Ecuador. 218. Quito. Retrieved from [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- BOE. Legislación Consolidada. (1995). *Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales*. España: BOE. Legislación Consolidada. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-24292-consolidado.pdf>
- Bonilla, A. F., & Garate, J. C. (2024). Efectividad de programas de formación en seguridad laboral respecto a la prevención de accidentes laborales. *Revista Conrado*, 20(97), 115-129. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v20n97/1990-8644-rc-20-97-115.pdf>
- Checa, K. E., Defranc, A. O., & Llana, E. (2021). Fundamentos teóricos de la seguridad y prevención de riesgos laborales en las organizaciones. *Prohominum*, 21(1), 23-31. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0028>
- DECRETO EJECUTIVO 2393. (1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>.
- Decreto Ejecutivo 255. (2024). NORMA TÉCNICA EN SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO. Ministerio de Trabajo . Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>
- Dueñas, V. C., Gómez, K. C., Rojas, F. J., & De la Cruz, H. O. (2024). La norma ISO 45001 y su relación con la ley de seguridad y salud en el trabajo. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 28(123), 1-14. <https://doi.org/10.47460/uct.v28i123.798>
- Gómez, A. R., Silva, M., Merino, P., & Benavides, F. G. (2025). Retos y prioridades en la Seguridad y Salud en el Trabajo en Ecuador, 2025. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 28(2), 21-26. <https://doi.org/10.12961/aprl.2025.28.02.02>
- H. CONGRESO NACIONAL. (2005). CÓDIGO DEL TRABAJO. Quito: <http://www.justicia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/05/CODIGO-DEL-TRABAJO.pdf>.
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2004). El Consejo Andino de ministros de relaciones exteriores. Guayaquil. Retrieved from <http://www.sice.oas.org/trade/JUNAC/Decisiones/DEC584s.asp>
- Itaca. (2007). Agentes químicos contaminantes. In 9788432917714. Barcelona - España. Retrieved from <http://www.marcombo.com/Descargas/8432917710-RIESGOS%20QU%20C3%20MICOS%20Y%20BIOL%20C3%20GICOS%20AMBIENTALES/UNIDAD%202.pdf>
- Johnson, C., Muchnik, A., & Yarde, R. (2021, Septiembre 17). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved from Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>
- Muñoz, E., & Salas, V. (2021). Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo y la reducción del Índice de Riesgos Laborales. *Revista de Investigación científica y tecnológica LLamkasun*, 2(1), 88-97. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i2.43>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (18 de Abril de 2019). *El estrés, los accidentes y las enfermedades laborales matan a 7500 personas cada día*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454601#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Internacional%20del%20Trabajo,enfermedades%20respiratorias%2C%20un%2017%25>.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (17 de Septiembre de 2021). *OMS/OIT: Casi 2 millones de personas mueren cada año por causas relacionadas con el trabajo*. Obtenido de <https://www.ilo.org/es/resource/news/omsoit-casi-2-millones-de-personas-mueren-cada-a%C3%B1o-por-causas-relacionadas>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2024). Panorama de la seguridad y salud en el trabajo en América Latina y el Caribe. Los Convenios fundamentales en materia de seguridad y salud en el trabajo (SST)



- números 155 y 187. Obtenido de  
[https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/documents/publication/wcms\\_882230.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/documents/publication/wcms_882230.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo. (2011). Sistema de gestión de la SST: una herramienta para la mejora continua. Turin. Retrieved from [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_154127.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_154127.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023, Noviembre 26). *Casi 3 millones de personas mueren por accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo*. Retrieved from <https://www.ilo.org/es/resource/news/casi-3-millones-de-personas-mueren-por-accidentes-y-enfermedades>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2024, Octubre 11). *Gestión de salud pública de los incidentes químicos. Prevención, planificación y preparación, detección y alerta, respuesta y recuperación*. <https://doi.org/https://campus.paho.org/es/curso/salud-incidentes-quimicos>
- Pérez, C. J., & Suescún, C. P. (2022). Accidentalidad laboral en salud: caracterización de condiciones del trabajador y del entorno laboral en un hospital de tercer nivel de complejidad. *Rev. Asoc Esp Espec Med Trab*, 31(4), 345-358. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/medtra/v31n4/1132-6255-medtra-31-04-345.pdf>
- RESOLUCION 957. (2005). Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Lima-Perú: <http://saludocupacional.com.ec/index.php/descargas/finish/5-reglamentos/25-resolucion-957-can/0>.
- Ruiz, I. S. (2023). Gestión de los factores de riesgo laboral en el contexto industrial. Instituto Superior Tecnológico Liceo Aduanero. Obtenido de <https://liceoaduanero.edu.ec/revista/index.php/ojs/article/view/2/14>
- Tania, P. P. (2025). La normativa laboral y su impacto en la prevención de riesgos laborales en la cámara de comercio de Quito. *Revista Científico de Investigación*, 6(1), 1-17. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/n1/939>
- Vásquez, V. C. (2021). América Latina y la salud de los trabajadores. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 7(2), 46-47. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/7337/733776354001/movil/>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.

**Anexo 1. Instrumento Check List según la NTP 749**

Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL****FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PROGRAMA MAESTRÍA DE SEGURIDAD, SALUD E  
HIGIENE INDUSTRIAL****Objetivo:** Determinar el nivel de cumplimiento de los procesos de identificación de peligros y gestión de incidentes.**Unidad de Análisis:** Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA.**INSTRUMENTO CHECK LIST SEGÚN LA NTP 749**

Ítems	SI	NO	NO PROCEDE	RESPUESTA NEGATIVA IMPLICA	CALIFICACIÓN
Se almacenan, usan, producen, Agentes Químicos Peligrosos (AQP), ya sean materias primas, productos intermedios, subproductos, productos acabados, residuos, productos de limpieza, etc.	1				MEJORABLE
Sobre identificación de agentes químicos					
Están identificados e inventariados los AQP presentes durante el trabajo, sea esta presencia con carácter ordinario o con carácter ocasional.		1			MUY DEFICIENTE
Están correctamente señalizados por etiqueta los envases originales de los AQP.	1				MUY DEFICIENTE
La señalización anterior se mantiene cuando se trasvasa el AQP a otros envases o recipientes.		1			MUY DEFICIENTE
En tuberías que contengan AQP se han pegado, fijado o pintado etiquetas de identificación del producto y el sentido de circulación de los fluidos.			1	Ir a tabla I.2	MEJORABLE
Las etiquetas se han colocado a lo largo de la tubería en número suficiente y en zonas de especial riesgo (válvulas, conexiones, etc.).			1		MEJORABLE
Se dispone de la ficha de datos de seguridad (FDS) de todos los AQP que están o pueden estar presentes durante el trabajo y, en su caso, información suficiente y adecuada de aquellos AQP que no dispongan de FDS (residuos, productos intermedios.)	1			Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Sobre almacenamiento /envasado de agentes químicos					
Los AQP se almacenan en recintos especiales, agrupados por comunidad de riesgo y suficientemente aislados (por distancia o por pared divisoria) de los incompatibles o que pueden generar reacciones peligrosas.		1		Ir a tabla I.2	MUY DEFICIENTE
El área de almacenamiento está correctamente ventilada, sea por tiro natural o forzado.	1			Ir a tabla I.2	MEJORABLE
Las áreas de almacenamiento, utilización y/o producción, cuando la cantidad y/o la peligrosidad del producto lo requieran, garantiza la recogida y conducción a una zona o recipiente seguro de fugas o derrames de AQP en estado líquido.		1		Ir a tabla I.2	MUY DEFICIENTE
Está prohibida la presencia o uso de focos de ignición "sin control" en el almacén de AQP inflamables y se verifica y garantiza exhaustivamente el cumplimiento de tal prohibición.		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Los envases y embalajes que contienen AQP ofrecen suficiente resistencia física o química y no presentan golpes, cortes o deformaciones.	1			Ir a tabla I.2	MEJORABLE
Los envases que contienen AQP son totalmente seguros (cierre automático, cierre de seguridad con enclavamiento, doble envolvente, revestimiento amortiguador de choques, etc.)		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
El transporte de envases, sea por medios manuales o mecánicos, se realiza mediante equipos y/o implementos que garantizan su estabilidad y correcta sujeción.		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Sobre utilización/proceso de agentes químicos					



En el puesto de trabajo y/o su entorno inmediato sólo permanece la cantidad de AQP, estrictamente necesaria para el trabajo inmediato (nunca cantidades superiores a las necesarias para el turno o jornada de trabajo).	1				MEJORABLE
Los AQP existentes en el lugar de trabajo para el uso en el turno o jornada y no utilizados en ese momento, están depositados en recipientes adecuados, armarios protegidos o recintos especiales.		1			MEJORABLE
Se evita trasvasar AQP por vertido libre y pipetear con la boca		1		Ir a tabla I.2	MEJORABLE
Se controla rigurosamente la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables		1		Ir a tabla I.2	MEJORABLE
La instalación eléctrica en las zonas con riesgo de atmósferas inflamables es antiexplosiva, al tiempo que están controlados los focos de ignición de cualquier tipología		1		Ir a tabla I.2	MEJORABLE
La instalación eléctrica de equipos, instrumentos, salas y almacenes de productos corrosivos es adecuada		1		Ir a tabla I.2	MEJORABLE
Las características de los materiales, equipos y herramientas son adecuadas a la naturaleza de los AQP que se utilizan.	1			Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Se comprueba la ausencia de fugas y, en general, el correcto estado de las instalaciones y/o equipos antes de su uso.	1			Ir a tabla I.2	MEJORABLE
En aquellos equipos o procesos que lo requieren, existen sistemas de detección de condiciones inseguras (nivel del LII en un túnel de secado, temperatura /presión de un reactor, nivel de llenado de un depósito) asociados a un sistema de alarma.			1	Ir a tabla I.2	MEJORABLE
Los sistemas de detección existentes, cuando se precisa ante situaciones críticas, actúan sobre una o varias de las siguientes opciones: paro del proceso, detención de la alimentación de productos, activación de sistemas de barrido de seguridad, provocan el venteo de la instalación, etc.			1		DEFICIENTE
Los venteos y salidas de los dispositivos de seguridad para productos inflamables / explosivos están canalizados a lugar seguro y cuando se precisa dotados de antorchas			1	Ir a tabla I.2	MEJORABLE
Para productos tóxicos o corrosivos existen medios para el tratamiento, absorción, destrucción y/o confinamiento seguro de los efluentes provenientes de los dispositivos de seguridad y de los venteos.		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Las operaciones con posibles desprendimientos de gases, vapores, polvos, etc., de AQP se realizan mediante procesos cerrados o, en su defecto, en áreas bien ventiladas o en instalaciones dotadas de aspiración localizada.		1		Ir a tabla I.2	MUY DEFICIENTE
Con carácter general, se han implantado las medidas de protección colectiva necesarias para aislar los AQP y/o limitar la exposición y/o contacto de los trabajadores a los mismos.	1				DEFICIENTE
Sobre organización de la prevención en el uso de agentes químicos					
Se exige autorización de trabajo para la realización de operaciones con riesgo en recipientes, equipos o instalaciones que contienen o han contenido AQP	1			Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Está garantizado el control de accesos de personal foráneo o personal no autorizado a zonas de almacenamiento, arga/descarga o proceso de AQP.		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Los trabajadores han sido explícita y adecuadamente informados de los riesgos asociados a los AQP y formados correctamente sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Los trabajadores tienen acceso a la FDS suministrada por el proveedor.		1			MEJORABLE
Se dispone de procedimientos escritos de bajo para la realización de tareas con AQP		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Existe un programa de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad del proceso.	1				DEFICIENTE
Está garantizada la limpieza de puestos y locales de trabajo. (Se ha implantado un programa y se controla su aplicación).		1			MEJORABLE
Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o para el control de fugas y existen instrucciones de actuación.		1			DEFICIENTE
Existe un programa de gestión de residuos y se controla su aplicación.		1			DEFICIENTE



Se han implantado normas de higiene personal correctas (lavarse las manos, cambiarse de ropa, prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.) y se controla su aplicación.	1				MEJORABLE
Se dispone de Plan de Emergencia ante situaciones críticas en las que se vean involucrados AQP (fugas, derrames, incendio, explosión, etc.).		1			MUY DEFICIENTE
Con carácter general, se han implantado las medidas organizativas necesarias para aislar los AQP, limitar la exposición y contacto de los trabajadores con los mismos, contemplando la posible existencia de trabajadores especialmente sensibles		1			DEFICIENTE
Sobre el uso de EPI e instalación de socorro					
Se dispone y se controla el uso eficaz de los equipos de protección individual (EPI) necesarios en las distintas tareas con riesgo de exposición o contacto con AQP.	1			Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Existen duchas de descontaminación y fuentes lavavojos próximas a los lugares donde sea factible la proyección de AQP.		1		Ir a tabla I.2	DEFICIENTE
Con carácter general, se hace una correcta gestión de los EPI, de la ropa de trabajo y de las instalaciones de socorro.		1			DEFICIENTE
Se aprecian otras deficiencias o carencias en cuanto a las protecciones colectivas, medidas organizativas y uso de EPI: Citarlas y valorarlas (**)		1			DEFICIENTE
*) Para conocer si hay riesgo de atmósfera explosiva tendría que clasificarse previamente la zona de trabajo en función de la presencia de sustancias inflamables y, en su caso, verificarlo con un explosímetro. (**) Esta cuestión se debería cumplimentar y desarrollar cuando se haya respondido NO a alguna de las cuestiones nº 28, 40 y 43					
<b>Suma</b>	13	26	5		

Fuente: NTP 749

## Anexo 2. Criterio de valoración

Cuestión nº	MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
5,7	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R25, R29, R30, R34, R41, R44	R20, R21, R22, R36, R37, R38
8			
9	R7, R12, R26	R10, R11, R23, R30	R20, R36, R37, R38
10	R7, R12, R14, R15, R17, R18, R19, R26, R27, R35, R39	R10, R11, R23, R24, R30, R34	R20, R21, R36, R37, R38
11	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19	R8, R9, R10, R11, R18, R30, R44	
12, 13, 14	R1a, R6, R7, R12, R16, R17, R19, R26, R27, R35, R39	R9, R10, R11, R18, R23, R24, R30, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
17	R7, R12, R16, R17, R26, R27, R28, R35, R39	R10, R11, R18, R23, R24, R25, R30, R34, R41, R68	R20, R21, R22, R36, R37, R38, R65
18	R7, R12	R10, R11, R18, R30	
19	R1a, R6, R12, R15	R8, R10, R11, R18, R30	
21, 22, 23	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R30, R34, R41, R44	R20, R21, R36, R37, R38
25	R2, R3, R5, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19	R8, R9, R10, R11, R18, R30, R44	
26	R26, R27, R35, R39	R23, R24, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
27	R7, R12, R26, R27, R35, R39	R10, R11, R18, R23, R24, R30, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
29	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R24, R25, R30, R34, R41, R44	R37
30,31	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R25, R30, R34, R41, R44	R20, R21, R22, R36, R37, R38
33			R20, R37
41, 42	R26, R27, R35, R39	R23, R24, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38

Fuente: NTP 749 tabla I.2

**Anexo 3. Lista de verificación para el diagnóstico de brechas (ISO 45001:2018)**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
PROGRAMA MAESTRÍA DE SEGURIDAD, SALUD E  
HIGIENE INDUSTRIAL**

**Gestión de incidentes por sustancias corrosivas en un laboratorio ambiental conforme a la Norma ISO 45001:2018**

**Objetivo:** Determinar el nivel de cumplimiento de los procesos de identificación de peligros y gestión de incidentes.

**Unidad de Análisis:** Laboratorio Ambiental Grupo Químico Marcos CÍA. LTDA.

Requisito normativo	Criterio de evaluación / evidencia	Cumple			Observaciones
		Sí	No	Parcial	
<b>6.1.2 Identificación de peligros</b>					
6.1.2.1	¿Existen procesos de identificación proactiva que incluyan sustancias químicas?				
6.1.2.1 c)	¿Se consideran los incidentes pasados (internos y externos) para prevenir eventos?				
6.1.2.1 f)	¿El diseño de las áreas y procedimientos se adaptan a los analistas?				
<b>6.1.2.2 Evaluación de riesgos</b>					
6.1.2.2 a)	¿Se evalúan los riesgos considerando la efectividad de los controles actuales?				
6.1.2.2 b)	¿La metodología de evaluación es sistemática y más proactiva que reactiva?				

**Fuente:** Adaptado de ISO 45001:2018, Cláusulas 6.1.2.1, 6.1.2.2 y 10.2.