

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN GESTIÓN INTEGRAL DE LABORATORIOS DE QUÍMICA”

TEMA:

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EL
LABORATORIO DE QUÍMICA DE UN COLEGIO PRIVADO DEL
GUAYAS

AUTOR:

JOSÉ LUIS SUÁREZ SILVA

Guayaquil - Ecuador

2026

RESUMEN

El presente trabajo propone un modelo de gestión integral para un laboratorio de química de bachillerato en un colegio privado de la provincia del Guayas, orientado a fortalecer la calidad de la enseñanza experimental mediante la optimización de recursos, gestión de riesgos y estandarización de procesos. En este contexto, la investigación se fundamenta en la integración de los requisitos de normas internacionales como ISO/IEC 17025, ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 e ISO 31000, adoptando un enfoque basado en riesgos y en el ciclo de mejora continua (PHVA). Metodológicamente, se desarrolla bajo un enfoque aplicado y no experimental, utilizando herramientas como diagnósticos de cumplimiento normativo, encuestas de percepción a usuarios y análisis estadístico de resultados, lo que permite caracterizar el nivel de desempeño del laboratorio y establecer brechas frente a los estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad. Como resultado, se propone un modelo de gestión integral estructurado que incorpora la gestión por procesos, el aseguramiento de la validez de los resultados, el fortalecimiento de la competencia técnica del personal y la implementación de indicadores de desempeño para la mejora continua. Asimismo, se plantea un plan de acción orientado a la mitigación de riesgos, la optimización de recursos y el cumplimiento normativo. Se concluye que la implementación del modelo permitirá mejorar la eficiencia operativa, reducir riesgos, garantizar prácticas seguras y confiables, y elevar la calidad del proceso educativo, alineando la gestión del laboratorio con estándares internacionales y principios de sostenibilidad.

Palabras clave: gestión integral, laboratorio de química, normas ISO, sostenibilidad, calidad educativa.

ABSTRACT

This study proposes a comprehensive management model for a high school chemistry laboratory at a private school in the Guayas province, aimed at strengthening the quality of experimental teaching through resource optimization, risk management, and process standardization. In this context, the research is grounded in the integration of international standards requirements, such as ISO/IEC 17025, ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, and ISO 31000, adopting a risk-based approach and the Plan-Do-Check-Act (PDCA) continuous improvement cycle. Methodologically, the study follows an applied and non-experimental approach, utilizing tools such as regulatory compliance diagnostics, user perception surveys, and statistical analysis of results. These methods allow for characterizing the laboratory's performance level and identifying gaps regarding quality, safety, and sustainability standards. As a result, a structured comprehensive management model is proposed, incorporating process management, the assurance of the validity of results, the strengthening of staff technical competence, and the implementation of performance indicators for continuous improvement. Furthermore, an action plan focused on risk mitigation, resource optimization, and regulatory compliance is presented. It is concluded that the implementation of this model will enhance operational efficiency, reduce risks, guarantee safe and reliable practices, and elevate the quality of the educational process, aligning laboratory management with international standards and sustainability principles.

Keywords: integral management, chemistry laboratory, ISO standards, sustainability, educational quality.

DEDICATORIA

A mi esposa, mi soporte inquebrantable. Gracias por amarme y tener paciencia durante mis jornadas y por creer en mi capacidad incluso en los momentos de mayor agotamiento. Has sido el equilibrio necesario para alcanzar esta meta.

A mis padres y mis hermanos, por su amor incondicional y por enseñarme el valor de la perseverancia. Sus sacrificios y palabras de aliento son los cimientos sobre los que he construido mi camino profesional.

A todos ellos, dedico con profundo amor este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Dice una cita bíblica “Y en todo lo que hacéis, sea de palabra o de hecho, hacedlo todo en el nombre del Señor Jesús, dando gracias a Dios Padre por medio de él” – Col 3,17.

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la ESPOL, por brindarme las herramientas y el entorno académico necesarios para alcanzar esta meta profesional.

De manera especial, agradezco al MSc. Diego Toscano, tutor de este trabajo, por su invaluable guía, paciencia y por ser un pilar fundamental en la estructuración de esta investigación. Su rigor científico y compromiso han sido una constante fuente de aprendizaje. Asimismo, hago extensivo este reconocimiento a los docentes de la maestría, quienes con su experiencia y conocimientos contribuyeron significativamente a mi formación y desarrollo como profesional de la química.

Además, expreso mi sincera gratitud a la Unidad Educativa por brindarme el espacio y las condiciones necesarias para desarrollar este trabajo de titulación. Su apoyo, confianza y apertura han sido fundamentales para transformar este proceso en una experiencia enriquecedora que fortalece mi formación profesional y personal.

Declaración Expresa

Yo José Luis Suárez Silva acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autores/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 23 de marzo del 2026.

José Luis Suárez Silva

EVALUADORES

Diego Armando Toscano Prieto, Mgtr.

TUTOR

Cesar Augusto Araque Molina, Ph.D.

EVALUADOR

Joel Vielma Puente, Ph.D.

PRESIDENTE

ABREVIATURAS O SIGLAS

ISO: International Organization for Standardization

SGC: Sistema de Gestión de la Calidad

SGI: Sistema de Gestión Integral

SGA: Sistema de Gestión Ambiental

MGI: Modelo de Gestión Integral

PHVA: Ciclo Planificar – Hacer – Verificar – Actuar

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

KPIs: Key Performance Indicators

PNO: Procedimientos Normalizados de Operación

SSO: Seguridad y Salud Ocupacional

EPP: Equipo de Protección Personal

NDNA: No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión

DNA: Sistemática no definida documentalmente, pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión

DNI: Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente

DI: Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general:	5
1.3.2. Objetivos específicos:	6
1.4. Hipótesis	6
1.5. Alcance	7
CAPÍTULO 2	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. La gestión integral en laboratorios de enseñanza.....	8
2.1.1. Concepto de gestión integral.	8
2.1.2. Importancia de la gestión integral en laboratorios académicos.....	9
2.1.3. Enfoques modernos de gestión en laboratorios educativos.....	10
2.2. El laboratorio de química en la educación media.....	11
2.2.1. Función pedagógica del laboratorio.....	11
2.2.2. Problemáticas comunes en laboratorios escolares	12
2.2.3. Gestión administrativa y académica en laboratorios escolares.....	13
2.3. Fundamentos normativos aplicables	14
2.3.1. Norma ISO/IEC 17025:2017	14
2.3.2. Norma ISO 9001:2015 y su complementariedad.....	16
2.3.3. Normas de seguridad y salud ocupacional	17
2.3.4. Normas ambientales	19
2.3.5. Integración sistémica de estándares ISO	20
2.4. Componentes de un modelo de gestión integral.....	21

2.4.1.	Gestión de recursos	21
2.4.2.	Gestión documental	22
2.4.3.	Gestión de riesgos	23
2.4.4.	Seguridad y salud ocupacional	24
2.4.5.	Gestión ambiental y sostenibilidad	25
2.4.6.	Gestión del conocimiento y capacitación	26
2.5.	Estandarización de procesos y mejora continua	26
2.5.1.	Estandarización como principio de calidad	26
2.5.2.	Ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar).....	27
2.5.3.	Indicadores de desempeño y evaluación.....	29
2.6.	Cultura de calidad en laboratorios académicos	30
2.6.1.	Concepto de cultura de calidad	30
2.6.2.	Rol de los docentes y personal técnico	31
2.6.3.	Comunicación y liderazgo en la gestión del laboratorio	32
2.7.	Fundamentos teóricos de sostenibilidad institucional	33
2.7.1.	Concepto de sostenibilidad en el ámbito educativo.....	33
2.7.2.	Laboratorios sostenibles	34
2.7.3.	Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	35
CAPÍTULO 3.....		38
3.	METODOLOGÍA	38
3.1.	Enfoque de investigación.....	38
3.1.1.	Tipo de investigación	38
3.1.2.	Diseño de la investigación	38
3.2.	Metodología	39
3.2.1.	Variables	39
3.2.2.	Diseño no experimental	40
3.2.3.	Recolección de datos.....	41

3.2.4.	Análisis estadístico.....	44
	CAPÍTULO 4.....	45
4.	RESULTADOS.....	45
4.1.	Situación actual del laboratorio frente a los estándares de gestión, seguridad, sostenibilidad y riesgos	45
4.1.1.	Diagnóstico bajo la norma ISO 17025	46
4.1.2.	Diagnóstico bajo la norma ISO 9001	48
4.1.3.	Diagnóstico bajo la norma ISO 31000	50
4.1.4.	Diagnóstico bajo la norma ISO 45001	51
4.1.5.	Diagnóstico bajo la norma ISO 14001	53
4.1.6.	Análisis global del diagnóstico	55
4.1.7.	Resultados de encuesta de satisfacción a estudiantes.....	57
4.1.8.	Análisis global de la encuesta de satisfacción.....	59
4.1.9.	Resultados de encuesta de satisfacción y conocimiento al personal y coordinación.....	59
4.2.	Brechas normativas identificadas como base para la propuesta del modelo integral	62
4.2.1.	Diagrama de Pareto basado en las NDNA	62
4.2.2.	Matriz de afinidad	63
4.2.3.	Análisis FODA.....	65
4.3.	Elementos estructurales que fundamentan el modelo de gestión integral	67
4.3.1.	Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO/IEC 17025 basado en el diagnóstico	67
4.3.2.	Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 9001 basado en el diagnóstico	69
4.3.3.	Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 31000 basado en el diagnóstico	70

4.3.4.	Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 14001 basado en el diagnóstico	71
4.3.5.	Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 45001 basado en el diagnóstico	72
4.3.6.	Modelo de Gestión Integral Propuesto	74
4.3.7.	Fase de planificación del sistema de gestión integral	75
4.3.8.	Fase de ejecución del sistema de gestión integral	77
4.3.9.	Fase de verificación del sistema de gestión integral	78
4.3.10.	Fase de mejora continua del sistema de gestión integral	79
4.4.	Necesidades de mejora continua y fortalecimiento de capacidades del personal 81	
4.4.1.	Plan de mejora continua del MGI.....	81
CAPÍTULO 5		83
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1.	Conclusiones	83
5.2.	Recomendaciones	84
6.	REFERENCIAS	86
7.	APÉNDICES Y ANEXOS.....	94

LISTADO DE FIGURAS

Figura. 2. 1 - Ciclo PHVA.....	28
Figura 4. 1 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 17025.	48
Figura 4. 2 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 9001.	50
Figura 4. 3 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 31000.	51
Figura 4. 4 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 45001.	53
Figura 4. 5 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 14001.	55
Figura 4. 6 - Gráfico de barras del porcentaje total de implementación de las normativas.....	56
Figura 4. 7 - Gráfico radial del porcentaje de cumplimiento de cada normativa. ...	57
Figura 4. 8 - Gráfico radial sobre los porcentajes de satisfacción por áreas.	59
Figura 4. 9 - Gráfico radial sobre los porcentajes de satisfacción por áreas.	62
Figura 4. 10 - Diagrama de Pareto	63
Figura 4. 11 - Matriz de afinidad	65
Figura 4. 12 - Matriz FODA.....	66
Figura 4. 13 - Matriz de estrategias cruzadas	67
Figura 4. 14 - Modelo de gestión integral propuesto.	75

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2. 1 - Integración de normas ISO.....	21
Tabla 4. 1 – Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 17025.....	47
Tabla 4. 2 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 9001.....	49
Tabla 4. 3 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 31000.....	51
Tabla 4. 4 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 45001	53
Tabla 4. 5 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 14001	55
Tabla 4. 6 – Resultados de la encuesta por área.....	58

Tabla 4. 7 - Resultados de la encuesta a docentes y coordinación por área.	60
Tabla 4. 8 - Análisis para elaborar el diagrama de Pareto.	63
Tabla 4. 9 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 17025.	68
Tabla 4. 10 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 9001.	69
Tabla 4. 11 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 31000.	71
Tabla 4. 12 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 14001.	72
Tabla 4. 13 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 45001.	73

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A – FORMATO DE ENCUESTA PARA ESTUDIANTES.	94
ANEXO B - FORMATO DE ENCUESTA AL PERSONAL.	96
ANEXO C - LISTA DE VERIFICACIÓN INTEGRAL.	98
ANEXO D - MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO.	102

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El contexto general actual que justifica la necesidad de implementar un Modelo de Gestión Integral (MGI) en laboratorios de química de docencia está definido por las demandas crecientes del mercado que exigen alta calidad y confiabilidad en los servicios prestados (Cislema Montero & García Ramos, 2022). Muchas organizaciones, incluyendo laboratorios de docencia, tienen una falta de sistemas de gestión integrados y deficiencias en la planificación de recursos (Granados Niño, 2017). Esta complejidad operativa y carencia de procesos documentados incrementan la probabilidad de errores y dificultan la entrega oportuna de resultados (Camizán Vigo, 2021).

La relevancia científica y técnica como motivación principal reside en la urgencia de asegurar la competencia y confiabilidad de los resultados. Un MGI, al incorporar requisitos técnicos y de gestión (como los de la norma ISO/IEC 17025), permite estandarizar actividades y procesos, facilitando la emisión de resultados oportunos y confiables, esenciales para que los clientes tomen decisiones informadas (Camizán Vigo, 2021).

Desde una perspectiva social, la relevancia radica en satisfacer las expectativas del cliente (estudiantes) y contribuir a la sociedad. Para las instituciones educativas, un sistema de gestión es indispensable para ofrecer análisis confiables, apoyar la investigación y vinculación con la comunidad en la mitigación de la contaminación, y fortalecer las habilidades y la responsabilidad social de los futuros profesionales (Bejarano Rivera & López Ochoa, 2019).

1.1. Antecedentes

Los laboratorios de química dedicados a la docencia cumplen un rol fundamental en la formación de las habilidades prácticas – experimentales de los estudiantes, sin embargo, se ha prestado poca atención a la administración o gestión integral generando problemáticas considerables. Estos retos, que involucran la falta de

planificación de recursos, la ausencia de un adecuado mantenimiento, se manifiestan en un servicio deficiente y baja satisfacción de los estudiantes (Granados Niño, 2017). Afectando así directamente la calidad académica, impidiendo que el estudiante logre los objetivos de aprendizaje propuestos (Benavides Benavides et al., 2012).

Las habilidades procedimentales que desarrollan los estudiantes fomentan el “aprender a hacer”, permitiendo al estudiante planear y realizar experimentos e interpretar y reportar resultados (Álvarez-Chávez et al., 2024). Además, cultiva destrezas como el razonamiento crítico, la toma de decisiones y el desarrollo de actitudes hacia la ciencia.

Los problemas que se presentan con mayor frecuencia en los laboratorios son la falta de orden y espacio; equipos obsoletos o sin mantenimiento; escasez de reactivos y materiales; gestión inadecuada de residuos y almacenamiento de sustancias peligrosas; e incumplimiento de normas de seguridad (Bojacá Gómez, 2019).

Estos inconvenientes afectan la adecuada operación del laboratorio, además del aumento de riesgos, incluyendo peligros físicos o químicos, exponiendo la salud de estudiantes y personal, comprometiendo así la seguridad y calidad educativa.

Las actividades relacionadas al laboratorio son asignadas a los profesores de química y biología, estos deben responsabilizarse de la preparación, ejecución, recolección y almacenamiento de materiales y equipos, esto incrementa considerablemente el tiempo y esfuerzo que debe dedicar el docente además de la labor que debe realizar como parte de sus funciones (Granados Niño, 2017).

La falta de una gestión y control adecuados en el almacenamiento de sustancias químicas provoca un incremento en el deterioro de las instalaciones, mobiliarios y superficies, incluyendo los envases. Es importante tener en cuenta el almacenamiento, considerando incompatibilidades entre sustancias y contar con ventilación adecuada para prevenir la acumulación de vapores, para así garantizar la integridad de las instalaciones y la seguridad de los estudiantes y el personal del laboratorio (Bojacá Gómez, 2019).

La principal problemática identificada es el servicio deficiente prestado a la comunidad, debido a la insuficiencia en la planificación de actividades, como la adquisición de materiales/reactivos y la asignación de recursos para mantenimiento de equipos (Granados Niño, 2017).

La falta de planificación operativa en el laboratorio tiene una repercusión directa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, las prácticas programadas se ven frecuentemente obstaculizadas e incluso canceladas debido a la escasez de reactivos o la indisponibilidad de equipos por fallas o falta de mantenimiento. (Porrás Arias & Restrepo Rentería, 2025) Desde una perspectiva de calidad (alineada con ISO/IEC 17025), esto representa una pérdida de tiempo académico, además de una deficiente o baja calidad en la formación técnica del estudiante. Si los experimentos de laboratorio, que son el pilar de la química, no se llevan a cabo, se compromete intrínsecamente el conocimiento adquirido por los estudiantes (Camizán Vigo, 2021). La consecuencia final es una deficiencia en las competencias prácticas del futuro profesional.

Un problema común en la literatura es que las soluciones aplicadas a los problemas de gestión suelen ser parches temporales que no abordan la causa raíz. Los problemas de adquisición, mantenimiento y seguridad son recurrentes en cada ciclo académico, lo que pone de manifiesto la ausencia de una estructura operativa estandarizada. La carencia de un SGC adecuado, como el que exige la norma ISO 9001, revela la falta de un marco de mejora continua (ciclo PHVA) ni una asignación clara de responsabilidades (Bejarano Rivera & López Ochoa, 2019). Sin una estructura que acompañe y sostenga la operatividad del laboratorio, cualquier acción correctiva no se mantiene en el tiempo, impidiendo la implementación de políticas o la garantía de la asignación de recursos necesarios para el mantenimiento preventivo y la renovación de inventarios. Se concluye que la solución debe ser sistémica, no puntual (Eraso Insuasty, 2022).

La necesidad de un modelo de gestión es ineludible dado el entorno de alta exigencia normativa que rige tanto la academia como la industria. El contexto actual obliga a los laboratorios de docencia a adoptar estándares de calidad internacionales para sus procesos, garantizar la seguridad de los estudiantes y su personal (Camizán Vigo, 2021).

En síntesis, la estrategia más adecuada para transformar la operación del laboratorio es la implementación de un modelo de gestión integral que fusione los aspectos organizacionales y técnicos (Eraso Insuasty, 2022). Este modelo debe ser diseñado para ser:

- Holístico: Abordando la calidad del servicio, la seguridad operacional, la gestión ambiental y la competencia técnica de forma simultánea (Vásquez Jaramillo, 2018).
- Sostenible: Garantizando que la mejora de procesos y la asignación de recursos permanezcan más allá de las circunstancias actuales, estableciendo una cultura de rigor científico y responsabilidad (Porras Arias & Restrepo Rentería, 2025).
- Orientado al resultado: Asegurando que el objetivo final — la mejora de la calidad educativa y la satisfacción de los usuarios — se logre a través de procesos robustos, controlados y conformes a las exigencias normativas internacionales (Bejarano Rivera & López Ochoa, 2019).

1.2. Descripción del problema

El laboratorio de la Unidad Educativa, a pesar de haber iniciado operaciones en el período lectivo 2024-2025, presenta una baja eficiencia. Esta situación limita significativamente su utilización para la puesta en práctica de los conceptos teóricos de la asignatura de química, impactando negativamente la formación experimental de los estudiantes (Porras Arias & Restrepo Rentería, 2025). Esta deficiencia se traduce directamente en una baja calidad de la enseñanza experimental, percepción que ha sido expresada por los estudiantes al cuestionar la insuficiencia de equipamiento y reactivos para las prácticas de laboratorio (Muñico Alfaro, 2019).

En el laboratorio, se han identificado oportunidades de mejora en la gestión de recursos, específicamente en los procesos de adquisición y planificación de materiales y reactivos. Esta situación ha provocado un desabastecimiento recurrente de insumos esenciales, lo que ha llevado a que los estudiantes deban compartir los recursos, limitando la correcta ejecución de las prácticas de laboratorio y, en consecuencia, afectando la calidad académica de su formación (Muñico Alfaro, 2019).

A esto se suma la carencia de infraestructura clave, como zonas dedicadas para el almacenamiento seguro de reactivos, áreas de pesaje y campanas extractoras, lo cual limita los tipos y la precisión de los ensayos que pueden realizarse (Camizán Vigo, 2021).

La inadecuada gestión de la seguridad en el laboratorio, provocada por la falta de identificación y control de riesgos, expone directamente a estudiantes y personal a accidentes (García Rendón, 2022). Un claro ejemplo son las quemaduras graves por el manejo de reactivos como el hidróxido de sodio, un peligro que no ha sido abordado. El laboratorio carece de un método adecuado para la eliminación de residuos químicos, resultando frecuentemente en su desecho por el vertedero, lo que representa un riesgo ambiental y operativo significativo.

En el laboratorio, la falta de una alineación efectiva con normas internacionales como ISO/IEC 17025 e ISO 9001 es notable. Esto se atribuye principalmente a la ausencia de un sistema institucional de gestión de calidad que ordene sus operaciones. Consecuentemente, se observa un bajo cumplimiento de estándares técnicos y administrativos, lo que obstaculiza la estandarización de procedimientos, lleva a una gestión inadecuada de recursos, y descuida aspectos regulatorios ambientales y de seguridad. Esto, a su vez, compromete la fiabilidad de los resultados experimentales y frena el desarrollo de una cultura de calidad en el ámbito educativo.

Por lo tanto, el modelo de gestión integral para el laboratorio de docencia en la institución educativa orienta a todo el personal relacionado al laboratorio en la forma de operar. Así la pregunta de investigación es ¿Cómo diseñar y estructurar un modelo de gestión integral, fundamentado en las normas ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO 45001, ISO 14001 e ISO 31000, que optimice la gestión de recursos, garantice la seguridad operacional y mejore la calidad de las prácticas educativas en el laboratorio de química de un colegio privado del Guayas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general:

Proponer un modelo de gestión integral que estandarice los procesos y aborde la sostenibilidad, gestión de recursos, la gestión de riesgos, la seguridad y salud

ocupacional, la estandarización de procesos y documentación en el laboratorio de química de un colegio privado de Guayas.

1.3.2. Objetivos específicos:

1. Diagnosticar la situación actual de gestión de recursos, sostenibilidad, seguridad y salud ocupacional, gestión de riesgos, la estandarización de procesos y documentación de un laboratorio de química de bachillerato en una institución privada del Guayas, tomando como referencia normas como ISO/IEC 17025, ISO 9001, ISO 45001, ISO 14001 e ISO 31000.
2. Diseñar un modelo de gestión integral para un laboratorio de química de bachillerato, que articule la sostenibilidad, gestión de recursos, seguridad y salud ocupacional, gestión de riesgos, estandarización de procesos y documentación, basándose en los requisitos de la ISO/IEC 17025 para la competencia y los principios de ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 e ISO 31000 para la calidad y seguridad.
3. Desarrollar un plan de mejora continua para la gestión de recursos, seguridad, estandarización y documentación del laboratorio, el cual debe incluir un programa estratégico para dar a conocer normas como ISO/IEC 17025, ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 e ISO 31000 en el personal relacionado al laboratorio.

1.4. Hipótesis

El presente proyecto de titulación no requiere el establecimiento de una hipótesis formal debido a su naturaleza aplicada y práctica, la cual se centra en el diseño y desarrollo de un modelo de gestión integral.

Los objetivos están orientados a la optimización de procesos y la aplicación de procedimientos estandarizados, abarcando el diagnóstico, el diseño de planes de acción, y el establecimiento de políticas operacionales. Por lo tanto, el enfoque metodológico privilegia la revisión documental, el análisis de datos (cualitativos/cuantitativos) y la elaboración de una solución concreta, en lugar de la comprobación empírica de una suposición o teoría específica.

1.5. Alcance

El presente proyecto se enfoca en un laboratorio de química de bachillerato de una institución educativa privada ubicada en la provincia del Guayas, Ecuador. Su alcance principal abarca el diseño de un modelo de gestión integral para este laboratorio, el cual se concretará en la producción de varios documentos y manuales. Este modelo se fundamentará en los principios aplicables de las normas objeto de este proyecto y abordará de forma específica las áreas de sostenibilidad, gestión de recursos, la seguridad y salud ocupacional, la gestión de riesgos, la estandarización de procesos y documentación.

De manera complementaria, el proyecto incluirá una evaluación diagnóstica interna del laboratorio, tomando como referencia los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 y principios de sostenibilidad, seguridad, salud ocupacional y gestión de riesgos, de normas como ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 e ISO 31000. Adicionalmente, se evaluará el nivel de conocimiento de esta norma en el personal involucrado con el laboratorio para, de ser necesario, diseñar un programa de capacitación que aborde las brechas identificadas.

Todo el trabajo se desarrollará en un horizonte temporal de 5 meses. Es crucial destacar que el alcance de este proyecto se limita estrictamente al diseño del modelo de gestión y del programa de capacitación, junto con las evaluaciones diagnósticas. Por consiguiente, no incluirá la implementación del modelo ni del programa en los laboratorios, ni la búsqueda de una certificación o acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La gestión integral en laboratorios de enseñanza.

2.1.1. Concepto de gestión integral.

La gestión integral de laboratorios se sustenta en modelos teóricos que promueven una visión holística y sistémica de la organización, que concibe a la entidad como un conjunto de subsistemas interrelacionados (Moscoso Bernal et al., 2024). Su base metodológica principal es el ciclo de mejora continua PHVA, adoptado por modelos normativos como ISO 9001 e ISO 14001 (Duque, 2017).

Los principios fundamentales incluyen el enfoque basado en procesos, el liderazgo y compromiso de la dirección, y la orientación a la satisfacción equilibrada de todas las partes interesadas (Camisón et al., 2006).

La articulación de sus componentes de gestión asegura la eficiencia, calidad y cumplimiento normativo:

1. Definición de objetivos, metas y políticas, e identificar los procesos y recursos requeridos, incluyendo los requisitos legales y reglamentarios aplicables al entorno (Moscoso Bernal et al., 2024).
2. Implementación de los planes y la gestión eficaz de los recursos (humanos, infraestructura) para la ejecución de los procesos operativos y académicos (Camisón et al., 2006).
3. Realizar seguimiento y medición del desempeño del producto y de los procesos, a través del análisis de datos y la realización de auditorías internas (Moscoso Bernal et al., 2024).
4. Implementar acciones correctivas para optimizar los procedimientos e impulsar la innovación y aprendizaje, asegurando la estandarización de prácticas y el aumento de la calidad (Camisón et al., 2006).

La articulación de los requisitos técnicos, administrativos, ambientales y de seguridad se logra mediante la implementación de un SIG, que utiliza el enfoque basado en procesos y el ciclo de mejora continua PHVA como metodología común (Duque, 2017).

Este enfoque es determinante para generar sinergias, ya que unifica los modelos normativos (como ISO 9001, ISO 17025, etc.) en una plataforma compatible (Camisón et al., 2006). El liderazgo de la dirección (componente administrativo) proporciona el marco coherente para la unificación de políticas y la asignación eficiente de recursos. Al consolidar estos aspectos, se erradican duplicaciones costosas y se optimiza el rendimiento global de la organización, asegurando un desarrollo integrador y compatible (Camisón et al., 2006).

2.1.2. Importancia de la gestión integral en laboratorios académicos.

La gestión estructurada, basada en el principio de la Gestión de la Calidad Total (GCT), contribuye de manera decisiva a la mejora de la enseñanza experimental y al fomento de una cultura de calidad y seguridad en los laboratorios escolares (Camisón et al., 2006).

La organización y planificación estratégicas son pilares fundamentales. Un modelo de gestión permite una administración eficiente para alcanzar metas al establecer una distribución institucional clara de funciones y responsabilidades (Moscoso Bernal et al., 2024). Esto se logra mediante la gestión por procesos, la cual orienta a la institución a definir sus actividades cotidianas y documentar el "qué, cómo, quién y cuándo" se realizan las tareas académicas y administrativas. Para la enseñanza experimental, la sistematización y estandarización de procedimientos asegura la consistencia y confiabilidad de los procesos, minimizando la variabilidad no deseada y elevando la calidad educativa (Camisón et al., 2006).

La optimización de recursos impulsa la eficiencia, ya que, un enfoque estructurado requiere asignar y utilizar adecuadamente los recursos (infraestructura y equipos) para una eficiencia óptima (Moscoso Bernal et al., 2024). Esto incluye la gestión eficaz de los recursos humanos, financieros y tecnológicos. La optimización reduce duplicaciones costosas y asegura que los sistemas sean eficaces y eficientes, lo

que es clave para la sostenibilidad de las funciones sustantivas (Camisón et al., 2006).

En relación con la cultura de calidad y seguridad, la gestión integral opera como una filosofía de dirección.

1. Calidad: se establece un sistema de valores que promueve el aprendizaje y la innovación, y la mejora continua (ciclo PHVA). Esto fortalece la capacidad de ofrecer programas académicos de calidad (Moscoso Bernal et al., 2024).
2. Seguridad: la integración de la prevención de riesgos laborales se basa en un enfoque preventivo. Esto implica la asignación de recursos para actividades preventivas y eliminación o minimización de peligros (Camisón et al., 2006).

Además, el liderazgo directivo promueve la participación activa de todo el personal, facilitando el desarrollo de competencias, lo cual transforma la preocupación por la calidad y seguridad en una obligación de todos los miembros de la organización (Camisón et al., 2006).

2.1.3. Enfoques modernos de gestión en laboratorios educativos

Los modelos de gestión más relevantes implementados en instituciones educativas, especialmente en la educación superior, son el SGC basado en la norma ISO 9001, el modelo de excelencia EFQM (European Foundation for Quality Management) y el modelo PHVA. La popularidad del SGC ha permitido su aplicación en el área educativa para ofrecer una enseñanza de calidad (Torres Saumeth et al., 2013).

Estos modelos integran las tendencias de gestión contemporánea de la siguiente manera:

1. Enfoque basado en procesos, estos modelos estructuran a la institución educativa como un conjunto de subsistemas relacionados entre sí. El enfoque basado en procesos es fundamental para el SGC, ya que establece una documentación formal que delimita las responsabilidades y funciones. Su implementación busca profundizar y mejorar los procesos, lo cual es esencial para una eficiencia óptima en las operaciones (Murrieta Saavedra et al., 2019). Modelos como el EFQM, incluyen criterios explícitos para que

las organizaciones diseñen, gestionen y mejoren sus procesos, productos y servicios.

2. La mejora continua constituye un objetivo principal y el eje central de estos sistemas. La metodología del ciclo PHVA (también conocido como Ciclo Deming), es la primera representación gráfica de este proceso (Torres Saumeth et al., 2013). Este ciclo dinámico puede desarrollarse dentro de cada proceso y en la red de procesos de la organización como un todo. La mejora continua se fomenta a través del seguimiento y control, medición y análisis de datos, además de auditorías internas. La adopción de SGC se asocia con un mayor nivel de madurez y la evolución de los procesos (Murrieta Saavedra et al., 2019).
3. Sostenibilidad e integración, los modelos reflejan una tendencia hacia la gestión integral. El EFQM y el modelo iberoamericano consideran la responsabilidad de un futuro sostenible en sus conceptos fundamentales (Torres Saumeth et al., 2013). Los SGC y los modelos de excelencia (como Baldrige y EFQM) obligan a las organizaciones a considerar aspectos ambientales y sociales, además de los técnicos y de calidad. Esta visión holística involucra al personal, al entorno y a la sociedad, asegurando el cumplimiento de las normativas y un crecimiento sostenido (Murrieta Saavedra et al., 2019).

2.2. El laboratorio de química en la educación media

2.2.1. Función pedagógica del laboratorio

El laboratorio de química, concebido como un espacio de aprendizaje activo y didáctico, es una herramienta fundamental que consolida la comprensión de los principios científicos y promueve el desarrollo de competencias esenciales para la formación integral y profesional del estudiante (Espinosa-Ríos et al., 2016).

El uso del laboratorio es una estrategia prioritaria que facilita a los alumnos obtener conocimientos y desarrollar competencias científicas. Las actividades experimentales son un complemento inseparable para la interiorización del conocimiento teórico, haciendo que la Química sea menos abstracta y más tangible y empírica (Saenz de Urturi, 2019). El laboratorio ofrece al estudiante la oportunidad

de cuestionar los conocimientos aprendidos y compararlos con la vida real, logrando un aprendizaje auténtico (García Mejía & Lora Valdez, 2023).

Los estudiantes perciben que comprenden “mucho mejor” los temas cuando realizan actividades experimentales y se sienten motivados a profundizar en los temas de química gracias a estas prácticas. Esta metodología potencia los resultados académicos y permite relacionar efectivamente los conocimientos teóricos con los prácticos (García Mejía & Lora Valdez, 2023).

El trabajo práctico es vital para el desarrollo de competencias, destrezas y habilidades. El laboratorio es un promotor del pensamiento crítico y reflexivo al exigir a los estudiantes razonar sobre lo concreto de los experimentos (Saenz de Urturi, 2019), cultivar la curiosidad y ejercitar la capacidad de análisis de los procesos químicos.

Para la resolución de problemas, las prácticas experimentales permiten al estudiante identificar, planificar y dar soluciones a problemáticas, desarrollando estas destrezas y así poder aplicarlas para solucionar problemas del entorno. Además, promueve el trabajo en equipos, autonomía e iniciativa, aspectos que contribuyen al desarrollo integral del estudiante (Espinosa-Ríos et al., 2016).

El ambiente controlado del laboratorio ayuda a adquirir competencias cívicas y sociales esenciales, pues implica ser pulcro, cuidadoso y atento a la seguridad e higiene. Esta experiencia familiariza al estudiante con el entorno laboral y los procedimientos que son fundamentales para su desarrollo y percepción ante la vida, preparándolo para un futuro desempeño laboral, cívico y social (Saenz de Urturi, 2019).

Como un engranaje donde la teoría y la acción se encuentran, el laboratorio consolida el aprendizaje, trascendiendo la simple comprensión conceptual a la capacidad de "hacer" ciencia (Séré, 2002).

2.2.2. Problemáticas comunes en laboratorios escolares

La falta de operatividad en los laboratorios de docencia se articula con la baja calidad y deficiencia educativa, al imponer restricciones que desvirtúan el carácter fundamentalmente teórico-práctico de la química. El estado del laboratorio se

convierte en un eje fundamental que incide drásticamente en el desarrollo de la clase programada (Fuenmayor Zafra & Morales-Toyo, 2022).

La recurrencia de obstáculos en la parte experimental es alta. El problema se manifiesta en tres escenarios principales: la ausencia de infraestructura adecuada o su uso indebido (como oficinas o depósitos), la falta de mobiliario y materiales, y el desabastecimiento o alto costo de reactivos. Estas carencias obligan a los docentes a limitarse exclusivamente al componente teórico de la asignatura, transformando la enseñanza en una mera transmisión de contenidos (Fuenmayor Zafra & Morales-Toyo, 2022).

Esta dependencia de la teoría conduce a que la química se perciba como abstracta, aburrida o confusa. La falta de la aplicación práctica-experimental, los estudiantes recurren a la simple repetición mecánica para aprobar sus evaluaciones, sin lograr la comprensión efectiva ni la consolidación del conocimiento (Chonillo-Sislema et al., 2024).

Simultáneamente, la debilidad en la gestión de seguridad y mantenimiento provoca un aumento del riesgo. Los laboratorios a menudo carecen de técnicas preventivas, hojas de seguridad de sustancias, o capacitación continua para el personal y los estudiantes. Problemas de almacenamiento como el desorden o la identificación incorrecta de productos provocan un incremento de las posibilidades de accidentes (Bolaños Alfaro, 2012). Esta incapacidad para garantizar un entorno seguro y funcional obstaculiza la realización de actividades experimentales, las cuales son vitales para generar emociones positivas como el entusiasmo y la satisfacción en el aprendizaje, reforzando la tendencia al bajo rendimiento y la desmotivación hacia la ciencia (García & Arce, 2024).

2.2.3. Gestión administrativa y académica en laboratorios escolares

La eficacia operacional y la sostenibilidad a largo plazo de un laboratorio de química dependen de modo esencial en la interconexión de la planificación proactiva, el registro sistemático de inventarios y el mantenimiento programado de equipos, elementos que son fundamentales dentro de un SGC robusto (Vega Calderón et al., 2025).

La planificación proactiva de recursos y el registro sistemático de inventarios constituyen una pieza clave para el manejo adecuado de suministros y la eficiencia económica. Es muy importante realizar revisiones periódicas, de preferencia cada tres meses, lo cual facilita la planificación de compras estratégicas y ajustadas a las necesidades académicas de cada año lectivo (Bolaños Alfaro, 2012). Esta gestión sistemática resulta en importantes reducciones sobre los productos almacenados, optimización de procesos y la disminución del área requerida de almacenamiento. Además, un control adecuado de existencias, planificando pedidos con la frecuencia necesaria, evita la acumulación de material. La acumulación o el almacenamiento prolongado de ciertos compuestos supone un serio riesgo en los lugares de trabajo, ya que pueden descomponerse y originar situaciones con mucho peligro, por ejemplo, explosiones. En conclusión, el inventario sistemático es una herramienta esencial de la planificación administrativa que reduce el riesgo ambiental (Bolaños Alfaro, 2012).

El mantenimiento programado de equipos y la vigilancia continua son variables esenciales que deben estar bajo control permanente para mitigar los riesgos de accidentes. La infraestructura debe incluir elementos como iluminación, ventilación, espacio y zonas de seguridad. El mantenimiento de estos elementos y la seguridad son componentes del SGC y de la gestión de riesgos que permiten identificar y minimizar posibles amenazas, garantizando la seguridad de las operaciones (Vega Calderón et al., 2025).

La interconexión de procesos se manifiesta al observar que el establecimiento de cronogramas de prácticas es inviable si el inventario y mantenimiento no garantizan la disponibilidad de reactivos y equipos funcionales. Integrar planificación, inventario y mantenimiento no solo asegura la continuidad de las actividades didácticas, sino que también contribuye a una gestión verde más integral, formando personas con un futuro acompañado de una conciencia sostenible (Bolaños Alfaro, 2012). Esta combinación de un SGC con un enfoque administrativo sólido asegura la trazabilidad de los procesos, el cumplimiento de altos estándares y la sostenibilidad de la organización en el largo plazo (Vega Calderón et al., 2025).

2.3. Fundamentos normativos aplicables

2.3.1. Norma ISO/IEC 17025:2017

La norma ISO/IEC 17025:2017 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración) es un documento internacional desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) para promover la confianza en la operación de los laboratorios. Su propósito es demostrar que pueden operar de forma competente y tienen la capacidad de generar resultados confiables. Aplicar esta norma facilita la cooperación, el intercambio de información y aceptación de resultados entre países (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018).

Los principios fundamentales o requisitos generales de la norma ISO/IEC 17025 se centran en algunos aspectos como:

1. **Imparcialidad:** Se requiere la presencia de objetividad. La dirección del laboratorio debe comprometerse con la imparcialidad y gestionar continuamente los riesgos (como presiones comerciales o financieras) que puedan comprometerla (Delgado & Salazar, 2023).
2. **Confidencialidad:** El laboratorio es responsable de la gestión de toda la información obtenida, la cual se considera confidencial y del propietario, salvo que se acuerde lo contrario con el cliente o se exija por ley (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018).
3. **Enfoque basado en riesgos:** Una modificación clave de la versión 2017 es la integración del pensamiento basado en riesgo y oportunidades (alineado con ISO 9001) (Miguel et al., 2021). El laboratorio debe planificar acciones donde se aborden los riesgos, logrando incrementar la eficacia del sistema de gestión y prevenir eventos indeseados (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018).
4. **Operación coherente:** Exige una operación coherente de los laboratorios con un enfoque basado en procesos (Miguel et al., 2021), y la aplicación de una regla de decisión documentada al declarar la conformidad de los resultados (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018).

La implementación de esta norma es crucial para que los laboratorios demuestren su competencia técnica y aseguren la calidad de sus servicios (Delgado & Salazar, 2023).

La norma ISO/IEC 17025 es flexible y puede ajustarse a laboratorios con diferentes características (Miguel et al., 2021). En un laboratorio de docencia, los requisitos se adaptan enfocándose en la formación competente de los estudiantes, en lugar de la acreditación formal (Delgado & Salazar, 2023).

Los requisitos técnicos se utilizan para asegurar que el personal/alumnado sea competente y que se enfoquen en la validez, trazabilidad y confiabilidad de los resultados (Delgado & Salazar, 2023). Los requisitos de gestión estructuran la operación, haciendo énfasis en el pensamiento basado en riesgo para prevenir eventos indeseados y garantizar la seguridad. La documentación de procedimientos es crucial para una aplicación coherente (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018) de las actividades, fundamental en la enseñanza.

2.3.2. Norma ISO 9001:2015 y su complementariedad

La norma ISO 9001:2015 es una norma internacional que establece los requisitos para un SGC. Es el único estándar certificable de la familia ISO 9000 (Cruz Medina et al., 2017).

Su propósito principal es que la organización demuestre su capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que puedan satisfacer los requisitos del cliente, legales y reglamentarios aplicables, considerando la satisfacción del cliente. La versión 2015 emplea un enfoque a procesos que incorpora el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) y el pensamiento basado en riesgos (Buriticá-Macías et al., 2019).

(International Organization for Standardization, 2015b) Los siete principios de la gestión de la calidad en los que se basa la norma son:

1. Enfoque al cliente.
2. Liderazgo.
3. Compromiso de las personas.
4. Enfoque a procesos.
5. Mejora.
6. Toma de decisiones basada en la evidencia.
7. Gestión de las relaciones.

Para esta normativa el liderazgo es crucial, pues la “Alta Dirección” debe promover el uso del enfoque a procesos y la mejora, que también es un principio fundamental. La norma requiere que la política de calidad incluya el compromiso de mejora continua del SGC. Este enfoque operativo incorpora el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) (International Organization for Standardization, 2015b).

Finalmente, la documentación (denominada "Información documentada") debe mantenerse para apoyar la operación de los procesos y conservarse como evidencia de que estos se realizan según lo planificado (International Organization for Standardization, 2015b).

2.3.3. Normas de seguridad y salud ocupacional

2.3.3.1. Norma ISO 45001

La ISO 45001:2018 es la norma internacional de Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Su objetivo es especificar los requisitos para un sistema orientado a proveer lugares de trabajo seguros y saludables, logrando prevenir activamente las lesiones y el deterioro de la salud laboral (International Organization for Standardization, 2018b)

Los principios de esta norma se basan en el ciclo de PHVA. La implementación requiere un fuerte liderazgo y compromiso de la alta dirección, además de la participación de los trabajadores. Resalta la importancia de abordar riesgos y oportunidades, y promueve la mejora continua del sistema de SST (International Organization for Standardization, 2018b).

Según la ISO 45001, el riesgo en términos generales se define como el efecto de la incertidumbre. Específicamente, el riesgo para la seguridad y salud en el trabajo (SST) es el resultado de combinar las probabilidades de que se produzcan ciertos eventos o exposiciones peligrosas y la severidad del daño, lesión o deterioro de la salud que puedan causar (Sampén Cardenas, 2025).

La norma ISO 45001:2018 exige la Información Documentada esencial para la eficacia del SGSO y la demostración de la competencia. Para la trazabilidad, se requiere el Control de la Información, incluyendo el almacenamiento, la conservación y el control de cambios para asegurar su disponibilidad y protección. Los registros deben conservarse como evidencia de los resultados alcanzados y el

seguimiento del desempeño. Respecto a la minimización de la responsabilidad institucional, se exige la determinación continua de requisitos legales y otros requisitos y un proceso formal de Evaluación del Cumplimiento. Mantener el conocimiento del estado de cumplimiento es crucial para alcanzar los resultados previstos del SGSO (International Organization for Standardization, 2018b).

2.3.3.2. Norma ISO 31000

La norma ISO 31000:2018 es una norma internacional que proporciona directrices para la gestión del riesgo. Esta puede adaptarse y aplicarse a cualquier organización y contexto, ofreciendo un enfoque común para gestionar cualquier tipo de riesgo. (International Organization for Standardization, 2018a).

(International Organization for Standardization, 2018a) Los principios de una gestión del riesgo eficaz y eficiente son:

1. Integrada, estructurada y exhaustiva.
2. Adaptada, inclusiva (considera partes interesadas) y dinámica (responde a los cambios).
3. Basada en la mejor información disponible y atiende a los factores humanos y culturales.
4. Requiere mejora continua mediante el aprendizaje y la experiencia.

El proceso de gestión del riesgo es fundamental para la toma de decisiones al ser una parte integral de esta actividad en todos los niveles de la organización, esta incluye identificar, analizar, valorar y tratar. El análisis del riesgo aporta una comprensión profunda que es esencial para elegir entre varias opciones que implican diferentes niveles de riesgo. La valoración del riesgo apoya las decisiones al determinar cuándo se requiere una acción adicional, comparando los resultados del análisis con los criterios definidos (International Organization for Standardization, 2018a).

Con relación a la asignación de recursos, la alta dirección debe asegurar que los recursos necesarios se asignen para una gestión oportuna de los riesgos. El tratamiento del riesgo especifica claramente los recursos necesarios, incluyendo las contingencias, dentro de los planes de implementación de las opciones elegidas (International Organization for Standardization, 2018a).

Respecto a la planificación de acciones de mejora, el proceso se repite de manera continua y ayuda a mejorar los sistemas de gestión. La gestión del riesgo se mejora continuamente mediante el aprendizaje y la experiencia. Las decisiones posteriores a la valoración conducen a considerar opciones para el tratamiento y a la formulación de acciones propuestas detalladas en los planes, garantizando la mejora continua (International Organization for Standardization, 2018a).

2.3.4. Normas ambientales

2.3.4.1. Norma ISO 14001

La ISO 14001 es una norma internacional que especifica los requisitos para establecer, implementar y mantener un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) (Gustia et al., 2021). Su propósito es proveer un marco sistemático para que las organizaciones protejan el medio ambiente y equilibrar sus necesidades socioeconómicas, buscando la mejora del desempeño ambiental y el cumplimiento de las obligaciones (International Organization for Standardization, 2015a).

Específicamente, la organización debe identificar y tener acceso a las obligaciones de cumplimiento (que incluyen requisitos legales y otros voluntarios) relacionadas al ámbito ambiental. Luego, debe determinar cómo se aplican dichas obligaciones. Cumplir con las normas es un requisito básico de la política ambiental (International Organization for Standardization, 2015a). Finalmente, la organización debe planificar e implementar un proceso para evaluar la conformidad con estas obligaciones, lo que se enmarca en la fase de "Verificar" del ciclo PHVA (Ladyman et al., 2022).

La adopción de sus principios, basada en la mejora continua y la prevención de la contaminación, contribuye a fomentar una cultura de sostenibilidad, buscando el equilibrio entre lo ambiental, social y económico (Gustia et al., 2021). En la formación de estudiantes, promueve un enfoque participativo que mejora el desempeño ambiental (Ladyman et al., 2022). Se requiere que el personal y los estudiantes tomen conciencia de la política y los impactos ambientales significativos. La participación en la evaluación de riesgos ambientales resulta esencial para el manejo exitoso de incidentes, evitando impactos graves. Se han

estudiado las sinergias entre los SGA y la química verde en universidades (Gustia et al., 2021).

2.3.5. Integración sistémica de estándares ISO

La creación de un SGI en laboratorios de química se fundamenta en la teoría general de sistemas, la cual permite visualizar a la organización como una estructura de procesos interconectados y sinérgicos (Ruales Dávila, 2025). El principal mecanismo de convergencia es la estructura de alto nivel, que estandariza capítulos y terminología común, facilitando la integración de los requisitos de las normas ISO 9001, 14001 y 45001 en un modelo unificado que optimiza recursos y reduce redundancias operativas (Ruales Dávila, 2025).

En este marco, la norma ISO/IEC 17025 es indispensable para garantizar la competencia técnica y la validez de los resultados de los ensayos, integrando principios de calidad de la ISO 9001 que aseguran la consistencia operativa y la satisfacción del cliente (Brito Nascimento, 2025; Eraso Insuasty et al., 2023). La gestión de recursos se articula eficazmente al estandarizar flujos de trabajo y optimizar el uso de materiales y labor, lo que reduce costos y minimiza ineficiencias (Adedeji, 2025; Ruales Dávila, 2025).

La sostenibilidad se incorpora mediante la ISO 14001, que promueve la responsabilidad ambiental a través de la gestión de residuos químicos, el control de emisiones y la eficiencia energética (Adedeji, 2025; Brito Nascimento, 2025). Simultáneamente, la ISO 45001 protege la seguridad y salud ocupacional, mitigando peligros intrínsecos del laboratorio —como riesgos mecánicos o químicos— mediante la jerarquización de controles y la formación continua del personal (Brito Nascimento, 2025; Ruales Dávila, 2025).

Un pilar transversal es la ISO 31000, que fundamenta el pensamiento basado en riesgos. Esto permite al laboratorio gestionar la incertidumbre de manera proactiva, anticipando posibles fallas en los procesos antes de que afecten la calidad de los resultados o la integridad del personal (Adedeji, 2025; Sereviche Sierra et al., 2025). Finalmente, la estandarización documental (Requisito 7.5) unifica manuales, instrucciones y registros en un sistema único que elimina la burocracia y garantiza la trazabilidad (Ruales Dávila, 2025). Todo el sistema es impulsado por el ciclo

PHVA, asegurando la mejora continua y la excelencia operativa (Adedeji, 2025; Ruales Dávila, 2025).

La Tabla 2.1 se centra en cómo interactúan las normas ISO con el ciclo PHVA para crear un sistema robusto, eficiente y sostenible, permitiendo que el laboratorio opere con estándares internacionales unificados.

CICLO PHVA	ISO 17025 REQUISITOS TÉCNICOS	ISO 9001 GESTIÓN DE CALIDAD	ISO 14001 AMBIENTE	ISO 45001 SEGURIDAD Y SALUD	ISO 31000 GESTIÓN DE RIESGOS
PLANIFICAR	Cl. 4, 5, 6 y 7: Define la base legal e imparcial, la estructura organizacional y la gestión de recursos (personal, instalaciones, equipos). Incluye la planificación técnica mediante la revisión de solicitudes y selección de métodos adecuados.	Cl. 4, 5 y 6: Comprende la determinación del contexto de la organización y las partes interesadas, el establecimiento del liderazgo y la política de calidad, y la planificación de acciones para abordar riesgos, oportunidades y objetivos de calidad.	Cl. 4, 5 y 6: Comprende la determinación del contexto organizacional y las partes interesadas, el establecimiento del liderazgo y la política ambiental, y la planificación de acciones para abordar aspectos ambientales, requisitos legales, riesgos y oportunidades, junto con la definición de objetivos ambientales.	Cl. 4, 5 y 6: Comprende la determinación del contexto de la organización, el ejercicio del liderazgo junto con la consulta y participación de los trabajadores, y la planificación estratégica para identificar peligros, evaluar riesgos, aprovechar oportunidades y establecer objetivos de SST.	Se centra en el diseño del sistema y la definición de criterios. Se basa en principios como la <i>integración</i> y el <i>diseño a medida</i> para alinear la gestión de riesgos con los objetivos estratégicos y la cultura de la institución.
HACER	Cl. 7: Corresponde a la ejecución técnica de las actividades del laboratorio, abarcando el muestreo, la manipulación de los ítems de ensayo o calibración, los registros técnicos y la evaluación de la incertidumbre de medición.	Cl. 7 y 8: Se enfoca en la provisión de los recursos de apoyo (personas, infraestructura, competencia y comunicación) y la ejecución operativa de los procesos necesarios para la realización del producto o la prestación del servicio.	Cl. 7 y 8: Se enfoca en la provisión de soporte (recursos, competencia, conciencia y comunicación) y la implementación de la operación, incluyendo el control operativo de los procesos y la preparación y respuesta ante posibles emergencias ambientales.	Cl. 7 y 8: Se enfoca en los elementos de apoyo como recursos, competencia, toma de conciencia y comunicación, así como en la planificación y control operacional, que incluye la gestión del cambio, el control de compras y la preparación ante emergencias.	Corresponde a la implementación del proceso de identificación, análisis y evaluación, seguido del tratamiento de los riesgos. Aplica principios de <i>transparencia e inclusión</i> para asegurar que se tomen decisiones informadas y basadas en la mejor información disponible.
VERIFICAR	Cl. 7 y 8: Se centra en asegurar la validez de los resultados, el informe de los mismos y la evaluación del desempeño mediante auditorías internas y la revisión periódica por la dirección para confirmar la competencia técnica.	Cl. 9: Corresponde a la evaluación del desempeño, donde se realiza el seguimiento, la medición de los procesos, el análisis de la satisfacción del cliente y la ejecución de las auditorías internas para validar el sistema.	Cl. 9: Corresponde a la evaluación del desempeño ambiental, donde se realiza el seguimiento, medición y análisis de los indicadores, la ejecución de auditorías internas y la revisión sistemática por parte de la alta dirección.	Cl. 9: Corresponde a la evaluación del desempeño, donde se realiza el seguimiento, medición y análisis de la eficacia del sistema, se ejecutan las auditorías internas y se lleva a cabo la revisión periódica por parte de la alta dirección.	Consiste en el monitoreo continuo de los riesgos y la eficacia de los controles. Responde al principio de que la gestión debe ser <i>dinámica</i> y sensible a los cambios del entorno, permitiendo detectar desviaciones en tiempo real.
ACTUAR	Cl. 8: Comprende el tratamiento de trabajos no conformes, la implementación de acciones correctivas y la identificación de oportunidades de mejora para fortalecer la calidad y la fiabilidad de los servicios del laboratorio.	Cl. 10: Se centra en la mejora continua, gestionando las no conformidades detectadas en la fase anterior e implementando acciones correctivas para mejorar la eficacia del sistema de gestión de calidad.	Cl. 10: Se centra en la mejora, gestionando las no conformidades mediante acciones correctivas y el compromiso con la mejora continua del desempeño ambiental para reducir los impactos de la organización.	Cl. 10: Se centra en la mejora continua del desempeño del sistema, gestionando los incidentes y no conformidades mediante acciones correctivas que eliminen las causas raíz de los problemas detectados en la fase de verificación.	Se enfoca en la comunicación de resultados y el aprendizaje organizacional. Promueve el principio de <i>mejora continua</i> , donde la retroalimentación del ciclo anterior se utiliza para fortalecer el marco de trabajo y aumentar la resiliencia.

Tabla 2.1 - Integración de normas ISO.

2.4. Componentes de un modelo de gestión integral

2.4.1. Gestión de recursos

La planificación y el control efectivo de los recursos en el entorno de laboratorio son pilares fundamentales para garantizar la sustentabilidad a largo plazo y seguir al detalle los parámetros de calidad. Una planificación precisa y un diseño de alto nivel son esenciales para asegurar la funcionalidad, seguridad y distribución adecuada de los instrumentos y equipos (Zhang, 2024).

En relación con los recursos materiales y financieros, la gestión efectiva se manifiesta a través de sistemas robustos de control de inventario, uso de fichas técnicas y compras programadas (Zhang, 2024). Un sistema bien establecido para la gestión de inventarios optimiza el uso de los recursos, previene el desperdicio y genera ahorros en costos operativos. La estandarización en las compras optimiza

los métodos y la entrega oportuna, lo cual, beneficia al desarrollo sostenible del laboratorio (Vianna et al., 2022).

La gestión de recursos humanos se centra en la capacitación y el desarrollo de la competencia técnica. Contar con personal altamente cualificado es de vital importancia para la construcción y administración del laboratorio. El compromiso y la formación continua en procedimientos de seguridad (SOPs) garantizan operaciones seguras y el uso eficiente de los recursos (Vianna et al., 2022).

La implementación de sistemas de mantenimiento preventivo y calibración de equipos es crucial para el cumplimiento de la calidad. El mantenimiento regular previene daños, extiende la vida útil de los equipos (Bako Katsayal, 2025) asegurando la continuidad operacional. La calibración de instrumentos garantiza la exactitud y fiabilidad de los datos experimentales, un requisito indispensable para los estándares de calidad y la acreditación, como la ISO/IEC 17025 (Vianna et al., 2022).

En conclusión, este enfoque integral, bajo un SGC, asegura la credibilidad, eficiencia de los procesos y compromiso con los objetivos de desarrollo sostenible del laboratorio (Zhang, 2024).

2.4.2. Gestión documental

La elaboración de manuales, procedimientos normalizados de operación (PNO), registros y formatos estandarizados son esenciales para la gestión de laboratorios, cimentando la uniformidad y trazabilidad necesarias para alcanzar y mantener los altos estándares de calidad exigidos internacionalmente (Vianna et al., 2022).

Un sistema con procedimientos documentados es la base para asegurar el buen desarrollo de las actividades, la salud y seguridad del personal. La estandarización optimiza cada paso del ciclo operativo, asegurando la estabilidad. En la práctica, la falta de SOPs obstaculiza la fluidez de las actividades en los laboratorios (Sartika et al., 2025). El detalle de las condiciones y procedimientos en estos manuales contribuye en un aumento de la reproducibilidad de los resultados, siendo fundamental en la investigación (Freese et al., 2024).

La trazabilidad y la transparencia se garantizan mediante el uso de formatos y registros estandarizados, que son indispensables para el control administrativo.

Una administración de laboratorio eficiente previene la pérdida y el uso indebido de recursos (Sartika et al., 2025). Asimismo, los investigadores requieren reglas y procedimientos estrictos para la recopilación de datos científicos (Zhang, 2024).

Esta documentación es crucial para el cumplimiento de los sistemas de gestión de calidad. La norma ISO 9001 especifica requisitos para implementar sistemas centrados en la prevención de no conformidades y la mejora continua (Vianna et al., 2022). Por su parte, la acreditación de laboratorios según la norma ISO/IEC 17025 (que establece requisitos de competencia) exige estos procesos documentados para garantizar la exactitud y fiabilidad de los resultados, ofreciendo credibilidad y una ventaja competitiva. Este marco asegura que los procesos sean transparentes, conformes a la normativa y fiables (Vianna et al., 2022).

2.4.3. Gestión de riesgos

La implementación del proceso de gestión de riesgos en laboratorios de docencia es vital para mitigar riesgos químicos, físicos, biológicos y ergonómicos, estos siguen un ciclo sistemático de identificación, evaluación y control. Un sistema de gestión SST sirve como herramienta para el desarrollo organizado de actividades preventivas (Pari Achata, 2022).

Identificar peligros comienza con la localización y el reconocimiento de las características de los riesgos inherentes. Los laboratorios, en particular los de química, son entornos de alto riesgo por la manipulación de sustancias peligrosas, equipos de alta presión y explosivos, lo que exige una conciencia elevada del riesgo químico (Vianna et al., 2022).

La evaluación de riesgos determina el nivel, el grado y la gravedad de los peligros, ofreciendo información indispensable para priorizar y tomar decisiones informadas sobre las acciones protectoras. El control se implementa a través de la definición de instrucciones, documentación de acciones correctivas y preventivas, además de la provisión de infraestructura de seguridad adecuada, incluyendo sistemas de ventilación y gabinetes de seguridad (Zhang, 2024). El sistema de gestión resultante debe asegurar que se tomen medidas antes, durante y después de las prácticas de laboratorio (Pari Achata, 2022).

En cuanto a las herramientas de análisis para un laboratorio de docencia, el mapa de riesgos resulta fundamental, ya que es un plan que utiliza diversas técnicas para identificar y localizar problemas en el centro de labores. Complementariamente, el análisis de riesgos es esencial para identificar peligros, definir funciones y establecer medidas de recuperación apropiadas (probabilidad-consecuencia) (Pari Achata, 2022). Un sistema formal y bien articulado es clave para gestionar eficazmente los riesgos químicos, físicos y ergonómicos (Sartika et al., 2025).

2.4.4. Seguridad y salud ocupacional

La articulación operativa de los pilares de la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) en el laboratorio de química se consigue aplicando los principios de prevención y control jerárquico de riesgos en prácticas estandarizadas y el fomento de una cultura de seguridad proactiva.

La prevención se pone en práctica a través de planes de emergencia. Estos planes, que deben asegurar que las medidas de seguridad se tomen antes, durante y después de las prácticas, proporcionan condiciones que salvaguardan la integridad de la comunidad (Pari Achata, 2022). La planificación meticulosa es fundamental, incluyendo la dotación de infraestructura de seguridad como extintores, duchas de ojos y salidas de emergencia para uso rápido en caso de accidente (Bako Katsayal, 2025).

El control jerárquico de riesgos se implementa con herramientas visibles como la señalización. Las señales comunican los peligros de forma práctica, mientras que el uso correcto de equipos de protección personal (EPP), incluyendo batas y gafas de seguridad, actúan como una barrera física de mitigación (Pari Achata, 2022).

Fomentar una cultura de seguridad es indispensable, ya que el sistema de gestión se fortalece con una cultura de prevención de riesgos. Esta cultura se desarrolla a través de la formación continua del personal (Vianna et al., 2022) y un liderazgo que promueve la conciencia del riesgo. Herramientas como la elaboración de simulacros son claves para validar el plan de emergencia, evaluando la respuesta organizada del personal (brigadas de seguridad) ante situaciones imprevistas (Pari Achata, 2022). Este enfoque asegura una reducción efectiva y sostenible de los peligros en el laboratorio (Freese et al., 2024).

2.4.5. Gestión ambiental y sostenibilidad

La implementación de los principios de sustentabilidad a través del concepto de “Laboratorio Verde” (Green Lab) se traduce en acciones operativas que buscan la eficiencia de los recursos, la reducción de costos y el cumplimiento de los sistemas de gestión ambiental, como la norma ISO 14001 (Vianna et al., 2022). Estos esfuerzos tienen como objetivo minimizar el impacto ambiental de las prácticas experimentales, las cuales contribuyen al consumo excesivo de energía, generación de residuos y agotamiento de recursos (Freese et al., 2024).

La operatividad del Green Lab se manifiesta de forma concreta en la gestión racional de reactivos y materiales. La química verde promueve acciones con beneficios económicos, ya que reduce el desembolso necesario para consumir reactivos químicos y minimiza los costos de tratamiento de residuos (Bolaños Alfaro, 2012). Es preferible evitar la producción de residuos antes que tener que tratarlos. Esto incluye realizar experimentos con volúmenes menores, comprar las cantidades mínimas necesarias y utilizar sistemas de inventario en línea para compartir y rastrear químicos, optimizando el uso de recursos (Freese et al., 2024). Además, realizar adecuaciones a las prácticas de laboratorio para utilizar reactivos en concentraciones menores reduce la compra y fomenta la conciencia sobre la prevención de la contaminación (Bolaños Alfaro, 2012).

Respecto a la segregación y disposición adecuada de residuos, la gestión ambiental exige la clasificación rigurosa de los desechos, asegurando su rotulado, almacenamiento individual y tratamiento según su peligrosidad (Bolaños Alfaro, 2012). Los laboratorios deben contar con planes de acción que incorporen la reducción de su producción, separación, reutilización y reciclaje, además de un mecanismo apropiado para la disposición final de residuos peligrosos (Zhang, 2024). La separación de residuos sólidos y líquidos es indispensable, y su disposición debe ser gestionada por una empresa especializada (Vianna et al., 2022).

En el ahorro energético y el control de emisiones, las acciones buscan reducir la alta demanda de energía de los laboratorios. Esto se logra mediante el apagado de equipos cuando están inactivos (Freese et al., 2024). Este enfoque integrado

permite alinear la eficiencia operacional con la ISO 14001, que establece los requisitos para prevenir la contaminación ambiental (Vianna et al., 2022).

2.4.6. Gestión del conocimiento y capacitación

La formación continua y el desarrollo de competencias del personal docente y técnico son elementos esenciales que impactan directamente en la fiabilidad de los resultados experimentales y la excelencia operativa del laboratorio. Un equipo técnico bien calificado es clave en la construcción y gestión de un laboratorio, siendo crucial para garantizar la seguridad de las operaciones y el uso eficiente de los recursos (Zhang, 2024).

La implementación de SGC exige la mejora de las habilidades del personal. Normas como las ISO/IEC 17025:2017 sobre la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración requieren que el personal demuestre competencia, lo que se traduce en una ventaja competitiva. La fiabilidad de los datos se fundamenta en la capacidad del personal cualificado para operar correctamente los equipos (Bako Katsayal, 2025). Por ello, antes de iniciar actividades, el personal (incluyendo estudiantes) debe someterse a formación o briefings donde se presentan las normas de calidad y seguridad en el lugar de trabajo (Vianna et al., 2022).

La sostenibilidad de la competencia técnica se asegura mediante la creación y aplicación de un plan de capacitación anual y el fomento del aprendizaje organizacional. El nivel de desarrollo profesional del personal determina su competencia (Sartika et al., 2025). La formación continua, los talleres y el acceso a recursos actualizados son prioritarios. Un plan de capacitación bien estructurado debe incluir presentaciones periódicas, cursos y sesiones de formación en salud, seguridad y responsabilidad ambiental con el objetivo de reactivar y aumentar la sensibilización acerca del Sistema de Gestión Integrado. Esta sistematización de la formación fortalece el conocimiento colectivo, promueve la innovación y garantiza la continuidad operativa, incluso ante la alta rotación de personal, siendo esto vital para la sostenibilidad de la gestión del laboratorio (Gómez Villalpando, 2025).

2.5. Estandarización de procesos y mejora continua

2.5.1. Estandarización como principio de calidad

La estandarización, se puede definir como la aplicación de la uniformidad en los procedimientos operativos y la documentación asociada, impacta directamente desde varios ámbitos en la calidad y la transparencia de las operaciones dentro de un laboratorio (Eraso Insuasty, 2022b).

Una estrategia clave para aumentar la eficiencia del laboratorio es implementar procesos estandarizados, esto se refleja de forma inmediata en la reducción de tiempos y el esfuerzo necesario para ejecutar actividades, ya que ciertas actividades se simplifican. La estandarización ayuda a que las operaciones se lleven a cabo de manera metódica y secuencial, además de evitar reprocesamientos y conceptos errados (Eraso Insuasty, 2022b). Esta disminución de la variabilidad en los procesos es fundamental, ya que la variabilidad es un factor que puede pérdidas de recursos y generar productos de mala calidad (Muñico Alfaro, 2019). Se puede disminuir el porcentaje de error en las operaciones, garantizar la confiabilidad de las mediciones y la trazabilidad en todos los procedimientos, a través del detalle adecuado y claro de los pasos a seguir en la estandarización.

La documentación normalizada proporciona el soporte y la garantía necesarios para validar los resultados obtenidos. Los formatos y diagramas que estandarizan el desarrollo de las actividades son importantes para las auditorías, ya que reducen el proceso de verificación del cumplimiento y la puesta en marcha de los protocolos establecidos, permitiendo llegar al orden y trazabilidad (Eraso Insuasty, 2022b).

Finalmente, la estandarización es un requisito fundamental para la calidad, permitiendo la consistencia de los procesos y reforzando la transparencia de la gestión, lo que demuestra la competencia y fiabilidad del laboratorio ante partes interesadas (García Martínez et al., 2024).

En resumen, la estandarización actúa como un manual de instrucciones detallado y universal del laboratorio, asegurando que, sin importar quién realice el trabajo, el resultado sea predecible, rápido y auditable, consolidando así la calidad y la confianza en la operación.

2.5.2. Ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar)

El Ciclo Planificar Hacer Verificar Actuar (PHVA), también conocido como ciclo de Deming, funciona como la metodología básica de la mejora continua al proporcionar una estructura sistemática y lógica para la gestión de procesos en cualquier organización, incluyendo laboratorios (Granados Niño, 2017). Aplicar este ciclo es una decisión estratégica pensada para lograr objetivos y aumentar la satisfacción del cliente (Buriticá-Macías et al., 2019).

Este enfoque propuesto por la norma ISO 9001, se basa de manera evidente en los principios de la mejora continua (Eraso Insuasty, 2022b). El ciclo PHVA organiza las actividades de gestión en cuatro etapas secuenciales y cíclicas:

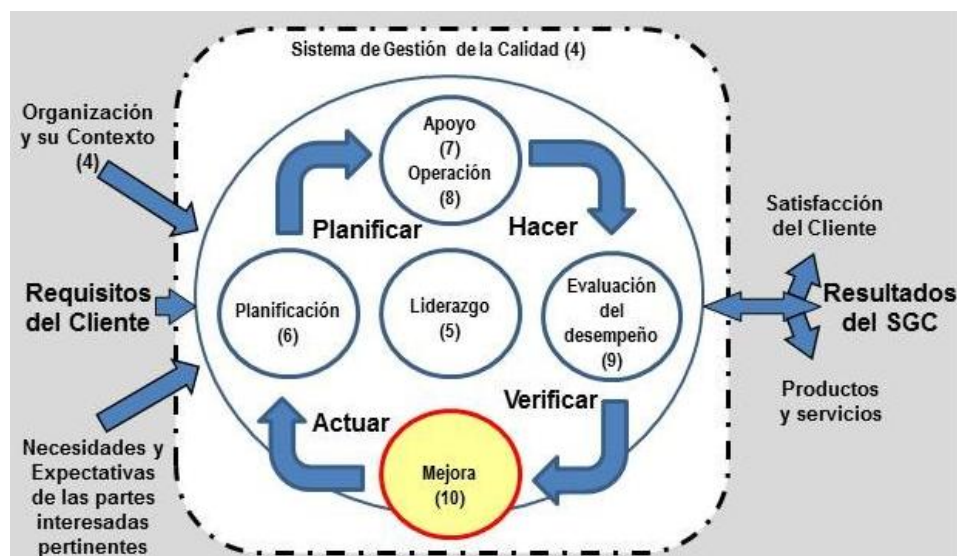


Figura. 2. 1 - Ciclo PHVA

1. Planificar (P): Esta fase representa es la de mayor trascendencia, ya que unifica las actividades hacia un propósito y define las estrategias. En gestión de calidad, esto implica desarrollar un plan en función de los objetivos de calidad, alineándose con la norma ISO 9001:2015 (Eraso Insuasty, 2022b).
2. Hacer (H): Se basa en aplicar lo planificado y poner en práctica los procedimientos antes establecidos. Dentro de ISO 9001:2015, esto se relaciona con el soporte y la operación, donde se implementan los procesos planificados (Buriticá-Macías et al., 2019).
3. Verificar (V): Se trata de analizar los resultados con imparcialidad, evaluando la eficacia del plan, midiendo los cambios y recursos utilizados. Esta etapa se correlaciona con la evaluación del desempeño, ya que permite cuantificar la satisfacción y el seguimiento (Buriticá-Macías et al., 2019).

4. Actuar (A): Esta etapa hace referencia a la toma de acciones para hacer correcciones, estandarizar y mejorar los procesos, así se cierra el ciclo mediante la propuesta de nuevas mejoras que deben ser planificadas. Esto corresponde al requisito de mejora (Buriticá-Macías et al., 2019).

La estructura que provee la norma ISO 9001:2015 facilita y permite su integración con otros estándares, agrupando sus requisitos en torno al ciclo PHVA. Esta metodología es esencial para la implementación y el mantenimiento de un SGC.

En los laboratorios, la norma ISO/IEC 17025:2017 para la competencia técnica, toma como referencia a la norma ISO 9001, aplicando un diseño transversal que permite trabajar junto a otros sistemas. Cuando se busca integrar los requisitos de calidad y competencia técnica en la gestión de un laboratorio, el ciclo PHVA se convierte en la metodología central (Eraso Insuasty, 2022b).

La aplicación sistematizada del ciclo PHVA asegura que todos los procesos, tanto de gestión como técnicos, sean revisados continuamente, desde la planificación de recursos, identificación de riesgos hasta la validación de resultados y el establecimiento de acciones correctivas. Garantizando que los laboratorios no solo cumplan con los requisitos normativos de manera constante, sino que mantengan un dinamismo constante que pueda enriquecer la eficiencia y confiabilidad (Granados Niño, 2017).

Por estas razones, el ciclo PHVA representa la fuerza que impulsa la gestión organizacional, transformando los requisitos normativos en una práctica continua de análisis, ejecución, medición y optimización.

2.5.3. Indicadores de desempeño y evaluación

La evaluación de un MGI en un laboratorio requiere el uso de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) diseñados para convertir los objetivos estratégicos en indicadores medibles (Buriticá-Macías et al., 2019).

Los tipos de KPIs que se pueden aplicar a la gestión de laboratorio, se centran en evaluar calidad, optimización de recursos y cumplimiento normativo:

1. Eficiencia y optimización: Los parámetros de eficiencia en la operación se definen para medir el rendimiento, señalando indicadores como "costo por

- producto", "unidades por insumo" o "costo por resultado". Su revisión busca reducir costos, disminuir tiempos y reprocesamientos (Muñico Alfaro, 2019).
2. Satisfacción del usuario y cumplimiento de cronograma: La norma ISO 9001 se enfoca en el cliente y el aumento de su satisfacción. Para medir la satisfacción se utilizan encuestas o formatos de evaluación del servicio de laboratorio, siendo importante para el seguimiento y mejora (Eraso Insuasty, 2022b). El cumplimiento de cronogramas y el mantenimiento de registros, como el inventario de materiales y los requerimientos de recursos, aseguran la trazabilidad y la prestación adecuada del servicio (Granados Niño, 2017).
 3. Seguridad y sostenibilidad: Estos KPIs evalúan la gestión integral de riesgos y el grado de cumplimiento de los protocolos de seguridad e higiene. Se utilizan herramientas basadas en pilares de gestión de salud, seguridad y medio ambiente (Álvarez-Chávez et al., 2024).

El seguimiento constante de los KPIs es crucial para la mejora continua del sistema. Los objetivos dispuestos deben ser medibles para cada proceso, además de contar con indicadores para su seguimiento y ajuste (Buriticá-Macías et al., 2019).

A través de la fase de "Verificar" del ciclo PHVA, se evalúan la efectividad y el logro de metas del modelo, analizando los resultados y midiendo el desempeño del sistema (Granados Niño, 2017).

En torno al estado de avance, la capacidad de gestión por procesos y el contexto organizacional definen si el sistema se encuentra en un nivel inicial, básico o avanzado. Los resultados de los KPIs reflejan este estado de avance, al evidenciar el grado de cumplimiento y la consistencia en la aplicación de los requisitos normativos, siendo esto de vital importancia para la toma de acciones estratégicas (Eraso Insuasty, 2022b).

2.6. Cultura de calidad en laboratorios académicos

2.6.1. Concepto de cultura de calidad

La cultura de calidad se puede definir como el conjunto de valores, actitudes y prácticas orientadas hacia la excelencia y la mejora continua, aplicada al contexto organizacional es un pilar fundamental para aportar valor a través del cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes (Canelón Rojas, 2024). Esta

cultura se compone de tres estratos: una capa externa correspondiente a las prácticas laborales específicas, una capa intermedia de valores adoptados y un núcleo de creencias sobre cómo funcionan las cosas. En conclusión, consiste en valores compartidos y creencias que interactúan con las estructuras organizacionales generando normas de comportamiento (Cui et al., 2025).

Desarrollar esta cultura es esencial en entornos educativos, especialmente en el laboratorio de química, permite garantizar la sostenibilidad y el éxito de un SGI. Una cultura de calidad sólida, que abarque la seguridad, es esencial, si esta fuere deficiente podría debilitar la funcionalidad de los sistemas de gestión. A su vez, una adecuada cultura de calidad permite amplificar la funcionalidad y proporcionar la estructura para los sistemas modernos de gestión (Cui et al., 2025).

En laboratorios académicos, debido a que las actividades realizadas aumentan la probabilidad de peligros y riesgos, por lo que crear una cultura de calidad y seguridad es indispensable para reevaluar la alineación estratégica, determinar roles y responsabilidades, además de evaluar continuamente los riesgos. Un SGC adecuado facilita el pensamiento basado en riesgos y mejora la garantía de la calidad de los datos, un aspecto importante en medio de la ausencia de reproducibilidad observada en la investigación (Pillai et al., 2022).

Por ejemplo, en el ámbito universitario, la implementación de un SGC contribuye a la mejora de la organización del laboratorio y afianza los conceptos de calidad (Gawor et al., 2021). Fomentar esta cultura tiene un impacto duradero en los estudiantes como futuros profesionales, esto permite contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad. Por ello, la cultura de calidad es el eje fundamental que permite que el SGC no solo se implemente formalmente, sino que sea sostenible, promoviendo las mejores prácticas, asegurando la integridad y la precisión de los resultados (Vargas Salas, 2024).

2.6.2. Rol de los docentes y personal técnico

La participación y capacitación continua del personal, como pilares esenciales del factor humano en la gestión, son determinantes para fortalecer la eficacia operacional, el cumplimiento de los estándares de seguridad y la motivación institucional, asegurando así la sostenibilidad de un MGI (Cui et al., 2025).

La capacitación es un factor trascendental, ya que la falta de aprendizaje organizacional puede llevar a un mal desempeño en la seguridad. Por otro lado, un programa de formación en cultura de seguridad eficaz puede mejorar esta cultura (Cui et al., 2025). La capacitación en seguridad es, en la práctica, la medida más usada para mejorar la cultura de seguridad. Asegurar la competencia del personal, basada en la educación, es un requisito clave para manejar riesgos y oportunidades (Gawor et al., 2021).

En relación con el cumplimiento de los estándares de seguridad, la participación es un indicador importante de la cultura de seguridad y un motor fundamental para lograr estrategias de intervención eficaces. La participación activa en seguridad afecta directamente al nivel de madurez de la cultura de calidad (Cui et al., 2025). Además, una cultura consistente permite la aplicación adecuada de acciones correctivas o preventivas, esenciales para evitar la recurrencia de errores y garantizar la integridad de los resultados (Pillai et al., 2022).

Finalmente, en cuanto a la motivación institucional y sostenibilidad, la inclusión de todo el personal contribuye al establecimiento de una cultura de mejora continua, siendo vital para un MGI. La cultura de seguridad posee un valor de apreciación y estabilidad, con valores compartidos que forman adecuadamente a futuros profesionales. La gestión debe fomentar el compromiso del personal y proveer un ambiente de trabajo adecuado para un desempeño competente (Vargas Salas, 2024). De esta manera, la capacitación y participación actúan como una estructura consolidada que proporciona una sinergia funcional al sistema de gestión, garantizando su durabilidad y éxito a largo plazo (Cui et al., 2025).

2.6.3. Comunicación y liderazgo en la gestión del laboratorio

El liderazgo participativo y el compromiso institucional, ejercido por la Alta Dirección, son elementos fundamentales para sostener la implementación de un MGI y cultivar una cultura de excelencia en el entorno del laboratorio. La alta dirección, que en el contexto educativo puede ser el rector o el director del centro, debe mostrar un liderazgo y compromiso evidentes con el SGC y hacia la protección del medio ambiente (Vargas Salas, 2024). Este compromiso es un permite potenciar el establecimiento de estrategias de intervención eficaces en la cultura de calidad y seguridad, contribuyendo a solucionar problemas fundamentales como la

falta de liderazgo (Cui et al., 2025). La gerencia es responsable de ser ejemplo a través del modelado de conductas asociadas a los valores y principios de la organización, esto permite que las estrategias gerenciales estén alineadas con los principios éticos de la empresa (Canelón Rojas, 2024).

Para fomentar una cultura de mejora continua, el liderazgo debe promover activamente la participación del personal y asegurar la incorporación del sistema de gestión en los procedimientos de la organización (Vargas Salas, 2024). Revisar periódicamente el sistema por parte de la dirección es un requisito esencial para identificar oportunidades de mejora, abordando los temas de gestión con miras a consolidar la credibilidad técnica y trabajar en la mejora continua (Canelón Rojas, 2024).

Por otro lado, establecer una comunicación efectiva es crucial para garantizar el cumplimiento de las normas del SGC. La comunicación, que es considerada una habilidad blanda vital para la gerencia (Canelón Rojas, 2024), debe ser administrada con éxito para el SGC, tanto a nivel interno como externo. Es necesario asegurar que se planifiquen y supervisen de manera efectiva las comunicaciones relacionadas con la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), ya que estas interacciones influyen en cómo la cultura de seguridad afecta las decisiones críticas y el desempeño (Cui et al., 2025). El liderazgo debe garantizar que la política de calidad se comunique y se comprenda en todos los niveles pertinentes de la organización. Estos factores unificados permiten garantizar la sostenibilidad del MGI (Canelón Rojas, 2024).

2.7. Fundamentos teóricos de sostenibilidad institucional

2.7.1. Concepto de sostenibilidad en el ámbito educativo

El concepto de sostenibilidad va más allá de lo ambiental para establecer un enfoque holístico que integra también las dimensiones económicas y sociales (Zuin et al., 2021). El concepto de química sostenible, por ejemplo, es más amplio que la química verde, pues engloba aspectos como seguridad, política de riesgo, tecnologías de remediación, purificación de agua y energías alternativas (Ferrer Serrano et al., 2022). Esta visión integral se refleja en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), agrupados en cinco áreas fundamentales: Planeta, Personas, Prosperidad, Paz y Alianzas (Lull et al., 2022).

La gestión eficiente de recursos es un componente económico y ecológico clave, impulsado por parámetros tales como la economía atómica (AE) y el E-factor. El objetivo ideal del E-factor es cero residuos, lo que se correlaciona directamente con la reducción de costos de fabricación y el uso eficiente de materias primas (Sheldon et al., 2022). En el entorno educativo, esta eficiencia se traduce en la minimización de la generación de desechos mediante la prevención, reducción, reutilización y reciclado, así como en el ahorro de agua y reactivos a través de la reducción de la escala de los experimentos (Lull et al., 2022).

La responsabilidad social y la educación en valores ecológicos se abordan mediante la promoción de una educación ética que fomente el pensamiento crítico y que capacite a los estudiantes para adoptar estilos de vida sustentables (Sánchez Villada, 2023). Un MGI en el laboratorio —que incluye la adecuada organización de reactivos, el uso de equipos de seguridad y el conocimiento de pictogramas de peligrosidad— es indispensable para la vida futura del profesional, ya que garantiza su seguridad personal, además de fomentar su desarrollo ético y ciudadano (Ferrer Serrano et al., 2022).

Esta visión integral garantiza la durabilidad y el impacto positivo del MGI en el entorno educativo al promover una transformación en la forma de pensar y actuar de los estudiantes (Lull et al., 2022). Al comprender sus principios y la optimización de recursos naturales, los estudiantes se convierten en agentes de cambio, capacitados para aplicar normas útiles en su vida profesional y contribuir al progreso integral de su comunidad (Sánchez Villada, 2023).

Como una red de seguridad, el enfoque holístico de la sostenibilidad en la educación dota al estudiante de las herramientas conceptuales y prácticas para enfrentar los desafíos de su entorno, asegurando que su desarrollo profesional no solo sea competente, sino profundamente responsable.

2.7.2. Laboratorios sostenibles

La sostenibilidad en el laboratorio se aplica siguiendo los principios de la Química Verde (QV), una filosofía que busca eliminar o reducir el uso y la generación de sustancias peligrosas en los procesos químicos (Zuin et al., 2021). Estas prácticas contribuyen a la eficiencia, seguridad y consolidación de un laboratorio verde a

través de acciones concretas enfocadas en la prevención y la optimización de recursos (Sheldon et al., 2022).

La reducción y reutilización de residuos se pone en práctica bajo el Principio 1 de la QV (Prevención de la generación de residuos). Esto se traduce en la implementación de la jerarquía de gestión de residuos: prevención, reducción, reutilización y reciclado. La contribución tangible a la eficiencia se mide mediante el E-factor (masa real de residuos generados por kilogramo de producto), donde el objetivo ideal es cero residuos (Sheldon et al., 2022). Un E-factor bajo se correlaciona directamente con la reducción de costos de fabricación y un uso más eficiente de las materias primas (Zuin et al., 2021). Además, la clasificación correcta y el reciclaje interno de reactivos y disolventes permiten aprovechar los desechos como materia prima para experimentos futuros (Ferrer Serrano et al., 2022).

La optimización energética se enfoca en el Principio 6 (Diseño para la eficiencia energética), buscando minimizar los requisitos de energía, reconociendo su impacto económico y ambiental (Zuin et al., 2021). En el ámbito educativo, esto implica reducir la escala de los experimentos para ahorrar reactivos y agua (Lull et al., 2022).

La sustitución de reactivos peligrosos por alternativas verdes se rige por los Principios 3, 4 y 5 de la QV (Zuin et al., 2021). Operacionalmente, se reemplazan disolventes dañinos por disolventes benignos, tales como agua, etanol o acetona, que presentan baja toxicidad y son ambientalmente respetuosos (Ferrer Serrano et al., 2022). Esta sustitución, junto con la estricta organización de reactivos según peligrosidad e interacción química, y el uso de EPP (batas, guantes, gafas), aumenta considerablemente la seguridad del laboratorio al minimizar el potencial de accidentes químicos (Ferrer Serrano et al., 2022).

De esta manera, la construcción de un modelo de laboratorio verde se logra al integrar estas prácticas operacionales en la educación, fomentando un cambio conceptual, metodológico y actitudinal en los estudiantes, esto permite que adquieran hábitos de trabajo seguro y eficiente (Cárdenas Chica et al., 2023).

2.7.3. Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La implementación de un MGI en el laboratorio de química, asociado en los principios de la química verde y la química sostenible, contribuye de manera decisiva al avance de la Agenda 2030 y al cumplimiento de varios ODS, especialmente el 4, 12 y 13 (Cárdenas Chica et al., 2023).

El MGI impulsa el ODS 4 al garantizar una educación inclusiva y de calidad que promueve las competencias necesarias para el desarrollo sostenible y estilos de vida sustentables (Lull et al., 2022). El trabajo en el laboratorio es un pilar fundamental en las carreras experimentales, permitiendo la adquisición de más del 30% de las habilidades y conocimientos de los estudiantes (Ferrer Serrano et al., 2022).

La gestión integral contribuye directamente a la calidad educativa al:

1. Fomentar el pensamiento crítico y la seguridad: El modelo requiere la enseñanza de normas útiles para la vida futura del profesional, incluyendo el uso correcto de EPP, manejo adecuado de materiales y reactivos, y conocimiento de pictogramas de peligrosidad. Esto desarrolla habilidades de pensamiento crítico, y conciencia personal (Sánchez Villada, 2023).
2. Contextualizar el aprendizaje: Al diseñar guías de laboratorio basadas en prácticas ambientales del entorno, el MGI conecta los contenidos de la química con la realidad cotidiana, lo que favorece un aprendizaje significativo que es a la vez conceptual, metodológico y actitudinal (Cárdenas Chica et al., 2023).

El MGI en el laboratorio es un ejemplo práctico de cómo aplicar la Meta 12.5 (reducción de desechos) y la Meta 12.2 (uso eficiente de recursos). Las prácticas inherentes se centran en la prevención y la optimización:

1. Minimización y reciclaje de residuos: El enfoque se basa en la prevención de la generación de residuos. Esto incluye la correcta clasificación y almacenamiento de residuos sólidos y líquidos, e incluso el reciclaje interno de reactivos y disolventes (Zuin et al., 2021). Un alto porcentaje de estudiantes encuestados mostró un aumento significativo en su comprensión sobre el manejo adecuado de los residuos químicos y la importancia del reciclaje (Lull et al., 2022).

2. Sustitución de sustancias peligrosas: Se promueve el uso de disolventes benignos, en reemplazo de disolventes que son perjudiciales, un aspecto crucial de la química verde que reduce la generación de sustancias peligrosas (Zuin et al., 2021).

El MGI aborda la acción climática a través de la eficiencia energética y la gestión de recursos renovables, elementos centrales de la sostenibilidad (Sheldon et al., 2022):

1. Eficiencia energética y ahorro de recursos: Se aplica el Principio 6 de la QV (Diseño para la eficiencia energética) (Zuin et al., 2021), reconociendo que el consumo de energía genera CO₂, un gas de efecto invernadero. La reducción de la escala de los experimentos, promovida en el laboratorio, se realiza con la finalidad de ahorrar reactivos y agua, minimizando la huella hídrica y energética (Lull et al., 2022).
2. Transición a recursos sostenibles: La promoción del uso de materias primas provenientes de recursos renovables (Principio 7) es fundamental para la mitigación del cambio climático, ya que motiva la transición de una economía basada en recursos fósiles a una relacionada con biomateriales. La métrica del C factor se utiliza, en este contexto, para medir la huella de carbono (CO₂ emitido por kilogramo de producto) (Sheldon et al., 2022).

En resumen, al transformar las prácticas de laboratorio en ejercicios de responsabilidad ambiental y social, el MGI dota a los estudiantes de las herramientas éticas y científicas para convertirse en ciudadanos responsables y agentes de cambio, contribuyendo activamente a un desarrollo más sostenible de su comunidad y del planeta (Sánchez Villada, 2023).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio combina una investigación descriptiva y aplicada constituyendo un marco metodológico idóneo al asegurar la validez y pertinencia del modelo propuesto. La fase descriptiva permite diagnosticar las deficiencias existentes, ofreciendo una línea base objetiva. Esta información sustenta una fase de aplicación, esta se encarga del diseño de un modelo de gestión integral enfocado en solucionar problemas reales y verificados, garantizando la eficacia y relevancia práctica de la solución.

3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de carácter mixto (cualitativo-cuantitativo), y su articulación asegura el rigor y la solidez metodológica. Esta integración de herramientas se sitúa fundamentalmente en la etapa de "Planificar" del ciclo PHVA, sentando las bases de la mejora continua para el laboratorio.

El enfoque cuantitativo se aplica en la fase diagnóstica. Mediante listas de verificación (auditoría inicial) y encuestas, se obtienen datos numéricos sobre el cumplimiento normativo inicial y el nivel de conocimiento del personal. Esto proporciona una referencia clara y cuantificable de las deficiencias, garantizando la validez del diagnóstico. Para el procesamiento de estos datos, se emplean cálculos de porcentajes de requisitos por normativas, gráficos de barras en base a los porcentajes obtenidos y el diagrama de Pareto, lo que permite decidir qué módulos del MGI deben ser los más robustos. Esto garantiza que el modelo propuesto ataque las causas raíz del problema.

Simultáneamente, el enfoque cualitativo se basa de la revisión normativa y las entrevistas al grupo de interés. Estos datos se organizan mediante una matriz de afinidad, herramienta que permite agrupar las percepciones y expectativas dispersas en categorías lógicas de gestión. Esta organización cualitativa facilita la

interpretación de los requisitos normativos en el contexto específico de la institución educativa.

Finalmente, los resultados de ambos enfoques se sintetizan en una Matriz FODA y a través de un análisis cruzado se generan estrategias, las cuales constituyen el eje central del diseño del MGI. Para la construcción del diagrama de Pareto, los datos de las NDNA, es decir de los numerales en los que no se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión, se organizaron de forma descendente, identificando las categorías de mayor impacto mediante el cálculo de frecuencias absolutas y porcentajes acumulados. De este modo, el "qué" se necesita cambiar (priorizado por Pareto bajo el principio de los "pocos vitales") se articula con el "cómo" propuesto (estrategias FODA), garantizando que el modelo resultante sea una solución técnica, viable y estratégicamente justificada.

3.2. Metodología

3.2.1. Variables

La población de estudio para este proyecto abarca el personal del laboratorio y los usuarios directos: personal directivo, docente, técnico y estudiantes. La muestra será seleccionada estratégicamente para garantizar la representatividad de cada grupo en la operación del laboratorio. La recolección de datos se basará en una triangulación de instrumentos que asegura la rigurosidad. Se emplearán listas de verificación basadas en normas ISO para el diagnóstico de cumplimiento normativo objetivo, encuestas para medir el nivel de conocimiento y satisfacción de estudiantes y docentes, además de entrevistas semiestructuradas para profundizar en las causas de las deficiencias y las expectativas de gestión. Esta combinación proporcionará la información rigurosa y pertinente necesaria tanto para el diagnóstico inicial como para el diseño del MGI.

Dado que el proyecto se centra en el diseño de un modelo, las variables se definen de la siguiente manera:

- Variable independiente: Las normas que fundamentan el diseño del modelo. Estas dimensiones abarcan la gestión de la calidad (ISO 9001), seguridad y salud ocupacional (ISO 45001), gestión de riesgo (ISO 31000), gestión ambiental (ISO 14001) y competencia técnica (ISO 17025). Su articulación

permite estructurar una propuesta integral que garantiza la estandarización de procesos, la prevención de riesgos, el control de residuos químicos y la formación especializada del personal del laboratorio.

- Variable dependiente: El MGI para el laboratorio de química. Se define como el producto final de la investigación. Su estructura, componentes, manuales y flujo de procesos dependen directamente de la integración de las variables independientes.

3.2.2. Diseño no experimental

El presente estudio articula tres fases sucesivas que buscan diagnosticar las deficiencias actuales y diseñar un MGI para el laboratorio de química, sin manipular intencionalmente las variables.

- **Fase I:** Diagnóstico del laboratorio, se inicia con una revisión documental y normativa aplicables al contexto educativo de bachillerato en el Ecuador, analizando los manuales, reglamentos internos del colegio para contextualizar la gestión existente. Paralelamente, se realiza un estudio de los requisitos clave de cinco normas internacionales: ISO 9001 (Calidad), ISO 17025 (Competencia técnica), ISO 45001 (SST), ISO 14001 (Gestión ambiental) e ISO 31000 (Gestión de riesgos). A partir de esta revisión, se procede a la elaboración de la lista de verificación, un instrumento diseñado para auditar las áreas de gestión, seguridad y recursos, tomando como referencia los criterios de las cinco normas. Además, se incorporaron las categorías propuestas por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) en su "Cuestionario de autoevaluación de cumplimiento con los criterios de acreditación del SAE según la norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2018", a los cuales se les asignó un valor numérico a cada categoría. Esta escala permitió cuantificar las observaciones realizadas en el diagnóstico inicial, transformando datos cualitativos en indicadores porcentuales de cumplimiento para cada eje evaluado. Posteriormente, se ejecuta la aplicación de instrumentos y diagnóstico, donde se utiliza la lista de verificación y las encuestas (conocimiento y satisfacción) a la población de estudio, tabulando y analizando los datos obtenidos. Finalmente, todos los

hallazgos son sintetizados mediante un análisis FODA, lo cual constituye el fundamento para las acciones de mejora a proponer.

- **Fase II:** Diseño y estructuración del modelo, se centra en el desarrollo de la propuesta. Se fundamenta en el Ciclo PHVA asegurando que el MGI sea un sistema dinámico de mejora continua, donde cada norma ISO aporta un componente al sistema integral. Se procede al desarrollo de componentes del modelo alineados con las normas específicas. El sistema de seguridad y riesgos (ISO 45001 / 31000) implica el diseño del manual de seguridad y salud ocupacional (SSO), la metodología de identificación de riesgos (matriz probabilidad-consecuencia) y el plan de emergencias. La gestión de recursos y competencia (ISO 9001 / 17025) incluye el manual de mantenimiento y calibración de equipos, una metodología para la gestión de inventarios de reactivos, y la estructura de un plan de capacitación anual para asegurar la competencia técnica del personal. La gestión ambiental (ISO 14001) se aborda con el diseño del manual de gestión de residuos químicos. Como eje transversal, se realiza la estandarización y calidad mediante la elaboración de los procedimientos normalizados de operación para las prácticas experimentales y los procesos clave del laboratorio.
- **Fase III:** Evaluación del modelo y recomendaciones aborda las etapas de "Verificar y Actuar". Se realiza la definición de indicadores de desempeño (KPIs) para medir la efectividad potencial del modelo, tales como el porcentaje de cumplimiento en la gestión de residuos, la tasa de incidentes o el nivel de satisfacción del usuario. La fase culmina con la formulación del plan de mejora continua, donde se detallan las recomendaciones para la implementación del modelo y las acciones futuras que el colegio deberá adoptar para el mantenimiento del sistema, asegurando que el MGI diseñado no se convierta en un documento estático, sino en un marco vivo y adaptable que fomente la mejora continua en la gestión del laboratorio.

3.2.3. Recolección de datos

La recolección de información se estructuró mediante un proceso sistemático dividido en tres fases principales que permiten transformar hallazgos en estrategias de gestión.

En la primera fase, se empleó una lista de verificación estructurada por capítulos correspondientes a las cinco normas internacionales (ISO 9001, 14001, 31000, 45001 e ISO/IEC 17025) y los criterios del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE). Paralelamente, se aplicaron encuestas de percepción a la coordinación, docentes y una muestra representativa de estudiantes de 1ro, 2do y 3ro de BGU, para garantizar la validez estadística de los resultados.

En la segunda fase, para la selección de datos útiles, se utilizaron criterios de criticidad basados en el diagrama de Pareto. Solo aquellas no conformidades y brechas que representaron el 80% de las deficiencias operacionales fueron seleccionadas para alimentar la Matriz FODA. Este filtro garantiza que el modelo visualice con precisión la problemática real y las oportunidades de mejora más urgentes, permitiendo que las estrategias resultantes del análisis sean técnicamente viables y enfocadas en los "pocos vitales".

Finalmente, el desarrollo del MGI se articuló mediante el Ciclo PHVA. Bajo un enfoque sistemático de gestión administrativa, se definieron los pasos del modelo considerando:

- Planificación: Definición de objetivos y políticas integrales.
- Organización: Asignación de responsabilidades y recursos.
- Dirección: Implementación de protocolos y capacitación.
- Control: Seguimiento mediante indicadores de desempeño.

Este flujo asegura que el MGI no sea solo un documento estático, sino un sistema dinámico de mejora continua para el laboratorio.

3.2.3.1. Métodos y técnicas

La metodología de recolección de información se fundamenta en un enfoque sistémico que garantiza la coherencia entre el diagnóstico, el diseño y la mejora continua del MGI. Se han seleccionado métodos y técnicas mixtas que permiten obtener datos empíricos y documentales bajo estándares internacionales, asegurando que la propuesta sea robusta, auditable y adaptada a la realidad institucional.

Para realizar el diagnóstico, se aplica la técnica de auditoría diagnóstica mediante listas de verificación normativas basadas en los requisitos de las normas ISO

17025, 9001, 45001, 14001 y 31000, estas se elaboraron teniendo en cuenta los numerales que pueden aplicarse a un laboratorio de docencia, sin buscar la acreditación, la escala de valoración se basó en los criterios para calificación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano y se ejecutan a través de visitas de campo y observación directa en las áreas operativas. El detalle y estructura de estas listas se encuentran disponibles en la sección de Anexos. Complementariamente, se realizan entrevistas semiestructuradas al personal clave con el fin de detectar puntos críticos y percepciones de riesgo; los cuestionarios aplicados, organizados por dimensiones de competencia y seguridad, se muestran también en los anexos. La información recolectada se valida mediante una auditoría documental y se procesa a través de un análisis estadístico, obteniendo como resultado el porcentaje de cumplimiento por cada normativa y porcentaje de cumplimiento total.

En relación con el diseño del MGI, se emplean técnicas analíticas. Se utiliza la Matriz FODA para cruzar las fortalezas y debilidades halladas en el diagnóstico con las oportunidades, definiendo los ejes estratégicos del modelo. Se aplica una matriz de afinidad para agrupar los requisitos comunes de las distintas normas ISO, permitiendo la unificación de procedimientos. Asimismo, se contrasta la estructura propuesta con modelos de gestión de laboratorios de referencia nacional e internacional. Estas técnicas permiten transformar los datos del diagnóstico en la arquitectura documental de un manual para el MGI.

Adicionalmente, se aplican técnicas como el diagrama de Pareto para identificar los problemas críticos que requieren atención inmediata en el plan de acción. Se ejecuta una evaluación de necesidades de capacitación para determinar las brechas de conocimiento técnico en docentes y estudiantes, fundamentando el programa de formación. Por último, se establece el diseño de indicadores de desempeño (KPIs), los cuales proporcionan métricas objetivas para el seguimiento y la toma de decisiones gerenciales, asegurando que el proceso de mejora continua sea sostenible y medible en el tiempo.

3.2.3.2. Recursos

Los recursos necesarios para el desarrollo de esta investigación se clasifican en tres categorías principales. En primer lugar, los recursos humanos incluyen la colaboración del personal directivo y técnico del laboratorio para la aplicación de la

lista de verificación y las entrevistas, además de la participación de docentes y estudiantes para la respuesta a las encuestas. En segundo lugar, los recursos materiales y técnicos comprenden el acceso a los documentos oficiales del colegio y del laboratorio (manuales, reglamentos, planes), así como equipo de cómputo y software para el procesamiento y análisis estadístico de los datos cuantitativos obtenidos. Finalmente, los recursos financieros se destinarán a cubrir los costos asociados a la impresión de instrumentos, el transporte para las visitas al laboratorio si fuesen necesarias, etc.

3.2.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico se aplicará primordialmente a los datos cuantitativos recolectados mediante la checklist's y encuestas, siguiendo un enfoque descriptivo. Inicialmente, se empleará un análisis estadístico descriptivo para la tabulación, organización y presentación de los datos. Esto incluirá el cálculo de porcentajes para cada ítem de la lista de verificación, lo que permitirá cuantificar el grado de cumplimiento normativo en las áreas de gestión, seguridad y recursos. Posteriormente, se calcularon los porcentajes de cumplimiento de normativa de forma global y por cada eje evaluado, facilitando la identificación de las brechas críticas y permitiendo la jerarquización de las acciones correctivas dentro del modelo propuesto. Asimismo, se aplicarán encuestas para determinar el nivel de conocimiento del personal técnico y docente, así como el grado de satisfacción de los usuarios respecto a los recursos del laboratorio. Finalmente, los resultados de este análisis cuantitativo serán contrastados con la información cualitativa obtenida de las entrevistas, permitiendo una interpretación integral de la problemática y sustentando de forma rigurosa las conclusiones del diagnóstico, base para el diseño del MGI.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Situación actual del laboratorio frente a los estándares de gestión, seguridad, sostenibilidad y riesgos

Para analizar el estado actual del laboratorio de química, se ejecutó un proceso de diagnóstico basado en la evaluación del cumplimiento de cinco normativas: ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO 45001, ISO 14001 e ISO 31000. Esta recolección de información permitió identificar fallas y comprender los procesos internos bajo un enfoque de gestión integral.

El diagnóstico se pudo realizar mediante las técnicas:

- Observación directa: Se realizó un recorrido en las instalaciones del laboratorio para verificar el estado de la infraestructura, funcionamiento de los equipos, disponibilidad de materiales de vidrio, señalética de seguridad existente, etc.
- Auditoría documental: Se revisaron los registros, manuales, guías de práctica y planes de emergencia disponibles hasta el momento.

A pesar de la relevancia académica de estos espacios, el Ministerio de Educación no dispone de manuales técnicos o normativas específicas que regulen la gestión integral de laboratorios de química. El único referente oficial identificado es la "Guía de sugerencias para actividades experimentales" (2017), documento orientado estrictamente al ámbito pedagógico. Esta guía propone prácticas curriculares y menciona la seguridad de forma superficial, omitiendo lineamientos fundamentales sobre gestión administrativa, control de inventarios, riesgos y sostenibilidad.

Para la recolección de estos datos, se solicitó la participación del personal involucrado en la gestión y operación del laboratorio, incluyendo al cuerpo docente y al personal administrativo. La información recopilada fue procesada mediante listas de verificación (checklists) estructuradas por cada norma, evaluando criterios

específicos de competencia técnica, seguridad ocupacional, gestión ambiental y control de calidad.

Para calcular los porcentajes por normativa, se cuantifican los hallazgos asignando valores del 1 al 4 a las categorías NDNA, NDA, DNI y DI respectivamente. Se realiza la sumatoria por columnas y el total general de los resultados obtenidos. Este valor se divide para el puntaje máximo teórico (número de numerales multiplicado por 4) y se expresa en porcentaje, permitiendo obtener el cumplimiento específico por normativa y requisito evaluado. Los resultados se detallan a continuación.

4.1.1. Diagnóstico bajo la norma ISO 17025

El análisis del diagnóstico inicial, basado en los parámetros de la norma ISO/IEC 17025, revela que el laboratorio presenta un cumplimiento global del 40,63% bajo dicha norma. Este porcentaje pone de manifiesto debilidades estructurales significativas en la competencia técnica y operativa. Las cláusulas seleccionadas para esta evaluación priorizan la organización básica, la validez de los procesos y, de manera fundamental, la gestión de recursos, sector donde se identifica uno de los núcleos problemáticos del laboratorio.

Los datos presentados en la Tabla 4.1 y el gráfico de barras de la Figura. 4.1 muestran un desempeño deficiente en los requisitos de recursos, con un cumplimiento de apenas el 37,50%. El hallazgo más crítico se presenta en el numeral 6.2, correspondiente a la competencia del personal, y en el 6.5, referente a la trazabilidad metrológica, ambos identificados bajo la categoría NDNA (no se documenta ni aplica). Esta brecha indica que el laboratorio carece de una matriz de competencias, un plan de capacitación formal y un control riguroso de sus mediciones, lo cual compromete seriamente la fiabilidad de las prácticas experimentales.

El bajo cumplimiento normativo detectado coincide estrechamente con brechas técnicas en infraestructura, talento humano y gestión. Diagnósticos en instituciones como la ESPOCH y bachilleratos en Sonora muestran deficiencias críticas en espacios físicos, falta de campanas de extracción y carencia de equipos actualizados (Cislema Montero & García Ramos, 2022; García Rendón, 2022). Asimismo, Porrás Arias & Restrepo Rentería (2025) mencionan en su trabajo que

existe una ausencia sistemática de manuales de calidad y registros de competencia técnica, donde los procesos administrativos suelen desplazar a los técnicos. Además Souza et al. (2024) explican que, la escasez de financiamiento y personal capacitado actúan como barreras estructurales permanentes que impiden alcanzar los estándares de la norma ISO/IEC 17025.

Según lo observado en este diagnóstico se justifica la necesidad de implementar un MGI aplicado al contexto del laboratorio educativo. El gráfico ilustra visualmente cómo la carencia de recursos técnicos y las falencias en el sistema de gestión (41,67%) afectan la calidad integral. El MGI debe priorizar el fortalecimiento del talento humano, la seguridad operativa y el mantenimiento de equipos, transformando el laboratorio en un espacio estandarizado que garantice tanto el aprendizaje efectivo como la integridad de la comunidad estudiantil.

Tabla 4. 1 – Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 17025.

DIAGNÓSTICO - ISO 17025					PORCENTAJE TOTAL	
NUMERAL	NDNA	NDA	DNI	DI	40,63	
	1	2	3	4		
REQUISITOS GENERALES Y ESTRUCTURA						
4.1	1	0	0	0		
5	0	2	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	1	2	0	0	3	37,50
REQUISITOS DE RECURSOS						
6.2	1	0	0	0		
6.3	0	2	0	0		
6.4	0	2	0	0		
6.5	1	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	2	4	0	0	6	37,50
REQUISITOS DEL PROCESO						
6.6	0	0	3	0		
7.2	1	0	0	0		
7.7	0	2	0	0		
7.10	1	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	2	2	3	0	7	43,75
REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN						
8.3	0	2	0	0		
8.4	1	0	0	0		
8.5	1	0	0	0		
8.7	1	0	0	0		
8.8	0	2	0	0		
8.9	0	0	3	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	3	4	3	0	10	41,67

DI:	Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.	DNI:	Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.
NDA:	Sistemática no definida documentalmente, pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.	NDNA:	No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión.

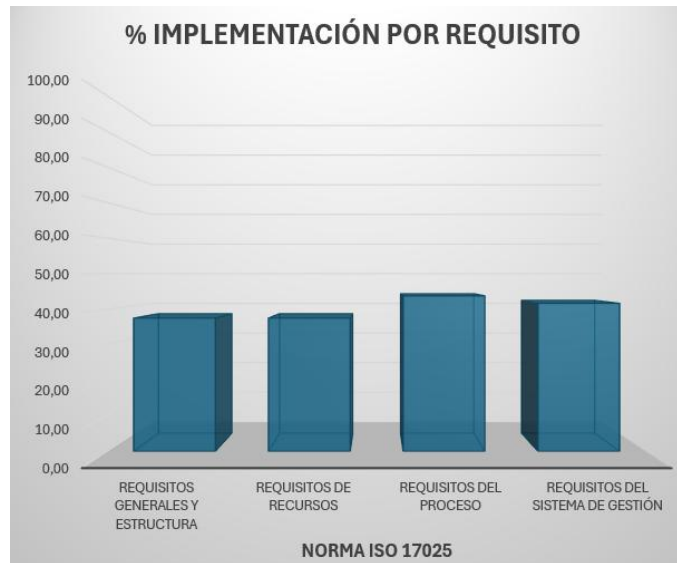


Figura 4. 1 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 17025.

4.1.2. Diagnóstico bajo la norma ISO 9001

El análisis de la norma ISO 9001:2015 en el diagnóstico inicial del laboratorio muestra un cumplimiento global del 51,47%. A diferencia de otros ejes, la selección de cláusulas se enfocó estratégicamente en los capítulos de apoyo (62,5%) y operación (58,3%), los cuales presentan los niveles más altos de avance, orientados a sostener las actividades de enseñanza y el uso de infraestructura.

La Tabla 4.2 y el gráfico de barras de porcentaje de implementación por requisito permiten observar una brecha crítica en la fase final del ciclo de calidad. Específicamente, el bloque de mejora presenta el desempeño más bajo con apenas un 37,5%, seguido de la evaluación del desempeño con un 43,75%. Dentro del control operacional, el numeral 8.7 (control de salidas no conformes) destaca negativamente con una calificación de 1 (NDNA), evidenciando una inexistencia de protocolos formales para gestionar fallas en las prácticas o materiales defectuosos.

El bajo cumplimiento de la norma ISO 9001, como el 36% detectado en el laboratorio de la UNSM, coincide plenamente con las brechas técnicas de instituciones similares. Las deficiencias críticas se centran en la nula planificación (0%) y la falta de documentación del sistema. Estas brechas incluyen infraestructura inadecuada, equipos en estado regular y carencia de mantenimiento preventivo Vargas Salas (2024). Paralelamente, los laboratorios en los bachilleratos de Sonora y la ESPOCH reportan ausencia de manuales de calidad y personal insuficientemente capacitado (Cislema Montero & García Ramos, 2022; García

Rendón, 2022). Estas limitaciones estructurales impiden que los laboratorios académicos alcancen estándares internacionales de excelencia y confiabilidad técnica (Porras Arias & Restrepo Rentería, 2025).

Los resultados de este proyecto ilustran que, aunque existe un soporte operativo y de recursos aceptable, la falta de una estructura para la gestión de incidentes y la debilidad en el análisis de datos comprometen la trazabilidad del aprendizaje. Esta situación justifica plenamente la necesidad de un MGI que formalice los procesos de evaluación y cierre de brechas, transformando la gestión empírica actual en un sistema de calidad estandarizado y preventivo.

Tabla 4. 2 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 9001.

DIAGNÓSTICO - ISO 9001					PORCENTAJE TOTAL	
NUMERAL	NDNA 1	NDA 2	DNI 3	DI 4	51,47	
CONTEXTO - LIDERAZGO - PLANIFICACIÓN						
4.1	0	2	0	0		
4.2	1	0	0	0		
5.1	0	0	0	4		
6.1	1	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	2	2	0	4	8	50
APOYO						
7.1.3	0	0	0	4		
7.1.5	1	0	0	0		
7.2	0	0	3	0		
7.5.1	0	2	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	1	2	3	4	10	62,5
OPERACIÓN						
8.5.1	0	2	0	0		
8.6	0	0	0	4		
8.7	1	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	1	2	0	4	7	58,3
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO						
9.1.2	1	0	0	0		
9.1.3	0	2	0	0		
9.2	0	2	0	0		
9.3	0	2	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	1	6	0	0	7	43,75
MEJORA						
10.2	0	2	0	0		
10.3	1	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
SUMA	1	2	0	0	3	37,5

DI:	Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.	DNI:	Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.
NDA:	Sistemática no definida documentalmente, pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.	NDNA:	No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión.



Figura 4. 2 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 9001.

4.1.3. Diagnóstico bajo la norma ISO 31000

El análisis de la norma ISO 31000:2018 pone en evidencia un cumplimiento crítico de 31.25%. Se seleccionaron los numerales de las cláusulas 5 (marco de referencia) y 6 (proceso) para evaluar si el laboratorio posee una estructura formal de gestión de riesgos, pilar transversal que sustenta tanto la seguridad como la validez técnica.

Souza et al. (2024) menciona que el bajo cumplimiento de la norma ISO 31000 coincide plenamente con la ausencia de sistemas estructurados de gestión de riesgos en laboratorios educativos, los cuales suelen emplear herramientas aisladas en lugar de procesos integrales. Según los aportes de Pari (2022) las brechas sistemáticas incluyen una deficiente identificación y control de riesgos. Además, se reporta una marcada falta de capacitación y personal técnico especializado, lo que dificulta la mitigación proactiva de amenazas antes de que afecten la calidad de los resultados (Vega Calderón et al., 2025). Es por ello que García Rendón (2022) establece que estas limitaciones estructurales comprometen la seguridad operativa y la confiabilidad técnica institucional.

La Tabla 4.3 y el gráfico de barras que se muestra en la Figura. 4.3 evidencian una gestión empírica. El incumplimiento total en el numeral 5.4.3 (responsabilidad y autoridad) constituye el hallazgo más representativo, esto ha impedido la elaboración de una matriz de riesgo. El gráfico ilustra una brecha bien marcada entre la identificación informal de peligros y la metodología sistemática requerida.

Esta carencia justifica que el MGI deba incluir roles claros y herramientas de evaluación para mitigar amenazas antes de que afecten la integridad institucional.

Tabla 4. 3 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 31000

DIAGNÓSTICO - ISO 31000					PORCENTAJE TOTAL	
NUMERAL	NDNA 1	NDA 2	DNI 3	DI 4	31,25	
MARCO DE REFERENCIA						
5.2	1	0	0	0		
	0	2	0	0		
5.4.1	1	0	0	0		
	1	0	0	0		
5.4.3	1	0	0	0		
SUMA	4	2	0	0	SUMA	PORCENTAJE
					6	30,00
PROCESO						
6.3.4	1	0	0	0		
6.4.2	1	0	0	0		
6.4.3	0	2	0	0		
SUMA	2	2	0	0	SUMA	PORCENTAJE
					4	33,33

DI:	Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.	DNI:	Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.
NDA:	Sistemática no definida documentalmente, pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.	NDNA:	No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión.

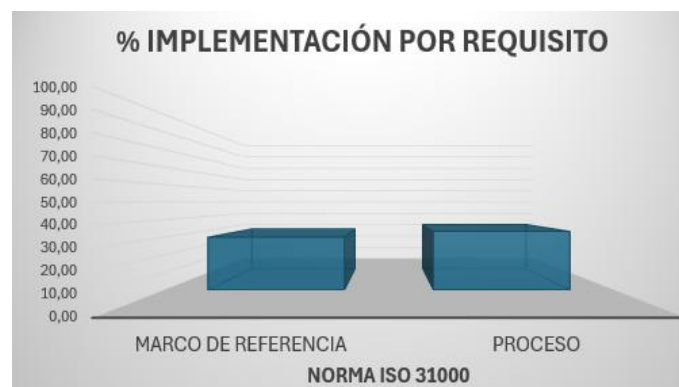


Figura 4. 3 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 31000.

4.1.4. Diagnóstico bajo la norma ISO 45001

Al evaluar el diagnóstico bajo la norma ISO 45001:2018 en el laboratorio, se refleja un cumplimiento global del 34,38%, una cifra que evidencia una gestión donde la seguridad suele atenderse solo tras la ocurrencia de incidentes. Las cláusulas seleccionadas permiten priorizar controles operativos críticos en un entorno de riesgo químico. Mientras que los capítulos 4 y 5 evalúan el compromiso estratégico, el capítulo 6 constituye el núcleo de la planificación técnica; por su parte, los capítulos 7 y 8 son los encargados de asegurar la competencia del personal y la capacidad de respuesta ante emergencias críticas, tales como derrames de sustancias peligrosas.

El bajo cumplimiento de la norma ISO 45001, como el 34% detectado en la UNSM según describe Vargas Salas (2024), coincide con las brechas reportadas en laboratorios de Sonora (García Rendón, 2022). García Rendón (2022) y Vargas Salas (2024) describen que las deficiencias críticas incluyen la nula evaluación del desempeño y la carencia de equipos de emergencia, como regaderas funcionales o lavaojos. Estas brechas se agravan por la falta de protocolos estandarizados para el uso de EPP e identificación de riesgos químicos (Pari, 2022). Finalmente, Souza et al. (2024) reportan que la escasez de recursos financieros y humanos constituye la barrera estructural principal que impide alcanzar estándares internacionales de salud ocupacional.

Los datos presentados en la Tabla 4.4 y el gráfico de barras de porcentaje de implementación por requisito demuestran inconsistencias relevantes en la estructura del sistema. El bloque de Desempeño - Mejora y el de Contexto - Liderazgo presentan los niveles más bajos de implementación (25,00%), lo que indica que el sistema carece de una base directiva sólida y de mecanismos de evaluación. El incumplimiento en el numeral 5.1 es el factor determinante y más preocupante: la falta de liderazgo y autoridad formal impide la gestión de recursos básicos, como la elaboración de kits de derrames o la instalación de instrumentos de auxilio vital, tales como duchas de emergencia y lavaojos.

Estos resultados resaltan la necesidad urgente de fortalecer la implementación de un MGI. Este modelo debe integrar una cultura preventiva que abandone la improvisación en favor de una identificación proactiva de peligros y la dotación obligatoria de recursos de seguridad. Sin el compromiso de la dirección (5.1) y la planificación de acciones (6.1.4), el laboratorio permanece en un estado de vulnerabilidad técnica que compromete la integridad de docentes y alumnos.

Tabla 4. 4 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 45001

DIAGNÓSTICO - ISO 45001					PORCENTAJE TOTAL	
NUMERAL	NDNA	NDA	DNI	DI	34,38	
	1	2	3	4		
CONTEXTO - LIDERAZGO						
4.1	1	0	0	0		
5.1	1	0	0	0		
5.4	1	0	0	0		
SUMA	3	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
					3	25,00
PLANIFICACIÓN - APOYO						
6.1.2	0	0	3	0		
	1	0	0	0		
6.1.3	1	0	0	0		
6.1.4	1	0	0	0		
7.2	0	2	0	0		
SUMA	3	2	3	0	SUMA	PORCENTAJE
					8	40,00
OPERACIÓN						
8.1	0	0	3	0		
8.1.3	0	2	0	0		
8.2	1	0	0	0		
SUMA	1	2	3	0	SUMA	PORCENTAJE
					6	50,00
DESEMPEÑO - MEJORA						
9.1	1	0	0	0		
9.2	1	0	0	0		
9.3	1	0	0	0		
10.2	1	0	0	0		
10.3	1	0	0	0		
SUMA	5	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
					5	25,00

DI:	Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.	DNI:	Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.
NDA:	Sistemática no definida documentalmente, pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.	NDNA:	No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión.



Figura 4. 4 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 45001.

4.1.5. Diagnóstico bajo la norma ISO 14001

El diagnóstico bajo la norma ISO 14001:2015 revela un estado crítico de madurez para el laboratorio, registrando un cumplimiento promedio del 25,00% en todas las

áreas evaluadas. Según se observa en la Tabla 4.5 de diagnóstico, los bloques de Organización-Liderazgo-Planificación, Soporte-Operación y Desempeño-Mejora indican una implementación en etapa temprana, donde la mayoría de los numerales claves (como el 4.3, 8.1 y 10.2) se encuentran en un estado de no documentado y no aplicado (NDNA). Esta uniformidad en los bajos puntajes confirma que el sistema de gestión ambiental no ha logrado trascender la fase teórica, situando a la institución en un escenario de alto riesgo legal y operativo.

El bajo cumplimiento de la norma ISO 14001, como el 17% detectado por Vargas Salas (2024), coincide con brechas sistemáticas en laboratorios de la ESPOCH (Cislema Montero & García Ramos, 2022). Las fallas críticas descritas por Vargas Salas (2024) incluyen la nula planificación y la falta de identificación de impactos ambientales significativos. García Rendón (2022) reportan la ausencia de manuales de manejo de residuos y prácticas de eliminación inadecuadas, como el vertido de químicos en drenajes. Estas brechas obedecen a la escasez de recursos financieros y al desconocimiento sobre registros legales ante autoridades ambientales, impidiendo la transición hacia un modelo de gestión sostenible (Souza et al., 2024).

En el ámbito de la Operación (Cláusulas 8.1 y 8.2), el panorama es especialmente preocupante. El hallazgo de un incumplimiento crítico en la disposición final de sustancias químicas, derivado de la ausencia de un gestor ambiental autorizado, anula cualquier esfuerzo de control operativo previo. A pesar de que el laboratorio reconoce la generación de residuos peligrosos como su aspecto ambiental más significativo, la carencia de instrucciones estandarizadas para la segregación en la fuente convierte cada práctica académica en un peligro latente de contaminación. Esta deficiencia técnica no solo vulnera la norma ambiental, sino que, bajo la óptica de la ISO/IEC 17025, invalida la competencia y la integridad del laboratorio, puesto que no se puede garantizar un entorno de ensayo controlado y seguro.

Finalmente, el análisis de la fase de Mejora (Cláusula 10.2) refleja una capacidad de respuesta nula ante desviaciones. La falta de registros de no conformidades y acciones correctivas impide que el laboratorio aprenda de sus propios incidentes químicos, perpetuando un ciclo de gestión reactiva. Por lo tanto, la formalización inmediata de la gestión de residuos y la contratación de servicios de disposición

legal se establecen como la prioridad absoluta dentro del MGI. Sin estas acciones, el laboratorio permanece expuesto a sanciones administrativas y a un impacto ambiental negativo que contradice los valores educativos de la institución.

Tabla 4. 5 - Resultados obtenidos del diagnóstico bajo la norma 14001

DIAGNÓSTICO - ISO 14001					PORCENTAJE TOTAL	
NUMERAL	NDNA	NDA	DNI	DI	25,00	
	1	2	3	4		
ORGANIZACIÓN - LIDERAZGO - PLANIFICACIÓN						
4.3	1	0	0	0		
5.2	1	0	0	0		
6.1.2	1	0	0	0		
6.1.3	1	0	0	0		
	1	0	0	0		
SUMA	5	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
					5	25,00
SOPORTE - OPERACIÓN						
7.2	1	0	0	0		
8.1	1	0	0	0		
	1	0	0	0		
8.2	1	0	0	0		
SUMA	4	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
					4	25,00
DESEMPEÑO - MEJORA						
9.1.2	1	0	0	0		
10.2	1	0	0	0		
SUMA	2	0	0	0	SUMA	PORCENTAJE
					2	25,00

DI:	Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.	DNI:	Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.
NDA:	Sistemática no definida documentalmente, pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.	NDNA:	No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión.

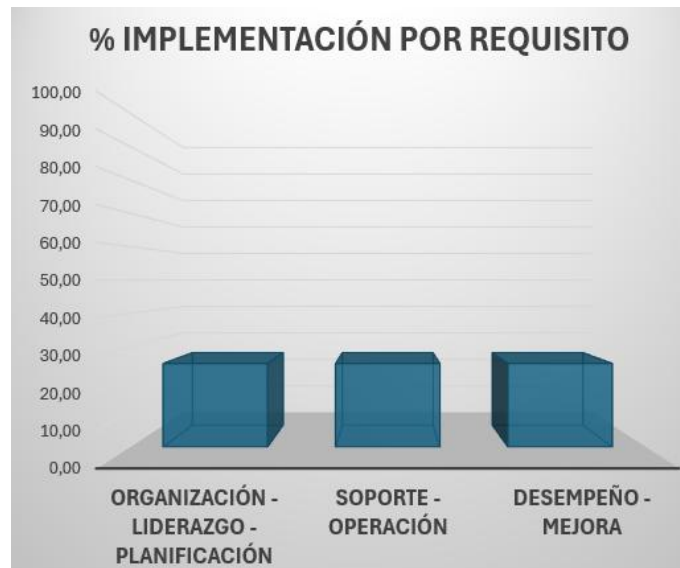


Figura 4. 5 - Gráfico de barras del porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 14001.

4.1.6. Análisis global del diagnóstico

El diagnóstico inicial revela un nivel de implementación global del 38,24%, cifra que sitúa al laboratorio en un estado de vulnerabilidad operativa, pero que

simultáneamente representa una oportunidad de mejora estratégica. Esta brecha de cumplimiento evidencia que la gestión actual se ha basado en esfuerzos aislados y reactivos, careciendo de un sistema unificado que articule la calidad, la seguridad y la responsabilidad ambiental. La falta de cohesión administrativa impide que el laboratorio funcione como una unidad integrada, dejando áreas críticas sin supervisión normativa y limitando su capacidad de respuesta ante las exigencias de una maestría en gestión.

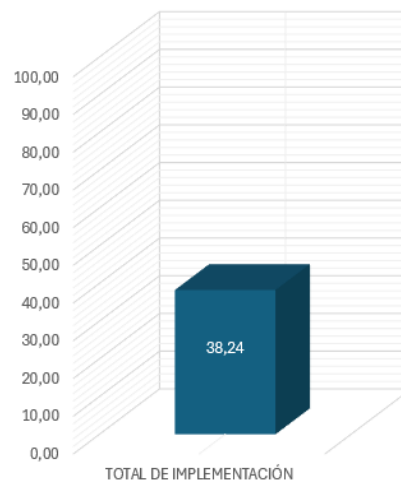


Figura 4. 6 - Gráfico de barras del porcentaje total de implementación de las normativas.

Al observar el Gráfico radial de la Figura. 4.7, se percibe una asimetría crítica en el desempeño del laboratorio, donde las marcadas depresiones en la gestión ambiental (25%) y gestión de riesgos (31,25%) actúan como cuellos de botella para el cumplimiento normativo. Esta configuración visual justifica la urgencia de un MGI por dos razones: la mitigación proactiva de riesgos legales y humanos mediante salvaguardas contra incidentes químicos, y el fortalecimiento de la competencia técnica bajo la norma ISO/IEC 17025. La implementación del MGI permitirá equilibrar estas dimensiones, transformando el laboratorio en un entorno de rigor científico que garantice resultados válidos y eleve el estándar educativo institucional, ya que, según Porras Arias & Restrepo Rentería (2025) implementar un modelo de gestión reduce las brechas al estandarizar procesos, optimizar recursos y asegurar la competencia técnica. Este enfoque permite transitar de herramientas aisladas a sistemas estructurados que garantizan la seguridad del personal y la confiabilidad de los resultados (Souza et al., 2024). Escobedo Rosales

et al. (2023) propone que Modelos basados en normas internacionales cierran brechas documentales y de infraestructura, fortaleciendo la sostenibilidad operativa y la competitividad institucional.

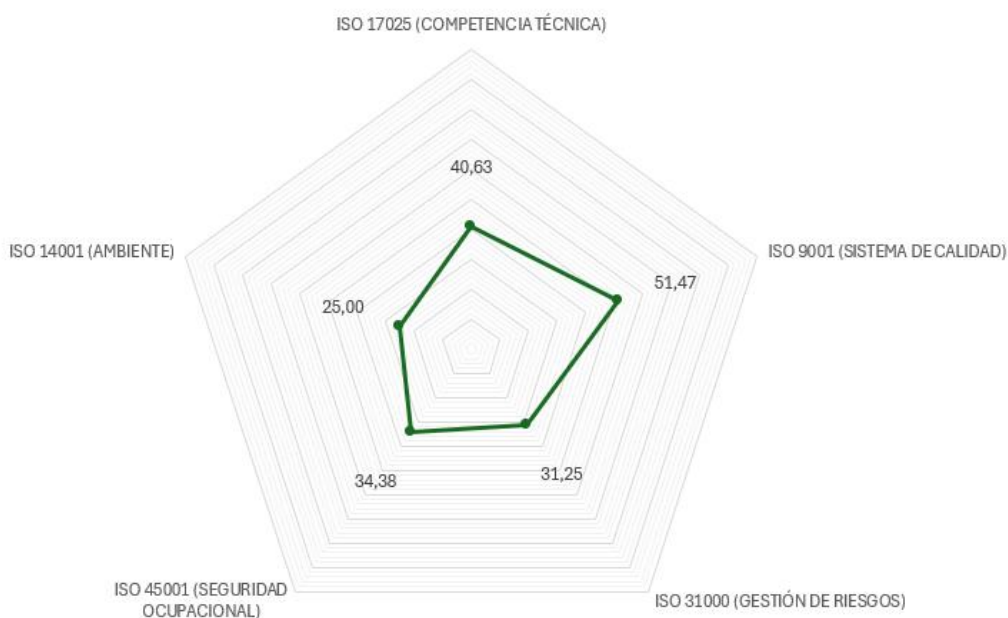



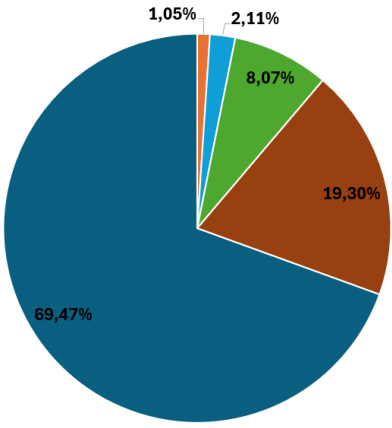




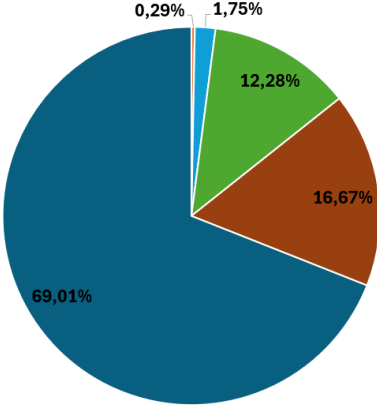
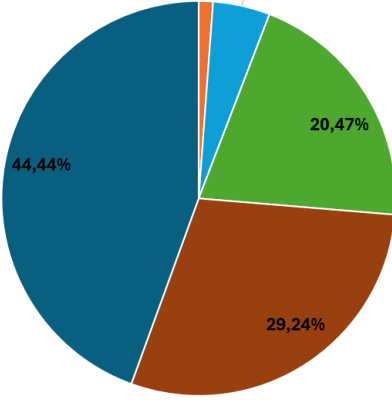
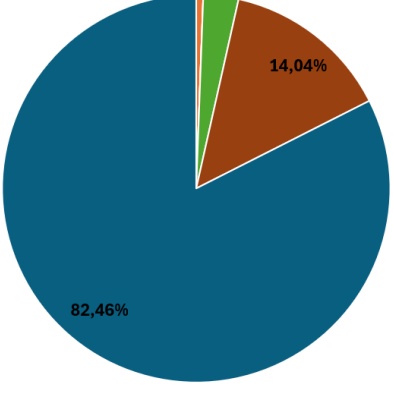
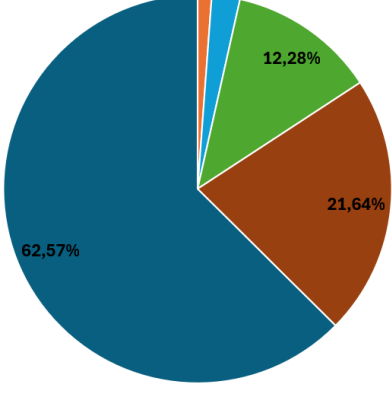
Figura 4. 7 - Gráfico radial del porcentaje de cumplimiento de cada normativa.

4.1.7. Resultados de encuesta de satisfacción a estudiantes

Los resultados de la encuesta muestran una percepción estudiantil mayoritariamente positiva, aunque con debilidades que coinciden con el diagnóstico técnico. La dimensión con menor porcentaje de aprobación es el relacionado al manejo de residuos y cultura de uso racional, donde solo el 44,44% está totalmente de acuerdo. El análisis estadístico sustenta la conclusión de que existe incumplimiento del 25% en la norma ISO 14001, confirmando que la gestión ambiental es el eje más vulnerable del laboratorio.

En relación con la seguridad, el 69,01% de los estudiantes manifiestan plena satisfacción con el conocimiento de riesgos y uso de EPP. Sin embargo, este dato indica que la enseñanza teórica ha intentado suplir las fallas de infraestructura encontradas en la ISO 45001. Finalmente, aunque la competencia del personal destaca con un 82,46%, las brechas en residuos y seguridad operativa justifican la implementación del MGI para estandarizar los controles y mitigar riesgos institucionales.

Tabla 4. 6 – Resultados de la encuesta por área.

	Totalmente en desacuerdo	<p>Disponibilidad, estado de materiales y documentación.</p> 
	En desacuerdo	
	Neutral	
	De acuerdo	
	Totalmente de acuerdo	
<p>Infraestructura de seguridad, conocimiento de riesgos y uso de EPP.</p> 		<p>Manejo de residuos y cultura de uso racional de recursos.</p> 
<p>Competencia del personal y ambiente de trabajo.</p> 		<p>Medición del resultado general y la mejora continua.</p> 

4.1.8. Análisis global de la encuesta de satisfacción

En la Figura. 4.8 se observa un gráfico radial de satisfacción en el que se muestra una percepción estudiantil favorable, con un promedio general que supera el 85% en la mayoría de sus áreas. La mayor fortaleza es la competencia del personal y ambiente de trabajo (95,56%), esto revela que el factor humano es el pilar que sostiene la operatividad actual. Sin embargo, hay una brecha en la seguridad y cumplimiento. Mientras los alumnos reportan una satisfacción del 90,47% en infraestructura de seguridad y 82,22% en manejo de residuos, el diagnóstico muestra niveles de cumplimiento de solo 34,38% (ISO 45001) y 25,00% (ISO 14001) respectivamente. Esta desconexión revela que la satisfacción del usuario se basa en una formación teórica que compensa las carencias físicas. Por lo que, implementar el MGI para alinear la percepción del estudiante con estándares de seguridad y legalidad internacionalmente válidos.

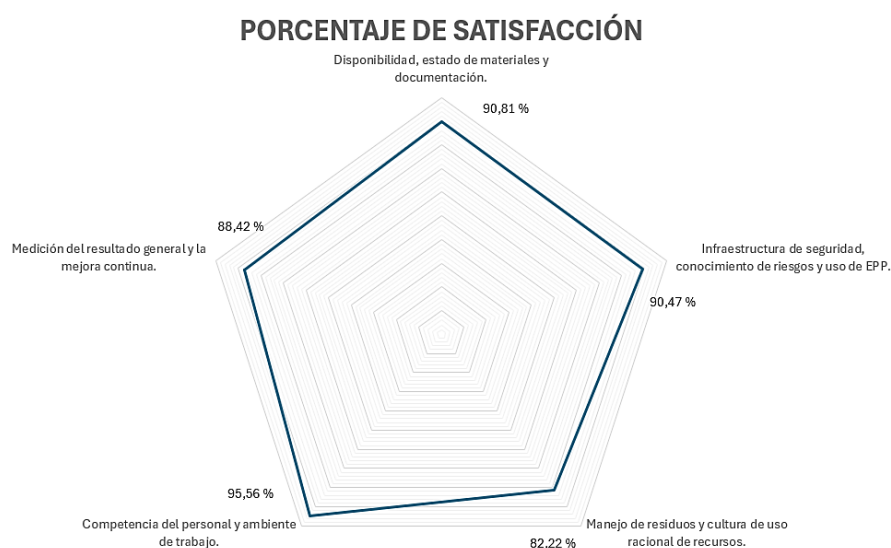


Figura 4. 8 - Gráfico radial sobre los porcentajes de satisfacción por áreas.

4.1.9. Resultados de encuesta de satisfacción y conocimiento al personal y coordinación

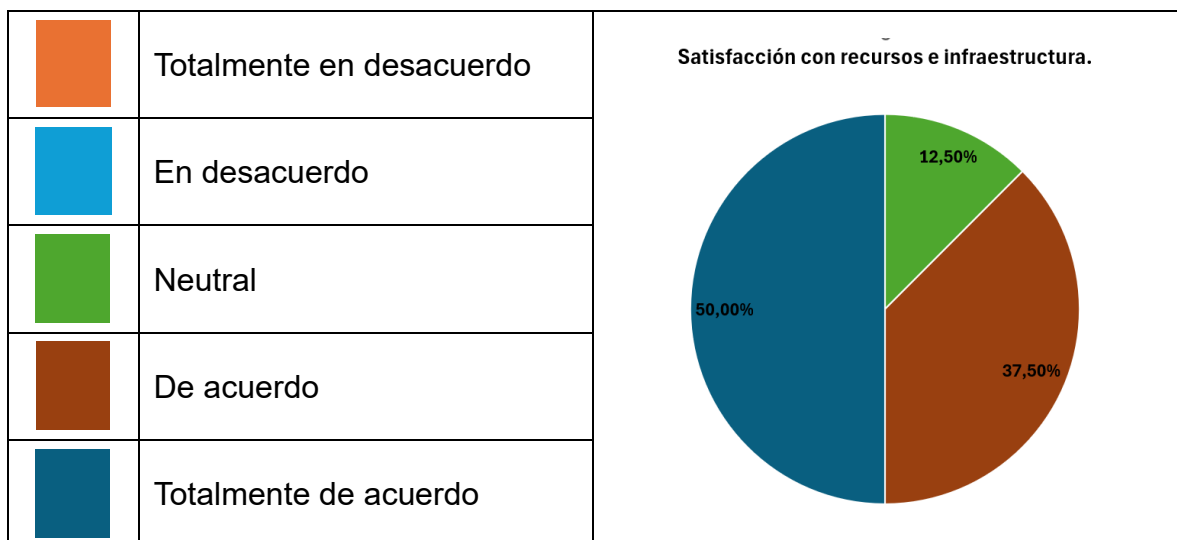
El análisis de la encuesta aplicada al personal docente y coordinación revela un panorama diagnóstico con importantes oportunidades de mejora estratégica. En cuanto a la infraestructura y recursos, los resultados reflejan una percepción moderada, señalando que la actualización de inventarios y el mantenimiento

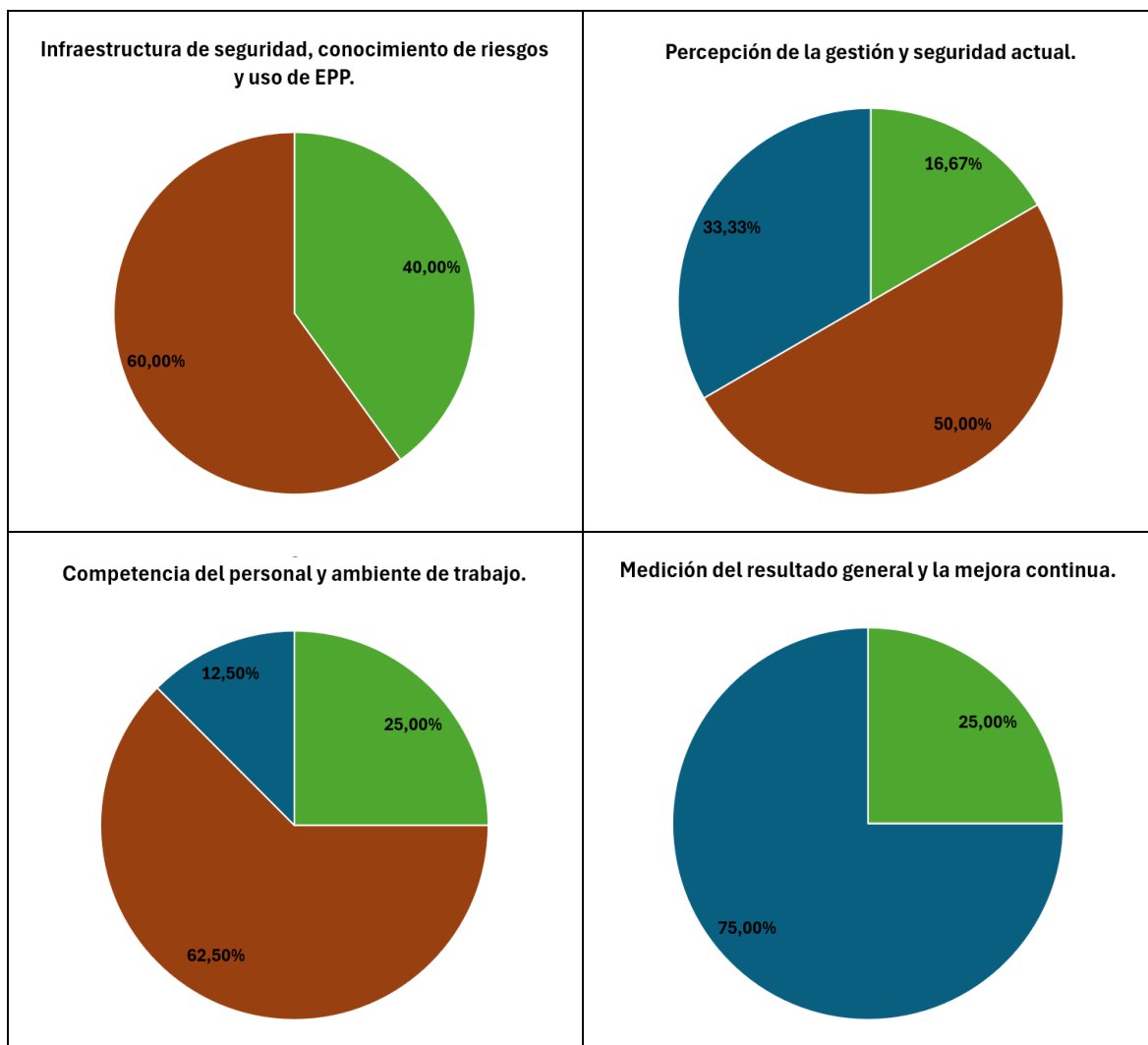
preventivo de instalaciones, son áreas clave para fortalecer la continuidad operativa. La gestión de reactivos y materiales se identifica como un proceso que, al ser optimizado, potenciaría la eficiencia de las jornadas experimentales.

Respecto al conocimiento de normativas ISO, se observa una brecha significativa que representa una ventana de aprendizaje para la institución. El personal muestra una actitud receptiva hacia la implementación del MGI, reconociendo que la estandarización bajo normas de calidad, seguridad y ambiente elevaría el rigor académico. Existe una disposición positiva para adoptar protocolos documentales, lo que facilita la transición hacia una cultura de prevención de riesgos y competencia técnica.

Finalmente, la gestión ambiental y de seguridad ocupacional presenta el mayor espacio para el desarrollo institucional. El fortalecimiento de las capacidades en segregación de residuos y respuesta ante emergencias, junto con la formalización de manuales de funciones, permitirá alinear las prácticas actuales con estándares internacionales, garantizando un entorno educativo más seguro, sostenible y técnicamente fiable.

Tabla 4. 7 - Resultados de la encuesta a docentes y coordinación por área.





En la Figura 4.9 se observa un gráfico radial de satisfacción del personal docente y coordinación, el cual refleja una percepción institucional positiva con un promedio general que supera el 90% en diversas áreas evaluadas. La mayor fortaleza se identifica en la medición del resultado general y la mejora continua (90%), lo que demuestra una disposición favorable y un alto compromiso del equipo humano hacia la evolución de los procesos actuales. No obstante, existe una oportunidad de mejora significativa en la alineación entre percepción y realidad técnica. Mientras el personal reporta una satisfacción del 87,50% en recursos e infraestructura y un 83,33% en percepción de gestión y seguridad, el diagnóstico normativo previo reveló niveles de cumplimiento técnico de apenas el 38,24% global.

Esta disparidad sugiere que la confianza del personal se sustenta en la eficacia operativa del día a día, la cual logra mitigar visualmente las carencias estructurales y documentales. Sin embargo, áreas como el conocimiento en normas ISO (72%)

y la gestión de residuos (83,33%) muestran puntajes de satisfacción elevados que contrastan con los bajos índices de cumplimiento en ISO 14001 (25,00%) e ISO 45001 (34,38%). Esta desconexión refuerza la necesidad de implementar el MGI, no solo para estandarizar los procesos, sino para dotar al personal de herramientas técnicas reales que transformen su disposición positiva en una gestión de calidad, seguridad y ambiente con validez internacional.

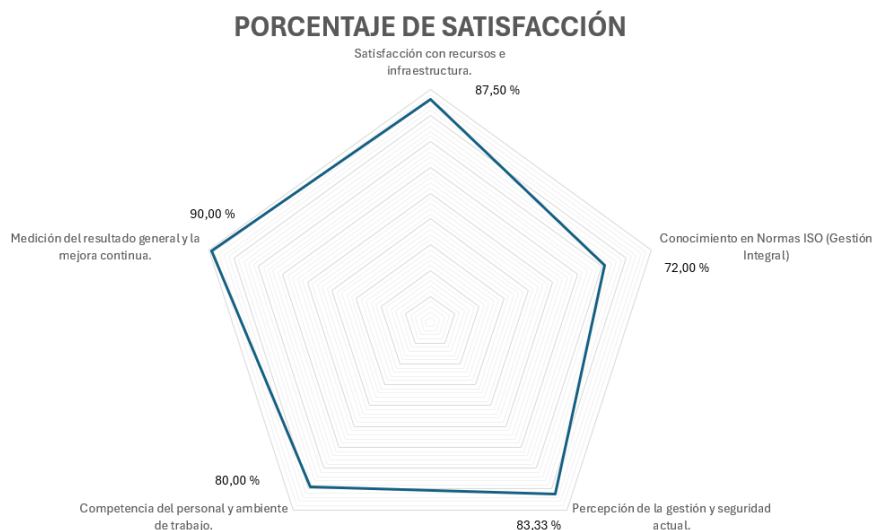


Figura 4. 9 - Gráfico radial sobre los porcentajes de satisfacción por áreas.

4.2. Brechas normativas identificadas como base para la propuesta del modelo integral

4.2.1. Diagrama de Pareto basado en las NDNA

El análisis de la Figura. 4.10 a través del Diagrama de Pareto revela una situación de vulnerabilidad crítica, contabilizando un total de 29 no conformidades (NDNA). Al aplicar el principio de Pareto, los datos de la Tabla 4.8 demuestran que el 53.5% de las fallas totales se concentran únicamente en dos normativas: ISO 45001 e ISO 14001. Esta concentración de errores valida la ley de los "pocos vitales", sugiriendo que la intervención del MGI debe ser focalizada, priorizando estos dos ejes para estabilizar la operación del laboratorio de forma inmediata.

La ISO 14001 se identifica como la fuente principal de debilidad institucional con 11 NDNA (25%). Este hallazgo guarda coherencia con la fase de observación directa, donde se detectó un incumplimiento crítico en la segregación de residuos químicos

y la inexistencia de planes de respuesta ante contingencias ambientales. Por su parte, la ISO 31000 aporta 6 NDNA (14%), dejando al descubierto una gestión de riesgos inexistente que compromete directamente la seguridad ocupacional y la imparcialidad técnica requerida por la ISO/IEC 17025, la cual registra 5 NDNA (18.6%).

En conclusión, la asimetría detectada en el Pareto justifica la estructura estratégica del MGI propuesto. Al enfocar los recursos en la remediación de los hallazgos ambientales y de riesgos, se lograría una reducción drástica de la exposición del laboratorio a incidentes graves y sanciones legales. Este enfoque no solo optimiza la seguridad, sino que sienta las bases de cumplimiento necesarias para fortalecer la Competencia Técnica, permitiendo que la institución transite de un estado de reactividad a uno de excelencia operativa y rigor científico.

Tabla 4. 8 - Análisis para elaborar el diagrama de Pareto.

DIAGRAMA DE PARETO			
NORMA	NDNA DETECTADAS	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ISO 45001	12	27,9%	27,9%
ISO 14001	11	25,6%	53,5%
ISO 17025	8	18,6%	72,1%
ISO 31000	6	14,0%	86,0%
ISO 9001	6	14,0%	100,0%
SUMA	43		

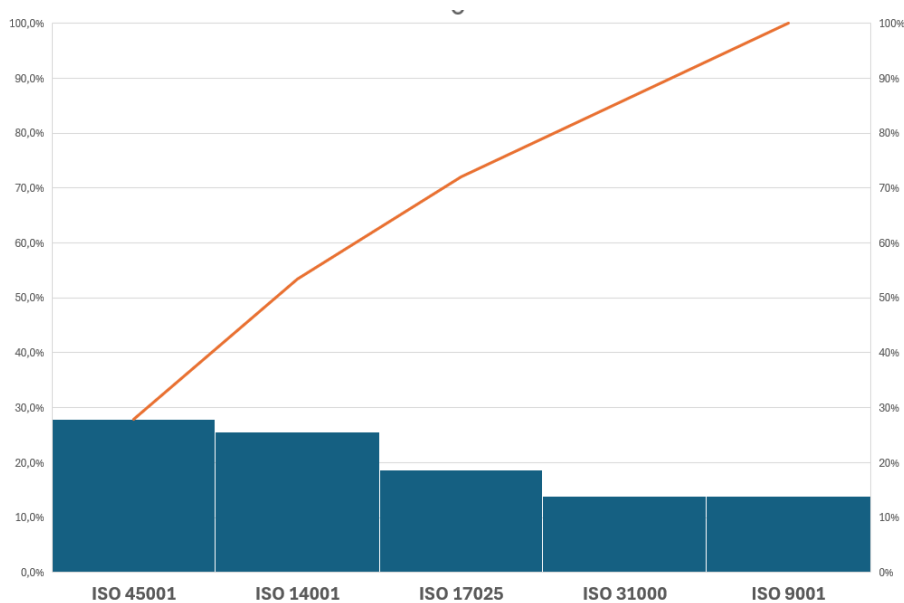


Figura 4. 10 - Diagrama de Pareto

4.2.2. Matriz de afinidad

La matriz de afinidad permite interpretar los datos organizados no solo como tareas, sino como una estrategia sistémica. Este proceso (Figura 4.11) articula las líneas de acción necesarias para reducir las NDNA detectadas, estructurándolas en cuatro ejes estratégicos que responden directamente a las deficiencias críticas del laboratorio:

- **Eje de gestión ambiental:** La prioridad absoluta es la segregación en la fuente y el control de caducidad (Etiquetas con puntajes 10, 8 y 4). Estas acciones atacan directamente el incumplimiento técnico en el manejo de reactivos identificado en el diagnóstico inicial, garantizando que el ciclo de vida de las sustancias sea controlado y seguro.
- **Eje de seguridad:** Se integra la respuesta operativa mediante simulacros y capacitación continua (Etiquetas con puntajes 7, 6 y 2). Este eje es esencial para proteger al personal ante la manipulación de sustancias peligrosas, transformando la cultura del laboratorio de reactiva a preventiva.
- **Bloque de riesgo:** Este componente se encarga de la evaluación de controles residuales. Este enfoque se alinea estrictamente con la norma ISO 31000, permitiendo que el riesgo sea administrado de forma estratégica por la dirección.
- **Eje de gestión administrativa:** Se enfoca en formalizar la seguridad mediante el nombramiento de una autoridad con poder de decisión (Puntaje 11, la prioridad más alta del método) y garantizar la sostenibilidad del sistema a largo plazo mediante la documentación de procesos y la ejecución de auditorías anuales (Etiquetas con puntajes 9 y 3).

GESTIÓN ADMINISTRATIVA	GESTIÓN AMBIENTAL	SEGURIDAD	RIESGO
<p>1 11 Nombrar formalmente a un encargado con autoridad para detener prácticas de laboratorio inseguras. CA</p>	<p>3 10 Instalar contenedores rotulados bajo normativa nacional para separar reactivos incompatibles en la fuente. RS</p>	<p>5 7 Capacitar al personal en manejo de materiales peligrosos y uso de Hojas de Datos de Seguridad. DC</p>	<p>7 5 Incorporar el análisis de riesgos en la planificación de nuevas prácticas o compra de equipos. CA</p>
<p>3 9 Documentar paso a paso los métodos de ensayo y procesos de gestión para asegurar resultados trazables. DC</p>	<p>4 8 Formalizar convenios para la recolección, transporte y disposición final de residuos químicos peligrosos. CA</p>	<p>6 6 Realizar ejercicios prácticos de respuesta ante incendios y derrames con evaluación de tiempos de reacción. RS</p>	
<p>9 3 Programar revisiones anuales para verificar el cierre de las No Conformidades detectadas. RS</p>	<p>8 4 Crear un registro digital con fechas de caducidad para evitar la acumulación de sustancias vencidas e inestables. RS</p>	<p>10 2 Analizar si los controles actuales (como el uso de EPP) son realmente efectivos tras su implementación. DC</p>	

CA: Coordinación académica RS: Responsable de seguridad DC: Docente

Figura 4. 11 - Matriz de afinidad

4.2.3. Análisis FODA

El Análisis FODA que se muestra en la Figura 4.12 sintetiza el diagnóstico integral, destacando la competencia técnica del personal y la satisfacción estudiantil como fortalezas. Sin embargo, revela debilidades importantes en la gestión de residuos y riesgos (ISO 14001 y 31000). Las oportunidades se centran en el diseño de un modelo propio (MGI), mientras que las amenazas ayudan a identificar vulnerabilidad legal y riesgos químicos inminentes.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Competencia técnica del factor humano (analistas y docentes). • Organización eficiente de las áreas antes de las prácticas. • Documentación académica (guías) clara y estructurada. • Percepción estudiantil positiva (82.46% de satisfacción). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo cumplimiento global del sistema (39%). • Nula gestión de residuos peligrosos e incompatibilidades. • Falta de autoridad designada para la gestión de riesgos. • Carencia de registros de mantenimiento y calibración.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de un Modelo de Gestión Integral (MGI) propio y unificado. • Reducción de vulnerabilidad legal mediante protocolos de emergencia. • Posibilidad de convenios con gestores ambientales autorizados. • Mejora del posicionamiento institucional mediante estándares modernos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo inminente de incidentes químicos por falta de controles. • Limitaciones presupuestarias o falta de apoyo administrativo. • Sanciones legales y clausuras por incumplimiento ambiental. • Daño a la reputación externa de la institución educativa.

Figura 4. 12 - Matriz FODA

La matriz de estrategias cruzadas de la Figura. 4.13. transforma estos hallazgos en acciones. Es importante destacar que las estrategias DA (designar urgentemente un responsable para evaluar el riesgo y priorizar la compra de kits de derrames y señalética) y DO (aprovechar la oportunidad de convenios externos para reducir la NDNA de disposición final de residuos y utilizar el diseño del MGI para elevar el cumplimiento mediante procesos estandarizados) son urgentes debido a que la ISO 14001 e ISO 31000 concentran la mayor cantidad de NC del laboratorio.

FODA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar la competencia del personal para implementar el MGI basado en las normas ISO. • Integrar los protocolos de emergencia en las guías de práctica actuales para fortalecer la formación estudiantil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar la oportunidad de convenios externos para reducir la NC de disposición final de residuos. • Utilizar el diseño del MGI para elevar el cumplimiento del 39% mediante procesos estandarizados.
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar la buena organización de las áreas para implementar controles físicos y reducir la probabilidad de incidentes. • Utilizar la alta satisfacción estudiantil como respaldo para solicitar el presupuesto necesario ante la administración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Designar urgentemente un responsable para evaluar el riesgo, para frenar la vulnerabilidad legal y operativa inminente. • Priorizar la compra de kits de derrames y señalética para evitar accidentes que deriven en sanciones o daños personales.



Figura 4. 13 - Matriz de estrategias cruzadas

4.3. Elementos estructurales que fundamentan el modelo de gestión integral

4.3.1. Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO/IEC 17025 basado en el diagnóstico

El MGI transforma los hallazgos más relevantes del diagnóstico en fortalezas operativas que se muestran en la Tabla 4.9, mediante la convergencia de estandarización normativa, trazabilidad metrológica y una cultura de mejora continua bajo el ciclo PHVA, garantizando así la competencia técnica y la seguridad en el laboratorio.

Diversos autores emplean diversas soluciones técnico-administrativas integradas para transformar los laboratorios en unidades operativas de alta competencia. Eraso Insuasty (2022b) concluye que, para asegurar la competencia técnica y formación continua, se implementan planes de capacitación anual y procedimientos normalizados de operación, estos permiten estandarizar las prácticas experimentales y reducen errores humanos. Según Camizán Vigo (2021) la fiabilidad de las mediciones se garantiza mediante manuales de mantenimiento y calibración que establecen lineamientos para asegurar la precisión metrológica.

La investigación realizada por Benavides Benavides et al. (2012) propone metodologías de gestión de inventarios y manuales de gestión de residuos químicos para la optimización de recursos, mitigando así impactos ambientales. De acuerdo con lo planteado por Bojacá Gómez (2019) el control proactivo de peligros se logra a través de matrices de identificación de riesgos (probabilidad-consecuencia o IPERC), permitiendo anticipar fallos operativos y de seguridad.

Finalmente, Bejarano Rivera & López Ochoa (2019) concluyen que la adopción del ciclo PHVA y la definición de KPIs facilitan un plan de mejora continua medible. Estos elementos se consolidan en la estructuración de un MGI con enfoque holístico, que fusiona aspectos organizacionales y técnicos para garantizar la calidad educativa y la satisfacción del usuario.

Tabla 4. 9 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 17025.

Hallazgo encontrado	Componente del MGI que lo resuelve
No se documenta ni se aplica una matriz de competencia.	Estructurar un plan de capacitación anual diseñado para asegurar la competencia técnica y formación continua del personal.
Ausencia de registros de calibración.	Elaborar un protocolo de mantenimiento y calibración de equipos.
Desabastecimiento e insuficiencia de insumos.	Elaborar un protocolo para la gestión de inventarios de reactivos.
Falta de zonas de almacenamiento seguro y ausencia de control sobre la eliminación de residuos.	Elaborar un manual de gestión de residuos.
Inexistencia de procedimientos normalizados para las prácticas.	Desarrollar PNO's para las prácticas experimentales y procesos clave.
El laboratorio opera sin una identificación sistémica de riesgos.	Crear y utilizar una matriz IPERC para el control de peligros en el laboratorio.

Existe falta de un sistema de mejora continua.	Implementar ciclo PHVA para asegurar que las correcciones sean sostenibles y medibles.
Carencia de un sistema institucional que ordene las operaciones administrativas y técnicas del laboratorio.	Integrar los manuales y procedimientos que sistematizan toda la gestión del laboratorio.

4.3.2. Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 9001 basado en el diagnóstico

La tabla 4.10 muestra los hallazgos relevantes y las acciones correctivas que permiten aumentar el porcentaje de implementación para la norma ISO 9001.

Según la propuesta de Bejarano Rivera & López Ochoa (2019) en la Universidad ICESI y el análisis realizado por Eraso Insuasty (2022b) en la Universidad de Boyacá se desarrollan procedimientos para el control de procesos clave basados en el ciclo PHVA, incorporando el tratamiento de salidas no conformes y acciones correctivas para asegurar la integridad de los resultados. Tal como lo expone Bejarano Rivera & López Ochoa (2019) la eficiencia operativa se cuantifica mediante métricas específicas y objetivos SMART, monitoreando la tasa de incidentes y el cumplimiento de metas. Asimismo, se definen roles, responsabilidades y políticas integrales que vinculan formalmente a la alta dirección en el liderazgo y la provisión de recursos para el sostenimiento del sistema. Finalmente, la creación de manuales y metodologías integradas (SIG) permite unificar requisitos de normas como ISO 9001 e ISO 17025, eliminando duplicaciones documentales y optimizando el rendimiento global para incrementar la competitividad institucional (Eraso Insuasty, 2022b).

Tabla 4. 10 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 9001.

Hallazgo encontrado	Componente del MGI que lo resuelve
----------------------------	---

No hay sistemática para gestionar materiales defectuosos o prácticas que no cumplen los objetivos educativos.	Desarrollar procedimientos para el control de procesos clave que incluyan el tratamiento de salidas no conformes.
Falta de indicadores para medir de forma imparcial la eficacia del plan de gestión y el uso de recursos.	Crear métricas específicas (como tasa de incidentes o cumplimiento de metas) para cuantificar la eficiencia operativa.
La carencia de compromiso directivo impide la asignación de recursos básicos y la toma de decisiones estratégicas.	Definir roles, responsabilidades y políticas integrales que involucren a la dirección en el sostenimiento del sistema.
Las actividades se realizan de forma aislada sin una articulación que asegure la calidad final del servicio educativo.	Unificar requisitos de calidad para eliminar duplicaciones y optimizar el rendimiento global.

4.3.3. Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 31000 basado en el diagnóstico

En la Tabla 4.11 se presentan los resultados significativos y las medidas correctivas que favorecen el aumento del porcentaje de implementación de la ISO 31000.

La propuesta realizada por Bejarano Rivera & López Ochoa (2019) integra la gestión de riesgos asignando responsables específicos, como jefes o supervisores, para asegurar el cumplimiento normativo. Bojacá Gómez (2019) propone el diseño de manuales de SSO y bioseguridad que estandarizan procedimientos preventivos y de control; para mitigar impactos, establecen protocolos de respuesta basados en valoraciones previas mediante herramientas como matrices de riesgo, priorizando intervenciones en actividades críticas. Además, (Vargas Salas, 2024) describe que mediante el ciclo PHVA y mecanismos de seguimiento continuo garantizan una

gestión dinámica, permitiendo que el sistema responda a cambios del entorno y asegure la mejora continua.

Tabla 4. 11 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 31000.

Hallazgo encontrado	Componente del MGI que lo resuelve
No se han asignado roles formales para la gestión de riesgos.	Definir un responsable encargado de supervisar la gestión de riesgos dentro del laboratorio.
La falta de liderazgo formal ha impedido la elaboración de un inventario de riesgos.	Diseñar un manual de seguridad y salud ocupacional (SSO).
No existe un proceso de tratamiento de riesgos que compare los resultados del análisis con criterios definidos para decidir acciones.	Establecer protocolos de respuesta y acciones basadas en la valoración previa del riesgo para mitigar impactos.
No existe un aprendizaje basado en incidentes previos ni una actualización dinámica de los peligros químicos identificados.	Elaborar un mecanismo de seguimiento y revisión que asegure que la gestión de riesgos sea dinámica y responda a los cambios en el entorno del laboratorio.

4.3.4. Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 14001 basado en el diagnóstico

La Tabla 4.12 presenta los hallazgos importantes y las acciones de mejora que ayudan a aumentar la implementación de la norma ISO 14001.

En el modelo elaborado por Granados Niño (2017) se establecen procedimientos de neutralización y recolección de residuos peligrosos en recipientes resistentes y debidamente etiquetados, garantizando su disposición final mediante gestores autorizados. Benavides Benavides et al. (2012) mencionan que para evaluar el impacto, emplean ciertas herramientas técnicas para jerarquizar los riesgos ambientales considerando el volumen, la concentración y la peligrosidad de las

sustancias. Según Vargas Salas (2024) el compromiso institucional debe formalizarse a través de políticas de sostenibilidad alineadas con la norma ISO 14001, las cuales establecen directrices claras para prevenir la contaminación y asegurar el cumplimiento legal ambiental. Ante incidentes, el modelo propuesto por Granados Niño (2017) define acciones de respuesta inmediata para derrames o fugas, integrando recursos técnicos como kits anti-derrame y estaciones de emergencia. Para finalizar, Benavides Benavides et al. (2012) implementan programas de formación y sensibilización que promueven la eficiencia de recursos y la reducción de la huella ecológica mediante principios de "Química verde", capacitando al personal para adoptar conductas preventivas y sostenibles que aseguren la integridad de la comunidad y el entorno.

Tabla 4. 12 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 14001.

Hallazgo encontrado	Componente del MGI que lo resuelve
No existe una metodología de segregación de residuos.	Establecer procedimientos para la neutralización, recolección y disposición final de residuos peligrosos por gestores autorizados.
El laboratorio opera sin conocer el impacto negativo que generan sus actividades sobre el entorno.	Elaborar una herramienta técnica que permite evaluar y jerarquizar los riesgos ambientales.
No hay un compromiso documentado hacia la prevención de la contaminación o el uso sostenible de los recursos naturales.	Elaborar un documento que declara el compromiso institucional con la sostenibilidad y el cumplimiento legal ambiental bajo estándares ISO 14001.
El laboratorio no cuenta con kits antiderrames, ni protocolos para contener fugas de reactivos.	Definir acciones de respuesta inmediata y los recursos técnicos necesarios para minimizar daños.

4.3.5. Alineación del Modelo de Gestión Integral a la norma ISO 45001 basado en el diagnóstico

En la Tabla 4.13 se evidencian los resultados destacados y las medidas correctivas que impulsan el cumplimiento de la norma ISO 45001.

Camizán Vigo (2021) establecen requisitos mínimos de infraestructura exigiendo la dotación obligatoria de duchas de seguridad, lavaojos, extintores y señalética normalizada para garantizar el auxilio inmediato ante emergencias. Porras Arias & Restrepo Rentería (2025) implementan protocolos preventivos y reportes sistemáticos de incidentes, utilizando formatos específicos para documentar actos y condiciones inseguras para evitar la recurrencia de fallos.

La contención de siniestros químicos se aborda mediante procedimientos específicos de neutralización, almacenamiento segregado por incompatibilidad y el uso de kits anti-derrames (Granados Niño, 2017). Asimismo, Bejarano Rivera & López Ochoa (2019) emplean herramientas técnicas de evaluación como las matrices IPERC para identificar peligros en el entorno de trabajo y aplicar controles preventivos prioritarios en el origen. Finalmente, García Rendón (2022) elabora una propuesta que consolida la competencia del personal a través de programas de entrenamiento especializado en el uso correcto de EPP, manipulación de reactivos peligrosos y primeros auxilios, permitiendo que docentes y estudiantes posean las habilidades necesarias para actuar ante accidentes. Este enfoque integral transforma los laboratorios en entornos controlados que protegen la integridad de la comunidad académica.

Tabla 4. 13 - Matriz de diagnóstico y mitigación ISO 45001.

Hallazgo encontrado	Componente del MGI que lo resuelve
El laboratorio no dispone de duchas de emergencia, lavaojos, ni kits para control de derrames de sustancias peligrosas.	Establecer los requisitos mínimos de infraestructura de seguridad y la dotación obligatoria de recursos de auxilio.
La seguridad se gestiona solo después de que ocurren accidentes.	Elaborar protocolos preventivos y reporte sistemático de incidentes para evitar recurrencias.

Incapacidad técnica documentada para responder ante derrames químicos o accidentes con sustancias peligrosas.	Definir las rutas de acción y procedimientos específicos para contener siniestros químicos.
No se realiza un análisis previo de las actividades para identificar riesgos a la salud antes de ejecutar las prácticas.	Utilizar herramienta para evaluar peligros en el entorno de trabajo y aplicar controles preventivos.
El personal no cuenta con formación formal documentada para asegurar un lugar de trabajo saludable y seguro.	Elaborar un programa de entrenamiento especializado en el uso de EPP, manejo de químicos y respuesta ante accidentes.

4.3.6. Modelo de Gestión Integral Propuesto

El MGI propuesto representa un cambio estratégico diseñado para transformar la realidad operativa del laboratorio. Su elaboración se fundamentó en una metodología que permitió identificar, mediante un diagnóstico limitaciones técnicas importantes que exponían a la institución a riesgos operativos, ambientales, y de seguridad. Bajo el esquema previo de "operatividad empírica", el laboratorio dependía de la resolución improvisada de problemas y la falta de procedimientos establecidos; el MGI revierte esta vulnerabilidad al establecer una "gestión estandarizada" basada en el rigor académico y normativo.

El modelo se articula mediante una estructura de fases alineadas al ciclo de mejora continua PHVA como se muestra en la Figura 4.14, las cuales constituyen el núcleo operativo del sistema de gestión integral. Esta metodología garantiza que el laboratorio funcione bajo criterios técnicos que mitigan la incertidumbre y aseguran el cumplimiento legal. Al segmentar la implementación en etapas lógicas, se elevan los estándares hacia la excelencia y la mejora permanente. En las secciones subsiguientes se describe detalladamente cada etapa.



Figura 4. 14 - Modelo de gestión integral propuesto.

4.3.7. Fase de planificación del sistema de gestión integral

La fase de planificación se ejecuta obligatoriamente al finalizar cada periodo lectivo, bajo la supervisión de la dirección y coordinación académica, asegurando tiempo suficiente para adquirir recursos, calibrar equipos y gestionar personal, alineando la estrategia institucional con la seguridad operativa.

- **Marco estratégico**

El proceso inicia con la revisión del contexto de la organización, donde la dirección analiza las necesidades de las partes interesadas fundamentada en los resultados de las encuestas de satisfacción a estudiantes, encuestas al personal y la lista de verificación integral, siendo los anexos A, B y apéndice 9 del anexo D respectivamente. Estos instrumentos definen el alcance y la matriz de competencia técnica docente. Se valida la infraestructura mediante el cronograma de mantenimiento y calibración, asegurando intervenciones preventivas para equipos y el cumplimiento de las condiciones ambientales requeridas para garantizar la validez técnica de todos los resultados. Esta fase asegura que la planificación de procesos técnicos esté alineada con el servicio educativo.

- **Aseguramiento de la competencia e infraestructura**

Para garantizar la validez de los resultados, la coordinación académica aplica la lista de verificación (Apéndice 9 del anexo D) para determinar necesidades de equipamiento, personal, infraestructura, materiales, adecuaciones de seguridad y gestión ambiental. Se aplica la matriz de competencia técnica y se revisan los registros de capacitación para asegurar que el perfil docente/técnico es apto. Asimismo, se firma el compromiso de imparcialidad y confidencialidad (Apéndice 8 del anexo D) y se valida el cumplimiento de condiciones ambientales mediante el cronograma de mantenimiento y calibración, integrando intervenciones preventivas y externas para equipos críticos del laboratorio. A través del procedimiento PNO-01 (Anexo D), se realiza la adquisición y recepción de reactivos e insumos de acuerdo a las guías de prácticas pre-aprobadas por el jefe de área de ciencias naturales y coordinación académica.

- **Riesgos, peligros e impactos**

Este es el núcleo preventivo del manual. Bajo una metodología unificada, se procede a:

- Se utiliza la matriz de riesgo - IPERC (Apéndice 12 del anexo D), donde se puntúan bajo un mismo criterio los peligros laborales (ISO 45001), los riesgos operativos (ISO 31000) y los aspectos ambientales (ISO 14001), como la generación de residuos químicos peligrosos.
- Se establecen los planes de tratamiento y objetivos ambientales/seguridad. Esto incluye la revisión de los procedimientos PNO-11 y PNO-16 para la disposición de residuos y del procedimiento PNO-12 para emergencias químicas (Anexo D).

- **Validación y cierre de planificación**

Finalmente, antes de la apertura del laboratorio, el representante de seguridad presenta ante las autoridades la lista de verificación integral para auditoría interna. La fase concluye con la firma del acta de revisión gerencial (Apéndice 7 del anexo D), documento en el cual la dirección aprueba los recursos y garantiza que el

laboratorio es un entorno controlado y apto para el inicio de las actividades académicas.

4.3.8. Fase de ejecución del sistema de gestión integral

La fase de ejecución transforma las directrices de planificación en actividades técnicas controladas, garantizando que cada ensayo o práctica se realice bajo estándares de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente.

- **Preparación y control de acceso**

El proceso inicia con la verificación in situ realizada por el docente antes del ingreso de los estudiantes a través de la ficha de inspección pre-clase (Apéndice 14 del anexo D). Se supervisa obligatoriamente el uso de EPP a través del procedimiento PNO-09 (Anexo D) y el cumplimiento de los protocolos de comportamiento acordes a la política institucional. El Responsable de seguridad actúa como soporte, asegurando que la comunicación interna de los riesgos sea efectiva antes de manipular cualquier sustancia. Todos los registros son recopilados para su posterior archivo por el responsable de seguridad, garantizando la gestión documental operativa de acuerdo con el procedimiento PNO-4 (Anexo D).

- **Validación técnica y ejecución de prácticas**

Se realiza la verificación/calibración operativa de los equipos mediante el procedimiento PNO-03 (Anexo D). Antes del inicio de cada práctica, docentes y responsable de seguridad realizan la verificación de los equipos y reactivos a usar según las guías de práctica pre-aprobadas por jefe de área y coordinación académica acorde al procedimiento PNO-05 (Anexo D).

- **Monitoreo de riesgos e incidentes**

Durante toda la jornada, se aplican las medidas preventivas definidas en la planificación. Cualquier desviación, accidente o conato de emergencia se registra de manera inmediata en la bitácora de generación y control de incidentes (Apéndice 18 del anexo D), la cual funciona de forma centralizada. Este registro permite la implementación de controles de riesgo dinámicos; si se detecta una condición insegura persistente, se procede a emitir un reporte de no conformidad (Apéndice 6 del anexo D) para su tratamiento posterior.

- **Gestión de residuos y cierre operativo**

Al finalizar la práctica, se ejecuta el manejo de residuos químicos establecido en los procedimientos PNO-11 y PNO-16 (Anexo D). El docente supervisa que los estudiantes realicen la segregación correcta según la matriz de compatibilidad (Apéndice 17 del anexo D). El flujo de desechos y cualquier derrame controlado se reportan en la bitácora de generación y control de incidentes (Apéndice 18 del anexo D), asegurando el control de vertidos y el uso eficiente de recursos (evitando el desperdicio de agua o reactivos). El área debe quedar en condiciones óptimas de orden y limpieza para garantizar la sostenibilidad operativa del laboratorio.

4.3.9. Fase de verificación del sistema de gestión integral

La fase de verificación constituye el mecanismo crítico de control del laboratorio, donde se transforma la información operativa en datos estratégicos para la toma de decisiones.

- **Seguimiento de indicadores y desempeño**

Al finalizar cada mes, el Responsable de seguridad consolida los datos recopilados en las bitácoras o fichas para actualizar los indicadores de desempeño (KPIs) (Anexo D). Este reporte incluye:

- Estadísticas de accidentabilidad, volumen de residuos generados y cumplimiento del plan de manejo.
- Verificación del respeto a la normativa ambiental vigente mediante el cotejo de las bitácoras de disposición final.
- Coordinación académica procesa la información del Buzón de Sugerencias, evaluando la percepción de estudiantes y docentes sobre el servicio y la infraestructura.

- **Inspecciones y revisión técnica**

Para garantizar la integridad técnica y la seguridad física, se ejecutan dos niveles de inspección:

- El docente, jefe de área y Responsable de seguridad realizan una revisión cruzada de las prácticas para asegurar el control de calidad de resultados y la trazabilidad metrológica.
- Se realiza de forma mensual la lista de inspección de almacenamiento (Apéndice 19 del anexo D) para verificar el estado de los reactivos y las condiciones del espacio. En caso de detectarse hallazgos en la bitácora de incidentes, se procede a una investigación inmediata de incidentes (PNO-11 – Anexo D) para determinar la causa raíz.

- **Monitoreo de riesgos y eficacia de controles**

La verificación del riesgo es dinámica. Se evalúa la eficacia de los controles de la matriz IPERC de dos formas:

- Ante cualquier evento registrado en la bitácora de incidentes, se pone en acción una actualización inmediata de la matriz de riesgos.
- Durante las inspecciones mensuales, se valida si las barreras de control físico y administrativo siguen siendo funcionales y suficientes para mitigar los peligros identificados.

- **Auditoría interna integrada (anual)**

Una vez al año, se lleva a cabo el proceso de auditoría interna liderado por coordinación académica y responsable de seguridad. Utilizando la lista de Verificación (Apéndice 9 del anexo D). Esta auditoría verifica que los PNOs se sigan rigurosamente y que la documentación de respaldo sea coherente con la política del sistema.

4.3.10. Fase de mejora continua del sistema de gestión integral

La fase de actuar es el componente estratégico donde se procesan los hallazgos de la verificación para fortalecer el sistema antes de reiniciar la planificación del siguiente ciclo.

- **Tratamiento de no conformidades y acciones correctivas**

Cuando se identifica una desviación (técnica, de seguridad o ambiental), el docente y el responsable de seguridad inician el procedimiento PNO-06 correspondiente a la gestión de no conformidades (Anexo D).

- Se aplica una investigación técnica para identificar el origen del problema.
- Se ejecutan acciones correctivas inmediatas para eliminar la causa.
- El sistema establece un plazo máximo de un trimestre (coincidiendo con la división del periodo lectivo) para verificar la eficacia de la acción tomada. Si la acción fue eficaz, se cierra el hallazgo; de lo contrario, se replantea el análisis.

- **Actualización dinámica de riesgos y controles**

El ajuste de seguridad es reactivo y proactivo:

- Ante cualquier falla de control detectada en la fase de verificación, se realiza una actualización inmediata de la matriz IPERC y los controles operacionales.
- Si un control falló sin generar consecuencias graves, se registra como una oportunidad de mejora para ser evaluada en la revisión gerencial, permitiendo que la prevención evolucione sin esperar al cierre del año.

- **Mejora del desempeño ambiental y de métodos**

La mejora continua se refleja en la optimización:

- Se revisan los indicadores de residuos para promover la reducción de vertidos y el uso eficiente de reactivos.
- Si se identifican brechas en la ejecución de las prácticas, se procede a la mejora de métodos educativos y programación de capacitaciones específicas para el personal docente en el siguiente ciclo.

- **Revisión por la dirección**

La etapa final de esta fase es la sesión formal de revisión por la dirección a través del acta de revisión gerencial (Apéndice 7 del anexo D). En esta reunión, coordinación académica y dirección analizan:

- El estado de las acciones correctivas.
- Los resultados de la auditoría anual (cuando corresponda).
- La eficacia de los cambios de procedimiento implementados como solución a problemas previos.

- La necesidad de ajustes en la política del sistema para el periodo.

- **Reinicio del ciclo**

Los resultados de esta fase (nuevos procedimientos, objetivos actualizados y controles reforzados) se convierten automáticamente en los insumos de entrada para la fase de planificación del siguiente periodo lectivo, cerrando el círculo de la gestión integral del laboratorio.

4.4. Necesidades de mejora continua y fortalecimiento de capacidades del personal

4.4.1. Plan de mejora continua del MGI

Autores como Eraso Insuasty (2022) y Camizán Vigo (2021) aplican la mejora continua mediante el ciclo PHVA, donde la fase de "Actuar" permite identificar causas raíz y proponer nuevas optimizaciones estratégicas. Este enfoque integra auditorías internas, revisiones por la dirección y la retroalimentación del cliente para elevar el desempeño operativo y la satisfacción del usuario, según Bejarano Rivera & López Ochoa (2019). Así mismo, Granados Niño (2017) menciona que la gestión evoluciona mediante el monitoreo de indicadores y el liderazgo directivo, garantizando la calidad y competitividad institucional.

El plan de mejora continua de este MGI constituye el mecanismo que impide el retorno a la operatividad empírica, asegurando la evolución constante del laboratorio. Este sistema se dinamiza mediante el ciclo PHVA, donde la fase de "Verificación" cobra protagonismo a través del seguimiento riguroso de indicadores de desempeño (KPIs) específicos para cada pilar normativo, como de detalla a continuación:

El Sistema de Gestión Integral (SGI), consolidado en el Manual Operativo TM-LQ-01, fundamenta su ciclo de mejora continua en la sinergia de las normas ISO 9001, 17025, 14001, 45001 y 31000, eliminando la duplicidad de procesos y centralizando la operatividad. La etapa de verificación se ejecuta de manera holística mediante auditorías internas integradas y el seguimiento de indicadores clave de desempeño (KPIs). Estos indicadores no solo monitorean la trazabilidad metrológica y la disponibilidad de equipos, sino también el índice de desempeño ambiental —

centrado en la segregación de desechos químicos— y las tasas de accidentabilidad laboral.

Cuando se detectan desviaciones, ya sea en el control de inventarios, fallas en calibraciones, vertidos no autorizados o incumplimiento de protocolos de seguridad, se activa el PNO-06: Gestión de No Conformidades. Este procedimiento dispara acciones correctivas que analizan la causa raíz de forma técnica y administrativa, asegurando que la documentación del SGI evolucione constantemente. En este flujo, el registro de capacitación y evaluación es una pieza vital; garantiza la competencia técnica del personal para reducir riesgos y asegura la validez legal del laboratorio ante organismos externos.

La mejora del desempeño ambiental y la mitigación proactiva del riesgo se alimentan del reporte sistemático en la bitácora de generación y control de incidentes, permitiendo identificar vulnerabilidades antes de que se transformen en accidentes o impactos ambientales negativos. Finalmente, el ciclo se cierra con el acta de revisión gerencial, donde la dirección valida los ajustes en los PNO y los objetivos estratégicos. Este enfoque unificado garantiza que los recursos mantengan su excelencia operativa, optimizando el ciclo de vida de los residuos y fortaleciendo un entorno de aprendizaje seguro, técnicamente competente y sostenible para toda la comunidad educativa.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones de la investigación:

1. Se cumplió satisfactoriamente con el diagnóstico integral del laboratorio, evidenciando un nivel de madurez bajo en la gestión normativa. Los resultados arrojaron un cumplimiento promedio del 40.63% respecto a la ISO/IEC 17025 y niveles críticos en la ISO 14001 (25%) y ISO 31000 (31.25%). El análisis de Pareto identificó que el 72.4% de las no conformidades se concentran en la carencia de gestión de residuos peligrosos, falta de trazabilidad metrológica e inexistencia de una matriz de riesgos.
2. Se diseñó un modelo de gestión logrando la integración técnica de los requisitos de calidad, ambiente y seguridad. El cumplimiento de este objetivo se materializó en la creación de un manual que proporcionan la base documental para normalizar las operaciones en los siguientes campos:
 - Sostenibilidad y calidad operativa
 - Seguridad y salud ocupacional
 - Almacenamiento y gestión de residuos químicos
3. Se estableció un modelo de gestión integral basado en el ciclo de mejora continua PHVA. Este modelo permite el cumplimiento total del objetivo al proporcionar una hoja de ruta clara para cerrar las brechas identificadas, priorizando la adecuación de la infraestructura y la capacitación técnica, asegurando que el funcionamiento del laboratorio no sea estático sino evolutivo frente a las necesidades del colegio.
4. Se concluye que existe una brecha importante entre la percepción subjetiva de los estudiantes (con un 90.3% de satisfacción) y la seguridad operativa real del laboratorio. Mientras que los usuarios valoran positivamente el

entorno, el diagnóstico revela deficiencias críticas, evidenciando que la percepción subjetiva estudiantil no garantiza la competencia técnica. La desatención joven hacia riesgos ambientales limita su juicio técnico, surgiendo la oportunidad de sensibilizarlos sobre seguridad y gestión de residuos.

5. El proceso de retroalimentación durante el proyecto permitió identificar que la principal falencia para la implementación radica en la cultura organizacional. Sin embargo, se detectó una oportunidad significativa en la estandarización de procesos para mejorar la eficiencia en la compra de reactivos, lo que podría reducir costos operativos a mediano plazo mediante una gestión de inventarios basada en la norma ISO 9001.

5.2. Recomendaciones

Derivadas de los resultados obtenidos y con el fin de asegurar la mejora continua y la sostenibilidad de la propuesta, se recomienda:

La dirección del colegio debe priorizar la instalación inmediata de campanas de extracción de gases y la adecuación de áreas de almacenamiento segregadas para reactivos químicos. Esto es vital para mitigar los riesgos de intoxicación y reactividad accidental identificados en el diagnóstico.

Es imperativo que el consejo directivo formalice la adopción del manual desarrollado en este proyecto como política interna obligatoria. La gestión de laboratorios debe dejar de ser una actividad aislada del docente y convertirse en un proceso administrativo centralizado que garantice la trazabilidad de los recursos.

Implementar un plan de formación continua para docentes y personal auxiliar sobre las normativas abordadas en este proyecto. La recomendación es pasar de un modelo de "reacción ante accidentes" a uno de "prevención basada en la identificación de peligros", involucrando a los estudiantes en las prácticas de disposición de residuos para fomentar una conciencia ambiental real.

Establecer convenios con gestores ambientales autorizados para la recolección de desechos químicos peligrosos. Se debe eliminar de inmediato la práctica de vertido por alcantarillado, sustituyéndola por el protocolo de neutralización y etiquetado propuesto en el manual de gestión de residuos de este proyecto.

Establecer un estudio de seguimiento tras el primer año de implementación del modelo de gestión integral para cuantificar su impacto real en el rendimiento académico estudiantil. Además, dado que este proyecto se centró en el diseño estructural y no en la descripción minuciosa de protocolos para cada práctica específica, se plantea este trabajo como el marco de referencia fundamental. De este modo, la institución podrá desarrollar proyectos de mejora focalizados en sus diversas actividades académicas, utilizando esta base sólida para estandarizar procesos y elevar sistemáticamente los estándares de calidad educativa.

6. REFERENCIAS

- Adedeji, A. J. (2025). Effect of quality management systems framework specifically ISO 9001, ISO 45001, ISO 14001 and ISO 31000 standards on operational performance: an investigation of Nigeria's manufacturing sector. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, 22(3), 1–17. <https://doi.org/10.14488BJOPM.2488.2025>
- Álvarez-Chávez, C. R., García-Rendón, A., Marín-Ramírez, L. S., Flores-Soto, A. A., & Esquer-Peralta, J. (2024). Validación de un instrumento para evaluar la gestión integral de la seguridad en laboratorios académicos. *Educación Química*, 35(1), 64–76. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.1.86890>
- Bako Katsayal, A. (2025). Management of chemistry laboratory resources for effective teaching and learning chemistry. *Sokoto Educational Review*, 24(1), 212–221. <https://doi.org/10.0303/SER.2025558386>
- Bejarano Rivera, J. M., & López Ochoa, D. R. (2019). *Propuesta de un modelo de gestión para la prestación del servicio de los laboratorios de Ingeniería Bioquímica de la Universidad ICESI basado en la norma ISO 9001:2015 e ISO 17025:2017* [Tesis de maestría, Universidad ICESI]. <http://hdl.handle.net/10906/85337>
- Benavides Benavides, A. C., Vargas González, X., Chaves Barboza, G., & Rodríguez Corrales, J. Á. (2012). Hacia una gestión de reactivos y residuos químicos en los laboratorios de docencia de la escuela de química en la universidad nacional. *Uniciencia*, 26(1), 65–73. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5381234.pdf>
- Bojacá Gómez, N. A. (2019). *Manual para la prevención y control de riesgos laborales en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre Seccional Bogotá* [Tesis de grado, Universidad Libre]. <https://hdl.handle.net/10901/19123>
- Bolaños Alfaro, J. (2012). Protocolo para la gestión verde en laboratorios de química con fines académicos. *Pensamiento Actual*, 12(18), 47–58. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5897907.pdf>

- Brito Nascimento, V. (2025). *Norma ISO na engenharia química: Benefícios, desafios e impactos* [Tesis de grado, Universidade Federal de Uberlândia]. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/47193>
- Buriticá-Macías, Á., Buriticá-Noreña, C., & López-Quintero, G. (2019). ISO 9001 versión 2015 guía de implementación revisión de caso. *Scientia et Technica*, 24(2), 250–255. <https://doi.org/10.22517/23447214.22101>
- Camisón, C., Cruz, Sonia., & González, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Pearson Educación : Prentice Hall.
- Camizán Vigo, A. J. (2021). *Diseño de un modelo de gestión en laboratorios de ensayo* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20669>
- Canelón Rojas, A. L. (2024). Competencias blandas relacionadas con la gerencia estratégica y el sistema de gestión de laboratorios de calidad. *Revista Gestión y Gerencia*, 2024(1), 1–18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12789278>
- Cárdenas Chica, A. D., Perdomo Andrade, I., Pérez Miranda, R., & Franco Moreno, R. A. (2023). Los TPL con enfoque en Química Verde, como estrategias de enseñanza en reacciones químicas inorgánicas a microescala. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 2(1), 175–190. <https://doi.org/10.5281/zenodo.812821>
- Chonillo-Sislema, L., Heredia-Gavin, D., Chayña-Apaza, J., Ramos-Pineda, Z., & Sánchez-Solórzano, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Revista Innova Educación*, 6(1), 71–88. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.005>
- Cislema Montero, V., & García Ramos, M. (2022). *Diseño del sistema de gestión de acreditación para el laboratorio de ciencias de la ESPOCH sede Orellana bajo la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025* [Proyecto técnico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/21415>
- Cruz Medina, F., López Díaz, A., & Ruiz Cardenas, C. (2017). Sistema de gestión ISO 9001-2015: Técnicas y herramientas de ingeniería de calidad para su implementación. *Revista de Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 17(1), 59–69. <https://doi.org/10.19053/1900771X.v17.n1.2017.5306>

- Cui, M., Du, W., Fan, L., Wang, J., & Jin, H. (2025). Analysis of laboratory safety culture in the university: a case study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 31(2), 583–593. <https://doi.org/10.1080/10803548.2025.2454767>
- Delgado, G., & Salazar, J. (2023). Implementación de la calidad en los Laboratorios De Ensayos (ISO/IEC 17025:2017). *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 9(17), 2029–2047. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v9i17.15150>
- Duque, D. (2017). Modelo teórico para un sistema integrado de gestión (seguridad, calidad y ambiente). *Ingeniería Industrial*, 5(18), 115–130. <https://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/>
- Eraso Insuasty, J. S. (2022). *Análisis para la Integración del Sistema de Gestión de Calidad de Procesos, Basado en las Normas NTC 17025 e ISO 9001 en los Laboratorios de Química y Bioquímica de la Universidad de Boyacá* [Tesis de maestría, Universidad de Boyacá]. <https://repositorio.uniboyaca.edu.co/handle/uniboyaca/912>
- Eraso Insuasty, J. S., Cipagauta Esquivel, E. C., & Wilches Torres, L. D. (2023). Selección del método de integración bajo la guía UNE 66177:2005 para las normas NTC 17025 e ISO 9001 en los laboratorios de química y bioquímica de la Universidad de Boyacá. *I3+*, 5(1), 91–103. <https://doi.org/10.24267/23462329.1395>
- Escobedo Rosales, L. G., Treviño Uribe, J. J., Alcalá Salinas, C. A., & Zapata Reboloso, A. (2023). Implementación de ISO 9001:2015 en un Laboratorio de Ensayo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 8023–8031. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8380
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266–281. <https://doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
- Ferrer Serrano, A., Revilla Puentes, J. A., Pérez Méndez, M., & Shasha, D. (2022). Educación en manejo adecuado de los laboratorios docentes: desde el punto de vista de la química sostenible. *Orange Journal*, 4(8), 15–26. <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995x/2022.8.02>

- Freese, T., Elzinga, N., Heinemann, M., Lerch, M. M., & Feringa, B. L. (2024). The relevance of sustainable laboratory practices. In *RSC Sustainability* (Vol. 2, Number 5, pp. 1300–1336). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/d4su00056k>
- Fuenmayor Zafra, A., & Morales-Toyo, M. (2022). Laboratorio de química en educación secundaria: 3 situaciones abordadas. *Revista de Investigación y Evaluación Educativa*, 9(1), 27–44. <https://doi.org/10.47554/revie.vol9.num1.2022.pp27-44>
- García Martínez, C., Treviño Uribe, J., Zapata Reboloso, A., & Alcalá Salinas, C. (2024). Estándares y estrategias para la mejora continua en instituciones educativas: un enfoque hacia la optimización de procesos académicos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 283–290. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14612
- García Mejía, C., & Lora Valdez, A. (2023). *Análisis de la incidencia e impacto de las prácticas de laboratorio de química, en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes de primero del primer ciclo de secundaria, en los centros educativos Joaquín García y Prof. María Altagracia Almonte Infante, Distrito 06-05, La Vega Este, en el período escolar septiembre-diciembre del año 2022-2023* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/5513>
- García Rendón, A. (2022). *Gestión integral de riesgos en laboratorios de bachilleratos de Sonora* [Tesis de maestría, Universidad de Sonora]. https://unisonmx-my.sharepoint.com/:b:/r/personal/posgrado_sustentabilidad_unison_mx/Documents/repositorio_tesis_ms/ms_2019_2/MS%202019-2%20Garc%C3%ADa%20Rend%C3%B3n%20Ang%C3%A9lica%20-%20Tesis.pdf?csf=1&web=1&e=JpEz0J
- García, S., & Arce, V. (2024). Explorando química y emociones: vivencias de estudiantes secundarios en una salida educativa al laboratorio. *Actas de Las XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de La Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica JEQUSSST 2024*, 554–562. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/185964>

- Gawor, A., Kurek, E., Ruszczyńska, A., & Bulska, E. (2021). Key issues related to the accreditation of academic laboratories. *Accreditation and Quality Assurance*, 26(6), 285–291. <https://doi.org/10.1007/s00769-021-01483-7>
- Gómez Villalpando, A. (2025). Aprendizaje organizacional enfocado a la gestión de la innovación educativa. *Emerging Trends in Education*, 7(14), 26–49. <https://doi.org/10.19136/etie.v7n14.6307>
- Granados Niño, M. J. (2017). *Modelo de gestión para el laboratorio de docencia de la Universidad del Valle sede Cartago* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62951>
- Gustia, R., Nowo Martono, D., & Syahnoedi Hamzah, U. (2021). Environmental performance evaluation of applying ISO 14001 in laboratory. *11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 4365–4371. <https://doi.org/10.46254/AN11.20210770>
- International Organization for Standardization. (2015a). *Sistemas de Gestión Ambiental – Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001:2015)*. www.iso.ch
- International Organization for Standardization. (2015b). *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos (ISO 9001:2015)*. www.iso.org
- International Organization for Standardization. (2018a). *Gestión del riesgo — Directrices (ISO 31000:2018)* (Number 2).
- International Organization for Standardization. (2018b). *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con orientación para su uso (ISO 45001:2018)*.
- Ladyman, M., Gutierrez-Carazo, E., Persico, F., Temple, T., & Coulon, F. (2022). Assessing the performance of environmental management in academic research laboratories. *Heliyon*, 8(3), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09135>
- Lull, C., Llinares, J., Soriano, M. D., & Ramón, F. (2022). Impulso a los Objetivos de Desarrollo Sostenible a través de las prácticas de laboratorio. *En Libro de Actas: VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia En Red. Valencia, 6 - 8 de Julio de 2022.*, 454–460. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15806>


- Miguel, A. L. R., Moreiraa, R. P. L., & de Oliveira, A. F. (2021). ISO/IEC 17025: History and introduction of concepts. *Quimica Nova*, 44(6), 792–796. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170726>
- Moscoso Bernal, S., Pulla Abad, C. A., Minchala Bacuilima, W. R., & Castro López, D. P. (2024). Análisis comparativo de modelos de gestión de calidad: una propuesta enfocada a universidades. *Revista Científica UISRAEL*, 11(2), 63–80. <https://doi.org/10.35290/rcui.v11n2.2024.1065>
- Muñico Alfaro, C. (2019). *Implementación de la metodología 5s en el laboratorio de química orgánica y nivel de satisfacción en los estudiantes FIQ-UNCP-2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5462>
- Murrieta Saavedra, Y., Ochoa Ávila, E., & Carballo Mendivil, B. (2019). Reflexión crítica de los sistemas de gestión de calidad: ventajas y desventajas. *Revista En Contexto*, 8(12), 115–132. <https://doi.org/10.53995/23463279.668>
- Pari Achata, D. (2022). *Sistema de gestión de seguridad y prevención de riesgos en los laboratorios de las instituciones educativas de la ciudad del Cusco*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Pari, D. (2022). Sistema de gestión de seguridad y prevención de riesgos en laboratorios de las instituciones educativas. In Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología (Ed.), *Actas del Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (INUDI – UH, 2022)* (pp. 437–451). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.c.01.31>
- Pillai, S., Calvert, J., & Fox, E. (2022). Practical considerations for laboratories: Implementing a holistic quality management system. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1040103>
- Porras Arias, I. T., & Restrepo Rentería, I. (2025). *Diseño de un plan de gestión integral para el laboratorio de investigación e innovación en ciencias de la vida y de la salud de la Unidad Central del Valle del Cauca* [Tesis de maestría, Unidad Central del Valle del Cauca]. <http://hdl.handle.net/20.500.12993/4864>
- Ruales Dávila, P. F. (2025). *Propuesta teórica para el diseño e integración de un sistema de gestión basado en las normas ISO 9001:2015 ISO 45001:2018*

- [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya].
<https://hdl.handle.net/2117/439277>
- Saenz de Urturi, E. (2019). *La enseñanza de la química a través del laboratorio* [Tesis de maestría, Universidad de la Rioja].
<https://hdl.handle.net/20.500.14797/5fbf7e64299952682503c6ae>
- Sampén Cardenas, K. L. (2025). Reducing risks in university laboratories through an occupational health and safety management system: Evidence from the national university of engineering. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 3979–3997. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19039
- Sánchez Villada, F. M. (2023). *Laboratorio de química como estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84560>
- Sartika, R. P., Maisyaroh, Timan, A., & Juharyanto. (2025). Chemistry laboratory management in senior high schools: a competency analysis. *Journal of Education and Learning*, 19(3), 1510–1518. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i3.21850>
- Séré, M.-G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(3), 357–368. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3953>
- Sereviche Sierra, C., Jiménez Bolívar, F., Castro Alfaro, A., Bernal Peralta, J., & De la Hoz Toscano, M. (2025). *Sistemas integrados de gestión - Enfoques transdisciplinarios* (Primera). PLAGCIS. <https://plagcis.org/book/index.php/editorial/catalog/book/4>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (2018). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (ISO/IEC 17025:2017)*. https://www.acreditacion.gob.ec/wp-content/uploads/2018/04/CURSO-NORMA-ISO-17025_2017.2.pdf
- Sheldon, R. A., Bode, M. L., & Akakios, S. G. (2022). Metrics of green chemistry: Waste minimization. *Elsevier*, 33, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2021.100569>
- Souza, M. A., Aguirre González, M. O., & Santos de Pinho, A. L. (2024). Maturity Model for Sustainability assessment of chemical analyses laboratories in public

- higher education institutions. *Sustainability*, 16(5), 2137. <https://doi.org/10.3390/su16052137>
- Torres Saumeth, K., Ruiz Afanador, T., Solís Ospino, L., & Martínez Barraza, F. (2013). Una mirada hacia los modelos de gestión de calidad. *Revista INVESTIGIUM IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 4(1), 216–233. <https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire/article/view/55>
- Vargas Salas, S. M. (2024). *Sistema integrado de calidad, gestión ambiental, seguridad y salud ocupacional para el laboratorio de química de la UNSM* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Martín]. <https://hdl.handle.net/11458/6186>
- Vásquez Jaramillo, C. (2018). *Propuesta de mejora de la gestión administrativa del laboratorio de investigación de una institución de educación, mediante la optimización de procesos* [Tesis de grado, Universidad de las Américas]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9810>
- Vega Calderón, A. A., García-Serna, E., & Sotelo Navarrete, A. (2025). Reflexión sobre la importancia de implementar el sistema de gestión de la calidad en laboratorios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 4637–4650. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17242
- Vianna, E. L. F., De Figueiredo, V. V., Da Silva, C. M. F., Bertolino, L. C., & Spinelli, L. (2022). Impact of implementing quality control systems in laboratories associated with teaching and research institutions - The case study of the laboratory for macromolecules and colloids in the petroleum industry. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, 13(4), 1–9. <https://doi.org/10.1051/ijmqe/2022004>
- Zhang, L. (2024). A study on the current situation of chemistry laboratory construction and management in undergraduate colleges and universities. *Journal of Modern Social Sciences*, 1(2), 72–80. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14034282>
- Zuin, V. G., Eilks, I., Elschami, M., & Kümmerer, K. (2021). Education in green chemistry and in sustainable chemistry: perspectives towards sustainability. *Green Chemistry*, 23(4), 1594–1608. <https://doi.org/10.1039/d0gc03313h>

7. APÉNDICES Y ANEXOS

ANEXO A – FORMATO DE ENCUESTA PARA ESTUDIANTES.

	UNIDAD EDUCATIVA PERIODO LECTIVO _____
Nivel:	Fecha:
ENCUESTA DE SATISFACCIÓN PARA ESTUDIANTES	

Objetivo: Evaluar la percepción de los estudiantes sobre la gestión integral, la seguridad y la calidad operacional general del laboratorio de química.

Instrucciones: Marque con una "X" la opción que mejor represente su opinión sobre el estado y uso general del laboratorio.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Disponibilidad, estado de materiales y documentación.	1	2	3	4	5
Los reactivos y materiales básicos para las prácticas están disponibles de manera oportuna.					
El material de vidrio y otros instrumentos están, generalmente, en buen estado y limpios.					
Los equipos de medición y calentamiento (ej. balanzas, hornillas) funcionan de manera fiable.					
La limpieza y el orden general de las áreas de trabajo son adecuados antes de iniciar una práctica.					
La documentación (guías o instructivos) de las prácticas es clara y formalizada.					

Infraestructura de seguridad, conocimiento de riesgos y uso de EPP.	1	2	3	4	5
El laboratorio comunica frecuentemente las normas de seguridad y prevención de riesgos.					
El uso del EPP (bata, gafas de seguridad) es una regla que siempre se exige y se cumple.					
La ubicación de los equipos de emergencia (lavajos, ducha, extintores) está clara y accesible.					
El almacenamiento de los reactivos químicos está organizado y señalizado correctamente.					
Los docentes/técnicos explican los riesgos específicos de los químicos antes de usarlos.					
Siento que la seguridad en el laboratorio es prioritaria para el colegio.					

Manejo de residuos y cultura de uso racional de recursos.	1	2	3	4	5
Conozco el proceso para segregar correctamente los residuos químicos generados en el laboratorio.					


El laboratorio cuenta con contenedores específicos y correctamente etiquetados para los diferentes tipos de residuos.					
Se fomenta la cultura de ahorro de recursos (agua, energía, reactivos) durante las prácticas.					

Competencia del personal y ambiente de trabajo.	1	2	3	4	5
El personal (docente/técnico) demuestra tener la competencia necesaria para guiar las prácticas.					
El trato del personal hacia los estudiantes es respetuoso y fomenta la participación.					
El ambiente del laboratorio promueve el rigor científico y el trabajo organizado.					

Medición del resultado general y la mejora continua.	1	2	3	4	5
La experiencia en el laboratorio contribuye a mi formación de manera efectiva.					
Estoy satisfecho(a) con la calidad general del servicio y la gestión del laboratorio.					
Considero que el laboratorio está mejorando continuamente en sus procesos.					

Comentarios	
Describe el aspecto más importante que el laboratorio necesita mejorar en términos de gestión o seguridad:	
¿Qué acción o recurso le ayudaría a sentirse más seguro(a) o facilitaría su aprendizaje en el laboratorio?	

ANEXO B - FORMATO DE ENCUESTA AL PERSONAL.

	UNIDAD EDUCATIVA PERIODO LECTIVO _____
Nivel:	Fecha:
ENCUESTA PARA PERSONAL DOCENTE	

Objetivo: Evaluar la percepción de los estudiantes sobre la gestión integral, la seguridad y la calidad operacional general del laboratorio de química.

Instrucciones: Marque con una "X" la opción que mejor represente su opinión sobre el estado y uso general del laboratorio.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Satisfacción con recursos e infraestructura.	1	2	3	4	5
¿Considera que la infraestructura física del laboratorio (espacio, ventilación e iluminación) es adecuada para las prácticas experimentales?					
¿El equipamiento y los materiales de vidrio disponibles son suficientes y se encuentran en buen estado para cumplir con el currículo vigente?					
¿Existe un inventario actualizado y funcional que permita controlar eficazmente la existencia y caducidad de los reactivos químicos?					
¿El laboratorio cuenta con servicios básicos e instalaciones especiales (gas, agua, extractores) que operan sin interrupciones ni riesgos?					


Conocimiento en Normas ISO (Gestión Integral)	1	2	3	4	5
¿Conoce usted los procesos de estandarización y mejora continua necesarios para asegurar la calidad en la gestión administrativa del laboratorio?					
¿Se siente plenamente informado sobre los protocolos de seguridad y salud ocupacional para prevenir accidentes durante las jornadas prácticas?					
¿Posee conocimientos sobre cómo identificar, analizar y evaluar los riesgos (químicos, físicos, biológicos) antes de iniciar una práctica de laboratorio?					
¿Conoce la normativa y los procedimientos técnicos para la correcta segregación y disposición final de desechos químicos peligrosos?					
¿Tiene claridad sobre los requisitos de competencia técnica y calibración necesarios para asegurar que los resultados de los experimentos sean válidos y fiables?					

Percepción de la gestión y seguridad actual.	1	2	3	4	5
Conozco el proceso para segregar correctamente los residuos químicos generados en el laboratorio.					
El laboratorio cuenta con contenedores específicos y correctamente etiquetados para los diferentes tipos de residuos.					
Se fomenta la cultura de ahorro de recursos (agua, energía, reactivos) durante las prácticas.					

Competencia del personal y ambiente de trabajo.	1	2	3	4	5
¿Recibe usted capacitaciones periódicas sobre manejo de crisis, uso de extintores o primeros auxilios específicos para entornos químicos?					
¿El laboratorio dispone de señalética de seguridad y rutas de evacuación claramente identificadas y despejadas?					
¿Existen manuales de funciones y guías de prácticas estandarizadas que faciliten la labor docente y técnica?					
¿Considera que la institución asigna el presupuesto y la importancia debida a la gestión de riesgos y protección ambiental en el laboratorio?					

Medición del resultado general y la mejora continua.	1	2	3	4	5
¿Cree usted que la implementación de un Modelo de Gestión Integral basado en normas ISO elevaría significativamente el nivel académico y la seguridad de la institución?					
¿Estaría dispuesto a participar activamente en la adopción de nuevos protocolos documentales y operativos para mejorar la eficiencia del laboratorio?					

ANEXO C - LISTA DE VERIFICACIÓN INTEGRAL

	UNIDAD EDUCATIVA	Código	LQ-MOGL-08
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
	PERIODO LECTIVO _____	Fecha	2025
		Página	1 de 1
LISTA DE VERIFICACIÓN INTEGRAL			

DI	Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.	NDA	Sistemática no definida documentalmente pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.
DNI	Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.	NDNA	No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión.

NORMA	NUMERAL	CRITERIO	EVIDENCIA	NDNA	NDA	CS	DI	OBSERVACIONES
ISO/IEC 17025	REQUISITOS GENERALES Y ESTRUCTURA							
	4.1	¿Se ha identificado y documentado cualquier riesgo a la imparcialidad?	Registro de análisis de riesgos a la imparcialidad y acciones de mitigación.	X				
	5	¿Están definidos, documentados y comunicados los roles, responsabilidades y autoridad de todo el personal que gestiona, realiza y verifica las actividades del laboratorio?	Organigrama funcional, descripciones de puesto o perfiles de cargo del personal (docentes, técnicos, administrativos).		X			No se ha actualizado el organigrama ni las descripciones de puestos que definan claramente las responsabilidades del personal.
	REQUISITOS DE RECURSOS							
	6.2	¿Existe una matriz de competencia que defina los conocimientos requeridos (incluyendo ISO 17025, gestión de riesgos y seguridad) y un plan de capacitación para todo el personal?	Matriz de competencias, Registros de formación y autorización, Resultados de evaluación de conocimiento (cuestionarios).	X				Falta de una matriz de competencias y de un plan de capacitación formal que incluya conocimientos específicos
	6.3	¿El laboratorio cuenta con la infraestructura adecuada para la seguridad y la correcta operación (ej. almacenamiento seguro de reactivos, ventilación, zonas de pesaje)?	Lista de verificación de infraestructura, planos del laboratorio, protocolos de control de condiciones ambientales.		X			
	6.4	¿Existe un inventario completo, actualizado y un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar la disponibilidad y eficiencia del equipo?	Inventario de equipos, procedimiento de control de equipos, registros del programa de mantenimiento.		X			
	6.5	¿Se realiza la verificación o calibración de los equipos de medición críticos (balanzas, prismas, termómetros) antes de su uso y se mantienen los registros de esta trazabilidad?	Certificados/Etiquetas de calibración/verificación, programa de verificación de equipos.	X				Falta de evidencia documental que vincule los resultados de las mediciones con patrones nacionales o internacionales.
	6.6	¿El personal docente y/o auxiliar que supervisa las prácticas cuenta con evidencia de competencia y capacitación en la correcta manipulación de las balanzas grameras y la seguridad química básica?	Matriz de competencias, Registros de capacitación o certificados del personal.			X		
	REQUISITOS DEL PROCESO							
	7.2	¿Todas las guías de práctica están documentadas, contienen la información necesaria (reactivos, equipos, pasos) y han sido verificadas para asegurar que el método funciona en el contexto educativo?	Guías de práctica formalizadas y controladas (única evidencia requerida), Registros de la verificación interna.	X				No se han validado ni verificado técnicamente los métodos de ensayo utilizados en las prácticas de laboratorio.
	7.7	¿Las guías de práctica incluyen medidas para asegurar la fiabilidad de los resultados (ej. uso de reactivos de control, pruebas en blanco, análisis de datos simples) que permitan evaluar la competencia del estudiante?	Sección de control de calidad o fiabilidad dentro de las guías de práctica.		X			
	7.10	¿Existe un procedimiento para gestionar los incidentes de seguridad (ej. quemaduras, derrames) y para la adecuada eliminación de residuos químicos (evitando el desecho por el vertedero)?	Procedimiento de gestión de incidentes/trabajo no conforme, Plan de gestión de residuos químicos.	X				No se ha definido un procedimiento sistemático para gestionar los ensayos que no cumplen con los requisitos.
	REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN							
8.3	¿Cómo se asegura el laboratorio de que los estudiantes y docentes usen la versión vigente de las guías de práctica y protocolos de seguridad?	Listado de documentos o carpetas (físicas/digitales) que contengan guías con fecha de última actualización y firmas de revisión.		X				
8.4	¿Existe un sistema para registrar el uso de reactivos, la asistencia a prácticas y el mantenimiento preventivo de los equipos?	Bitácoras de laboratorio debidamente llenadas, hojas de vida de equipos y registros de uso de equipos de protección personal (EPP).	X				No se han actualizado los protocolos de almacenamiento y retención de datos técnicos	
8.5	¿Se han identificado formalmente los peligros (químicos, físicos, biológicos) de cada práctica y se han establecido medidas para mitigarlos?	Matriz de Riesgos del laboratorio o "Análisis de Riesgo por Práctica" donde se detallen los peligros de cada experimento.	X				Falta de una matriz IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) por cada práctica de laboratorio ejecutada.	
8.7	Cuando ocurre un accidente, derrame o falla de un equipo, ¿cómo se documenta la causa raíz y qué se hace para que no vuelva a suceder?	Formato de Reporte de Incidentes / No Conformidades que incluya la investigación de la causa y el plan de acción ejecutado.	X				No se ha definido una sistemática para documentar la causa raíz ante accidentes o derrames	

	8.8	¿Se realizan inspecciones periódicas para verificar que el laboratorio cumple con las normas de seguridad y orden establecidas?	Listas de chequeo (checklists) de inspecciones mensuales o semestrales realizadas por el responsable del laboratorio o el área de seguridad.		X				
	8.9	¿El Rector o el Consejo Directivo recibe informes sobre el estado del laboratorio, necesidades de insumos y riesgos detectados?	Informe de gestión semestral o anual dirigido a las autoridades del colegio con el respectivo acuse de recibo o acta de reunión.			X			
	CONTEXTO - LIDERAZGO - PLANIFICACIÓN								
	4.1	¿Se han identificado las cuestiones internas (ej. falta de manuales, manejo de residuos) y externas (ej. reglamentos de seguridad escolar) que impactan en la seguridad y calidad de la enseñanza?	Entrevista a la Dirección. Documento que liste factores de riesgo/oportunidad.		X				
	4.2	¿Se han determinado y comprendido los requisitos de los alumnos (seguridad, claridad de instrucciones) y docentes (reactivos listos, equipos operativos)?	Entrevista a la Dirección. Documento que liste factores de riesgo/oportunidad.	X				No se ha definido un documento formal que identifique y evalúe periódicamente los requisitos específicos de alumnos y docentes en términos de seguridad y disponibilidad de recursos.	
	5.1	¿Existe evidencia del compromiso de la Directora y Administradora para asegurar la disponibilidad oportuna de recursos (ej. compra de reactivos, mantenimiento de infraestructura) en un tiempo de respuesta razonable?	Comunicación interna que demuestre la asignación de recursos y seguimiento.				X		
	6.1	¿Se ha identificado, evaluado y tratado el riesgo de accidente por desconocimiento de procedimientos (dada la falta de manuales) y el riesgo de resultados de práctica incorrectos por balanzas descalibradas?	Registro de riesgos de seguridad química y operativos con sus planes de mitigación.	X				Falta de una metodología sistemática para la identificación de riesgos operativos y de seguridad.	
	APOYO								
	7.1.3	¿Las instalaciones físicas, ventilación y equipos de seguridad (extintores, botiquín) son adecuados para las prácticas realizadas y se realiza algún tipo de mantenimiento básico?	Registro de inspecciones básicas o de mantenimiento.				X		
	7.1.5	Dado que las balanzas grameras son críticas, ¿el laboratorio tiene un plan para verificar su precisión (ej. con pesas patrón o referencias conocidas) antes de cada ciclo o uso crítica?	Protocolo de verificación de balanzas (si existe), Registros de verificación/calibración recientes.	X				Hay ausencia de un inventario técnico que asegure la idoneidad de los recursos de seguimiento.	
	7.2	¿El personal docente y/o auxiliar que supervisa las prácticas cuenta con evidencia de competencia y capacitación en la correcta manipulación de las balanzas grameras y la seguridad química básica?	Matriz de competencias, Registros de capacitación o certificados del personal.			X			
	7.5.1	¿Existe algún tipo de documento (ej. guía de cátedra, hoja de trabajo) que formalice la instrucción paso a paso para las prácticas más peligrosas o comunes?	Muestra de la guía de cátedra o de trabajo usada por los estudiantes. (¡El requisito de manuales (POE) está en riesgo de NCI!)		X				
	OPERACIÓN								
ISO 9001	8.5.1	¿Se controlan las "entradas" al proceso (ej. se verifica la pureza o etiquetado de los reactivos antes de la práctica) y las "salidas" (ej. la correcta disposición de residuos al finalizar la práctica)?	Bitácora de inventario y recepción de reactivos. Procedimiento de gestión de residuos.		X				
	8.6	¿El docente tiene un criterio y un método formal para validar y "liberar" el resultado de una práctica (ej. nota, informe final) para asegurar que el alumno cumplió con los objetivos de calidad?	Criterios de evaluación en el plan de estudios o rúbricas de calificación.				X		
	8.7	¿Cómo se registran y manejan las fallas que ocurren durante la práctica (ej. balanza averiada, reactivo agotado, resultado de práctica que no coincide con lo esperado)?	Libro de novedades, o un formato de registro de incidentes/no conformidades.	X				No se ha actualizado el protocolo para el manejo de reactivos contaminados o prácticas fallidas.	
	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO								
	9.1.2	¿Cómo se mide si las prácticas de laboratorio están cumpliendo con las expectativas de aprendizaje de los alumnos?	Encuestas de satisfacción estudiantil post-práctica o buzón de sugerencias pedagógicas.	X				Falta de registros históricos o análisis estadísticos de las encuestas post-práctica para medir el cumplimiento de las expectativas de aprendizaje de los alumnos.	
	9.1.3	¿Se analizan los datos de las prácticas (ej. porcentaje de aprobación, mermas de reactivos, cumplimiento de cronograma)?	Gráficos o informes que resuman el desempeño del laboratorio al final del semestre.		X				
	9.2	¿Existe un proceso de revisión periódica para asegurar que se respetan los protocolos de seguridad y orden en el almacén?	Lista de chequeo (Checklist) de inspección mensual firmada por el responsable.		X			Las inspecciones se realizan anualmente.	
	9.3	¿La dirección del bachillerato revisa formalmente las necesidades de recursos y fallos del laboratorio para tomar decisiones?	Acta de reunión donde la dirección aprueba el plan operativo o presupuesto del laboratorio.		X				
	MEJORA								
	10.2	¿Cuando ocurre un incidente (accidente, reactivo contaminado o equipo dañado), ¿se registra y se analiza por qué pasó?	Bitácora de incidentes o Registro de Acciones Correctivas donde se detalle la causa raíz y la solución.		X				
	10.3	¿Qué cambios se han implementado este año para que las prácticas sean más seguras o eficientes que el anterior?	Comparativa de guías de laboratorio actualizadas o registros de nuevos métodos de disposición de residuos.	X				Hay ausencia de evidencia sobre cambios o mejoras incrementales planificadas	

MARCO DE REFERENCIA								
ISO 31000	5.2	¿Existe y es comunicada una política de seguridad y gestión del riesgo en el laboratorio, aprobada por la Alta Dirección?	Documento de la Política de Seguridad con fecha y firma de la Dirección; Carteleras de divulgación.	X			No se han actualizado los registros presupuestarios para asegurar el mantenimiento preventivo de equipos críticos como duchas de emergencia y extractores; las actuaciones actuales son solo reactivas (NDA).	
		¿Se demuestran asignaciones presupuestarias para el mantenimiento de equipos de seguridad críticos (ej. duchas de emergencia, extractores) y la adquisición de EPP especializado?	Registros presupuestarios o facturas de compra/mantenimiento de equipos de seguridad en los últimos 12 meses.		X			
	5.4.1	¿Se posee un inventario de los requisitos legales (normativas de Bomberos, licencias ambientales, etc.) y se evidencia su cumplimiento periódico?	Listado de Requisitos Legales; Certificados de Inspección vigentes (ej. extintores, sistema eléctrico, ventilación).	X			Hay ausencia de un inventario actualizado que cumpla las normativas de Bomberos y licencias ambientales vigentes	
		¿Se ha evaluado la competencia técnica del personal (docentes y técnicos) en el manejo de químicos peligrosos, primeros auxilios y respuesta a emergencias?	Matriz de Competencias del personal; Certificados de capacitación en manejo de Materiales Peligrosos (HAZMAT) o similares.	X				
5.4.3	¿Está formalmente designado un Dueño del Riesgo (Jefe de Laboratorio o Coordinador EHS) con autoridad y responsabilidad explícita sobre la seguridad operacional del laboratorio?	Organigrama o Descripción de Puestos que especifique las responsabilidades EHS.	X			Falta de una designación formal y documentada del "Dueño del Riesgo".		
PROCESO								
6.3.4	¿Se ha definido y formalizado una Matriz de Riesgo que establezca umbrales claros para la aceptación o rechazo de un riesgo, priorizando los daños graves o catastróficos?	Documento de la Matriz de Riesgo aprobada, con criterios de consecuencia definidos (ej. Fatalidad, Daño Permanente, Cumplimiento Legal).	X			No se ha definido una matriz de riesgos que establezca umbrales claros.		
6.4.2	¿Existe un inventario actualizado que cubra todas las fuentes de riesgo (sustancias, equipos, infraestructura) y los eventos peligrosos potenciales asociados a las prácticas?	Inventario de Sustancias Químicas (con Hojas de Seguridad SDS/MSDS); Listado de Riesgos Identificados por Zona o por Práctica.	X			Hay ausencia de un listado de riesgos identificado por práctica que incluya el inventario de sustancias químicas.		
6.4.3	¿Los análisis de riesgo incluyen una evaluación de la efectividad real de los controles actuales (ej. ¿los estudiantes realmente usan el EPP adecuado? ¿Se revisa la fecha de caducidad de los químicos)?	Registros de Inspecciones de Seguridad Operacional; Evaluación de Riesgos (AS/NZS 4360 o similar) que muestre la evaluación del Riesgo Residual.		X				
CONTEXTO DE ORGANIZACIÓN - LIDERAZGO								
4.1	Comprensión del Contexto y Partes Interesadas	¿La Dirección ha definido el alcance del SGSST para incluir el laboratorio? ¿Se identifican las expectativas de los padres (seguridad de los hijos) como requisito externo?	X			No se ha definido el alcance del sistema de gestión de seguridad que incluya formalmente al laboratorio, ni se han documentado las expectativas de los padres de familia.		
5.1	Liderazgo y Provisión de Recursos	¿Existe un responsable de seguridad del laboratorio formalmente designado? ¿Se ha asignado un presupuesto anual verificable para reposición de seguridad (papas, guantes, insumos de limpieza)?	X			Hay ausencia de un presupuesto anual verificable para la reposición de insumos de seguridad.		
5.4	Consulta y Participación	¿Hay algún mecanismo (ej. buzón, reunión trimestral) donde el personal y estudiantes puedan reportar fallas o sugerencias de seguridad sin represalias?	X			Falta de mecanismos formales (como buzones o reuniones periódicas) para que estudiantes y personal reporten condiciones inseguras sin temor a represalias.		
PLANIFICACIÓN - APOYO								
6.1.2	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (Riesgo Químico)	¿Se mantiene un inventario de químicos y se conocen las Fichas de Datos de Seguridad (SDS) de los reactivos clave? (Aunque el riesgo es bajo, la SDS es la base informativa).			X			
	Control de la Infraestructura de Seguridad	¿Las duchas de seguridad y lavabos están desobstruidos, señalizados y se prueban semanalmente (registros informales de prueba visual)?	X			No se ha actualizado la matriz de riesgos químicos; la identificación de peligros no es sistemática.		
6.1.3	Requisitos Legales	¿Se conocen y se cumplen las normas mínimas de almacenamiento de productos químicos (ej. separación de ácidos y bases, inflamables en gabinetes especiales)?	X			Hay ausencia de un registro que evidencie el cumplimiento de normativas nacionales sobre el manejo de sustancias químicas peligrosas en instituciones educativas.		
6.1.4	Planificación de Acciones	¿Se ha elaborado un Plan de Emergencia sencillo y comunicado a estudiantes y docentes sobre qué hacer en caso de derrame, incendio menor o accidente personal?	X			Falta de un plan de acción para abordar los riesgos prioritarios.		
7.2	Competencia (Capacitación)	¿Los profesores tienen evidencia de formación en la gestión de residuos químicos generados en el laboratorio? (Requisito legal común para entornos con residuos).		X				
OPERACIÓN								
8.1	Planificación y Control Operacional (Reglas)	¿Existe un conjunto de Reglas de Oro del Laboratorio escritas (ej. uso obligatorio de EPP, prohibido comer) y son visibles en la entrada y estaciones de trabajo?			X			
8.1.3	Gestión del Cambio	¿Existe un proceso simple para autorizar e implementar nuevas prácticas de laboratorio o la compra de un nuevo equipo que pueda introducir un nuevo riesgo?		X				
ISO 45001	CONTEXTO DE ORGANIZACIÓN - LIDERAZGO							
	4.1	Comprensión del Contexto y Partes Interesadas	¿La Dirección ha definido el alcance del SGSST para incluir el laboratorio? ¿Se identifican las expectativas de los padres (seguridad de los hijos) como requisito externo?	X			No se ha definido el alcance del sistema de gestión de seguridad que incluya formalmente al laboratorio, ni se han documentado las expectativas de los padres de familia.	
	5.1	Liderazgo y Provisión de Recursos	¿Existe un responsable de seguridad del laboratorio formalmente designado? ¿Se ha asignado un presupuesto anual verificable para reposición de seguridad (papas, guantes, insumos de limpieza)?	X			Hay ausencia de un presupuesto anual verificable para la reposición de insumos de seguridad.	
	5.4	Consulta y Participación	¿Hay algún mecanismo (ej. buzón, reunión trimestral) donde el personal y estudiantes puedan reportar fallas o sugerencias de seguridad sin represalias?	X			Falta de mecanismos formales (como buzones o reuniones periódicas) para que estudiantes y personal reporten condiciones inseguras sin temor a represalias.	
PLANIFICACIÓN - APOYO								
6.1.2	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (Riesgo Químico)	¿Se mantiene un inventario de químicos y se conocen las Fichas de Datos de Seguridad (SDS) de los reactivos clave? (Aunque el riesgo es bajo, la SDS es la base informativa).			X			
	Control de la Infraestructura de Seguridad	¿Las duchas de seguridad y lavabos están desobstruidos, señalizados y se prueban semanalmente (registros informales de prueba visual)?	X			No se ha actualizado la matriz de riesgos químicos; la identificación de peligros no es sistemática.		
6.1.3	Requisitos Legales	¿Se conocen y se cumplen las normas mínimas de almacenamiento de productos químicos (ej. separación de ácidos y bases, inflamables en gabinetes especiales)?	X			Hay ausencia de un registro que evidencie el cumplimiento de normativas nacionales sobre el manejo de sustancias químicas peligrosas en instituciones educativas.		
6.1.4	Planificación de Acciones	¿Se ha elaborado un Plan de Emergencia sencillo y comunicado a estudiantes y docentes sobre qué hacer en caso de derrame, incendio menor o accidente personal?	X			Falta de un plan de acción para abordar los riesgos prioritarios.		
7.2	Competencia (Capacitación)	¿Los profesores tienen evidencia de formación en la gestión de residuos químicos generados en el laboratorio? (Requisito legal común para entornos con residuos).		X				
OPERACIÓN								
8.1	Planificación y Control Operacional (Reglas)	¿Existe un conjunto de Reglas de Oro del Laboratorio escritas (ej. uso obligatorio de EPP, prohibido comer) y son visibles en la entrada y estaciones de trabajo?			X			
8.1.3	Gestión del Cambio	¿Existe un proceso simple para autorizar e implementar nuevas prácticas de laboratorio o la compra de un nuevo equipo que pueda introducir un nuevo riesgo?		X				

	8.2	Preparación y Respuesta a Emergencias	¿Existe un kit de derrames básico y adecuado para los químicos de bajo riesgo utilizados? ¿El personal sabe cómo usarlo?	X				No se cuenta con un kit de derrames adecuado para los químicos utilizados ni se ha capacitado formalmente al personal en protocolos de contención.	
	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO - MEJORA								
	9.1	Monitoreo de Controles y Cumplimiento de Seguridad	Bitácora de inspección mensual de duchas y lavaojos. Check-list de seguridad llenados por el docente antes de la clase.	X				Falta de bitácoras de inspección trimestral para equipos críticos como duchas y lavaojos.	
	9.2	Verificación Sistemática del Laboratorio (Auditoría Interna)	Auditoría interna realizada por el responsable de SST de la institución o por un comité paritario, incluyendo el estado de las estanterías de químicos.	X				No se ha realizado una verificación sistemática o auditoría interna que evalúe el estado real de las estanterías de químicos y la seguridad del área.	
	9.3	Revisión Gerencial del Riesgo Educativo	Acta de reunión de fin de año donde se expongan las necesidades de seguridad del laboratorio y las decisiones tomadas por la dirección para asignar presupuesto.	X				Hay ausencia de actas de reunión donde la dirección analice los riesgos del laboratorio para la toma de decisiones presupuestarias a fin de año.	
	10.2	Gestión de Accidentes, Incidentes y Hallazgos	Formatos de "Reporte de Incidentes" completados, donde se analice la causa raíz (ej. "el alumno no usaba guantes" o "el espacio de trabajo era insuficiente") y la acción tomada para que no vuelva a ocurrir.	X				No se han formalizado los reportes de incidentes.	
10.3	Evolución de la Seguridad Química	Plan de actualización de guías de laboratorio donde se evidencie la Sustitución (ej. cambiar una práctica que usaba solventes orgánicos tóxicos por una de "Química Verde" con sustancias inocuas).	X				No se han implementado planes de actualización de guías que busquen la sustitución de reactivos tóxicos por alternativas más seguras (Química Verde).		
ORGANIZACIÓN - LIDERAZGO - PLANIFICACIÓN									
ISO 14001	4.3	¿El alcance documentado del SGA incluye las actividades específicas del laboratorio (almacenamiento, prácticas, gestión de residuos)?	Manual/documento de alcance del SGA.	X				Hay ausencia de un documento que defina el alcance del SGA.	
	5.2	¿La Política incluye un compromiso explícito con la prevención de la contaminación y el manejo seguro de sustancias químicas?	Política Ambiental firmada.	X					
	6.1.2	¿Se ha identificado y evaluado la significancia de la generación de Residuos Peligrosos (solventes, ácidos, metales) y las emisiones a la atmósfera?	Matriz de Aspectos y Evaluación de Significancia con enfoque de ciclo de vida.	X				Falta de una matriz de identificación y evaluación de aspectos ambientales.	
	6.1.3	¿Se conoce y aplica la normativa ecuatoriana (p. ej., Reglamento de Residuos Peligrosos y Especiales) y los permisos ambientales aplicables al laboratorio?	Registro de Requisitos Legales y su estado de cumplimiento.	X				No se conoce ni aplica la normativa ecuatoriana vigente (Reglamento de Residuos Peligrosos)	
		¿La disposición final de los residuos químicos peligrosos es realizada por un Gestor Ambiental Autorizado por el MAE/Ministerio de Ambiente?	Contrato y manifiestos de entrega a gestor autorizado.	X					
SOPORTE - OPERACIÓN									
7.2	¿Existe evidencia formal (registros) de que el personal del laboratorio ha sido entrenado en segregación de residuos químicos y uso correcto de Hojas de Datos de Seguridad (SDS)?	Registros de capacitación específica.	X				Falta de registros de capacitación específica para el personal en segregación de residuos químicos y manejo de Hojas de Seguridad.		
8.1	¿Existe un inventario actualizado y un proceso de revisión de caducidad para los reactivos químicos en almacenamiento?	Registro de inventario con fechas de caducidad.	X						
	¿Existen Procedimientos Normalizados de Operación (PNO) para la segregación en la fuente de los residuos químicos y su etiquetado según la normativa ecuatoriana?	Procedimientos escritos, inspección in situ de los contenedores de residuos.	X						
8.2	¿Existe un plan documentado de respuesta a derrames químicos y se ha realizado y documentado simulacros de respuesta en los últimos 12 meses?	Plan de Emergencias, registros de simulacros, disponibilidad de kits de derrames.	X				Falta de un plan documentado de respuesta a derrames y ausencia de simulacros que preparen al personal ante eventos de contaminación accidental.		
DESEMPEÑO - MEJORA									
9.1.2	¿Se realiza la evaluación del cumplimiento de las obligaciones legales aplicables, y se documenta el resultado?	Reportes internos de evaluación de cumplimiento.	X						
10.2	Ante un evento de vertido accidental en las tarjas (desagües) o un derrame de químicos en el suelo, ¿existe un registro del incidente y se han tomado medidas para evitar que el error de manipulación se repita?	Reporte/Bitácora que describa el evento. Registros de capacitaciones sobre inducción de seguridad reforzada o la instalación de rejillas de protección y kits de neutralización.	X				Falta de una bitácora de incidentes ambientales para registrar vertidos accidentales		

ANEXO D - MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO.



**MANUAL OPERATIVO
PARA LA GESTIÓN
INTEGRAL DEL
LABORATORIO**

TM-LQ-01
LABORATORIO DE QUÍMICA




	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

TABLA DE CONTENIDOS


INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	6
MARCO NORMATIVO	7
ALCANCE.....	7
POLÍTICA DEL SISTEMA	8
REQUISITOS DE IMPARCIALIDAD Y CONFIDENCIALIDAD.....	9
DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	10
POLÍTICAS Y LINEAMIENTOS GENERALES	11
PROCEDIMIENTO – GESTIÓN DE RECURSOS	13
PNO-01: Adquisición y recepción de reactivos e insumos.....	13
PNO-02: Almacenamiento y control de inventarios (sostenibilidad)	14
PNO-03: Gestión de equipos (mantenimiento y calibración)	15
PROCEDIMIENTO – GESTIÓN DOCUMENTAL Y TRAZABILIDAD	16
PNO-04: Control de documentos del sistema de gestión	16
PNO-05: Control de registros y trazabilidad metrológica	17
PNO-06: Gestión de no conformidades y acciones correctivas.....	17
PNO-07: Auditoría interna y verificación de cumplimiento	18
CAPACITACIÓN Y CULTURA ORGANIZACIONAL	20
PNO-08: Formación y competencia del personal.....	20
PROCEDIMIENTOS – SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	22
PNO-09: Inspección técnica de seguridad pre-práctica	22
PNO-10: Gestión operativa de reactivos y sustancias químicas.....	22

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	2 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


PNO-11: Segregación y disposición de residuos químicos.....	23
PNO-12: Respuesta ante Emergencias Químicas	24
PNO-13: Segregación y disposición de residuos químicos.....	26
PROCEDIMIENTO – ALMACENAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS.....	27
PNO-14: Clasificación de residuos	27
PNO-15: Procedimientos de almacenamiento temporal	27
PNO-16: Gestión de residuos (Recolección y disposición).....	28
PNO-17: Gestión de registros de almacenamiento	29
FORMATOS Y REGISTROS	29
NOTAS	30
INDICADORES DE DESEMPEÑO (KPIs)	32
Índice de disponibilidad y calibración de equipos.....	32
Índice de eficiencia en gestión de reactivos	32
Índice de competencia técnica del personal.....	32
Tasa de cumplimiento de registros.....	32
Porcentaje de cumplimiento normativo.....	32
Eficacia en la inspección de equipos de emergencia.....	33
Índice de competencia técnica en riesgo químico.....	33
Tasa de accidentabilidad	33
Porcentaje de cumplimiento normativo.....	33
Índice de desempeño ambiental (IDA)	34
Tasa de segregación correcta en la fuente	34
Índice de reducción de residuos peligrosos	34

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	3 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICES.....	35
APÉNDICE 1 – HOJA DE VIDA DE EQUIPO	35
APÉNDICE 2 – CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN.....	36
APÉNDICE 3 – CONTROL DE INVENTARIO DE REACTIVOS.....	37
APÉNDICE 4 – MATRIZ DE COMPETENCIA TÉCNICA	38
APÉNDICE 5 – REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y EVALUACIÓN.....	39
APÉNDICE 6 – FORMATO DE REPORTE DE NO CONFORMIDAD	40
APÉNDICE 7 – ACTA DE REVISIÓN GERENCIAL.....	41
APÉNDICE 8 – ACTA DE COMPROMISO DE IMPARCIALIDAD Y CONFIDENCIALIDAD.....	43
APÉNDICE 9 – LISTA DE VERIFICACIÓN INTEGRAL.....	45
APÉNDICE 10 – INFORME FINAL DE AUDITORIA INTERNA.....	49
APÉNDICE 11 – ACTA DE DESIGNACIÓN	50
APÉNDICE 12 – MATRIZ DE RIESGO - IPERC.....	51
APÉNDICE 13 – FICHA DE REPORTE DE INCIDENTES	52
APÉNDICE 14 – FICHA DE INSPECCIÓN PRE-CLASE	53
APÉNDICE 15 – BITÁCORA DE USO DE RECURSOS	54
APÉNDICE 16 – SOLICITUD DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES	55
APÉNDICE 17 – MATRIZ DE COMPATIBILIDAD	56
APÉNDICE 18 – BITÁCORA DE GENERACIÓN Y CONTROL DE INCIDENTES	57
APÉNDICE 19 – LISTA DE INSPECCIÓN MENSUAL DE ALMACENAMIENTO	58

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	4 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 20 – ETIQUETAS PARA RESIDUOS	59
APÉNDICE 21 – FLUJOGRAMA PARA DESECHO DE RESIDUOS	60


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	5 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

INTRODUCCIÓN

En la vanguardia de la formación científica contemporánea, el laboratorio ha dejado de ser un simple espacio de experimentación para transformarse en un ecosistema dinámico donde la precisión técnica y la integridad humana convergen de manera indivisible. El presente Manual de Gestión Integral (MGI) representa la culminación de una transición estratégica fundamental: el paso de una operatividad basada en el empirismo hacia una cultura de excelencia técnica y evolución constante. Este documento no solo sistematiza procesos, sino que redefine la identidad del laboratorio bajo estándares internacionales.


La esencia de este ecosistema radica en su interconexión sistémica. Bajo el enfoque de la Estructura de Alto Nivel, la competencia técnica (ISO 17025) y la calidad operativa (ISO 9001) se entrelazan con la protección ambiental (ISO 14001) y la salud ocupacional (ISO 45001). Entendemos que la trazabilidad de un reactivo es tan vital como la seguridad de quien lo manipula y la responsabilidad ética de su disposición final. El MGI utiliza la gestión proactiva del riesgo (ISO 31000) como el motor de equilibrio, permitiendo que el sistema se adapte y fortalezca ante los desafíos de la práctica científica diaria.

Para nuestra comunidad académica, este manual constituye la máxima garantía de un entorno seguro para el aprendizaje. Al proporcionar una estructura clara y estandarizada, se ofrece a estudiantes y docentes un escudo protector que minimiza la incertidumbre y maximiza la eficiencia. No se trata simplemente de cumplir normas, sino de interiorizar un hábito de rigor y conciencia. Este modelo es, en última instancia, la hoja de ruta hacia una madurez organizacional donde la ciencia se ejerce con seguridad, respeto por el entorno y compromiso con la mejora continua.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	6 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

OBJETIVOS

GENERAL	<p>Establecer un Modelo de Gestión Integral (MGI) para el laboratorio bajo la estructura de alto nivel y el ciclo PHVA, garantizando la competencia técnica, seguridad de la comunidad académica y sostenibilidad ambiental según los estándares internacionales ISO.</p>
ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarizar y documentar los procesos técnicos y administrativos del laboratorio integrando los requisitos de las normas ISO 9001 (Gestión de calidad) e ISO/IEC 17025 (Competencia técnica). • Implementar protocolos de prevención y respuesta alineados a la norma ISO 45001 (Seguridad y salud ocupacional), garantizando un entorno de aprendizaje seguro que mitigue riesgos para docentes y estudiantes. • Optimizar el ciclo de vida de los insumos y residuos conforme a la norma ISO 14001 (Gestión ambiental), estableciendo procedimientos de segregación, almacenamiento y disposición final. • Fortalecer la toma de decisiones basada en el riesgo mediante la aplicación de la norma ISO 31000, abarcando la cultura de prevención en todas las etapas operativas del ecosistema de laboratorio. • Consolidar un plan de mejora continua a través del seguimiento de indicadores de desempeño (KPIs) y la revisión por la dirección, permitiendo que el sistema integrado evolucione frente a las necesidades institucionales.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	7 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


MARCO NORMATIVO

El marco normativo de este manual se fundamenta en una jerarquía de estándares internacionales interconectados que garantizan la excelencia en el ecosistema del laboratorio. Este sistema unificado adopta la Estructura de Alto Nivel (HLS), permitiendo la interoperabilidad entre los requisitos de gestión, seguridad y ambiente bajo una arquitectura común. Como pilar de la calidad operativa, se integra la ISO 9001:2015, que establece los principios de gestión de procesos, y la ISO/IEC 17025:2017, la cual define los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. En el ámbito de la protección humana, el manual se rige por la ISO 45001:2018, asegurando un entorno de seguridad y salud ocupacional preventivo. La responsabilidad ecológica y la gestión de residuos se sustentan en la ISO 14001:2015, que dicta las directrices para un desempeño ambiental sostenible.

Finalmente, el componente transversal de prevención se basa en la ISO 31000:2018, que proporciona el marco para la gestión estratégica del riesgo en todas las actividades. Esta base normativa asegura que el laboratorio no solo opere bajo cumplimiento técnico, sino que mantenga una plataforma auditable y de clase mundial frente a cualquier organismo de acreditación internacional.

ALCANCE

El presente manual es de aplicación obligatoria para todas las actividades del laboratorio de química de la institución. Su alcance abarca de manera integral la totalidad del ciclo operativo: desde la adquisición y recepción de insumos, ejecución de prácticas académicas, hasta el tratamiento y disposición final de residuos. Este marco vincula las responsabilidades directas de estudiantes, docentes, personal de apoyo, dirección, coordinación académica y responsable de seguridad, garantizando competencia técnica, integridad física y sostenibilidad ambiental en cada fase del proceso, bajo el cumplimiento de los estándares integrados.

	UNIDAD EDUCATIVA	Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
		Fecha	2025
		Página	8 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


POLÍTICA DEL SISTEMA

El Laboratorio de Química de la institución, a través del Responsable de seguridad del Laboratorio, declara su compromiso con la excelencia en el servicio educativo y la confiabilidad técnica. La presente política constituye el marco de referencia para todas las actividades académicas dentro de nuestro ecosistema.

La institución se compromete a:

- Garantizar la calidad del proceso formativo mediante el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001 y asegurar la validez técnica de los resultados de ensayo bajo los estándares de la ISO/IEC 17025, fomentando la imparcialidad y la transparencia en cada práctica.
- Salvaguardar la integridad física de estudiantes, docentes y personal de apoyo mediante la identificación proactiva de peligros y la gestión de riesgos laborales, manteniendo un entorno de aprendizaje seguro y controlado.
- Promover la prevención de la contaminación a través de una gestión responsable de los residuos químicos y optimización de los recursos, mitigando el impacto ambiental derivado de sus actividades.
- Aplicar sistemáticamente el ciclo PHVA y la gestión de riesgos según ISO 31000, asegurando que los recursos institucionales se administren con eficacia para la evolución constante del sistema.
- Fortalecer las competencias del capital humano y mantener canales de comunicación efectivos que integren a todos los niveles de la coordinación académica en la consecución de los objetivos institucionales.

Esta política es comunicada, entendida y aplicada por todo el personal y usuarios del laboratorio, y se somete a una revisión periódica por parte del Responsable de seguridad para asegurar su continua adecuación y vigencia frente a los desafíos del entorno académico y normativo.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	9 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

REQUISITOS DE IMPARCIALIDAD Y CONFIDENCIALIDAD

Compromiso con la imparcialidad

El Laboratorio de química declara que la imparcialidad es la base de todas sus actividades técnicas y formativas. La Dirección y el Responsable de seguridad garantizan que los procesos de ensayo, evaluación y generación de resultados se ejecutan de manera objetiva, sin permitir que presiones académicas, administrativas o personales comprometan la integridad de los datos.

Identificación y mitigación de conflictos de interés


Debido a la naturaleza 100% académica del laboratorio, se han identificado como riesgos principales a la imparcialidad las relaciones docente-estudiante y los intereses en proyectos de investigación interna. Para mitigarlos, se establecen las siguientes acciones:

- Todo el personal (docentes, técnicos y apoyo) debe suscribir una declaración de ausencia de conflicto de interés.
- No se podrá validar resultados de ensayos en los que tenga un interés personal directo o relación de tutoría directa que nuble su objetividad.
- El Responsable de seguridad supervisará las actividades para detectar influencias que puedan sesgar los resultados técnicos.

Confidencialidad y protección de datos personales

El laboratorio salvaguarda toda la información generada durante las prácticas.

- Se aplica un protocolo de protección de datos personales de los estudiantes (nombres, registros académicos y resultados de evaluación), limitando su acceso exclusivamente al docente titular y la coordinación académica.
- No se divulgará información a terceros sin autorización previa y por escrito de la institución o del propietario de los datos, salvo requerimiento legal expreso.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	10 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

Mecanismo de denuncia


Se establece el "Buzón de integridad" gestionado por coordinación académica. Este canal permite a estudiantes y personal reportar de forma anónima y segura cualquier irregularidad, presión externa o falta ética detectada en el laboratorio. Cada reporte será investigado de manera independiente en un plazo no mayor a 15 días hábiles.

Responsabilidades y revisión

- Mantener una conducta ética irreprochable, firmar los acuerdos de confidencialidad y reportar riesgos de imparcialidad de forma proactiva.
- Revisar periódicamente la eficacia de estos controles mediante auditorías internas semestrales, asegurando que el laboratorio evolucione como un entorno de confianza y rigor científico.

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- PHVA: Ciclo de mejora continua (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).
- Trazabilidad: Propiedad de un resultado de medida relacionada con una referencia (calibración).
- No conformidad (NC): Incumplimiento de un requisito preestablecido.
- Sostenibilidad operativa: Capacidad de mantener procesos eficientes con recursos optimizados.
- Segregación: Acción de separar los residuos según su naturaleza química en el punto de generación.
- MAE: Ministerio del Ambiente y Agua.
- SDS: Ficha de Datos de Seguridad.
- EPP: Equipo de Protección Personal (batas, gafas, guantes).
- IPERC: Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y Controles.
- SDS: Ficha de Datos de Seguridad del reactivo.


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	11 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

- SGA/GHS: Sistema Globalmente Armonizado para la clasificación y etiquetado de productos químicos.


POLÍTICAS Y LINEAMIENTOS GENERALES

Las responsabilidades se describen en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN DE RESPONSABILIDADES	
Dirección - Coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer los recursos financieros y humanos para el cumplimiento de este manual. • Evaluar anualmente los KPI's ambiental, seguridad y calidad para la toma de decisiones. • Fomentar políticas de sostenibilidad y ética profesional en el uso del laboratorio.
Representante de Seguridad	<p>Las responsabilidades son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar peligros y evaluar riesgos químicos de manera sistemática, manteniendo actualizada la matriz de riesgos para todas las prácticas docentes. • Supervisar el uso obligatorio del equipo de protección personal, como batas, gafas y guantes, asegurando que los estudiantes cumplan con las reglas antes de iniciar cualquier actividad. • Verificar semanalmente el estado de la infraestructura de emergencia, incluyendo duchas de seguridad y lavaojos, una vez que sean instalados. • Mantener el inventario de sustancias químicas actualizado, asegurando que cada reactivo cuente con su ficha de datos de seguridad (SDS) bajo el SGA.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	12 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar la segregación y disposición de residuos químicos, estableciendo protocolos para evitar el vertido directo al desagüe. • Coordinar la adquisición y mantenimiento de los kits de derrames químicos, garantizando que el personal esté capacitado en su uso. • Elaborar y comunicar planes de emergencia que detallen las acciones a seguir en caso de incendio menor, salpicaduras o derrames accidentales. • Investigar y documentar todos los incidentes y casi-accidentes, utilizando formatos de reporte para realizar el análisis de causa raíz y aplicar acciones correctivas. • Realizar auditorías internas para verificar que las estanterías de reactivos cumplan con las normas de almacenamiento y separación por compatibilidad. • Informar a la dirección sobre las necesidades presupuestarias para la reposición de insumos de seguridad y el mantenimiento de equipos críticos de protección colectiva. • Garantizar la consulta y participación, facilitando mecanismos como buzones de sugerencias para que alumnos y personal reporten condiciones inseguras. • Verificar que el docente aplique el check-list de inspección pre-clase, validando que el entorno sea seguro y los controles operacionales estén implantados eficazmente antes de cada práctica.
--	--

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	13 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

Docente de Área	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que los estudiantes apliquen las normas de seguridad y manejo de residuos durante toda la práctica. • Ejecutar las metodologías de ensayo validadas, garantizando la calidad del servicio educativo. • Notificar de inmediato cualquier no conformidad, incidente o falla técnica al Representante de seguridad.
Estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir estrictamente los protocolos de seguridad, uso de EPP y manuales de prácticas. • Realizar la segregación correcta de residuos químicos en los contenedores designados. • Mantener el área de trabajo según los principios de sostenibilidad y buena práctica de laboratorio.


PROCEDIMIENTO – GESTIÓN DE RECURSOS

PNO-01: Adquisición y recepción de reactivos e insumos	
OBJETIVO	Garantizar que los reactivos y materiales adquiridos cumplan con las especificaciones técnicas y de seguridad requeridas para las prácticas académicas, evitando la entrada de sustancias sin trazabilidad o peligrosas no controladas.
RESPONSABLES	<p>Docente: Identifica la necesidad y define especificaciones técnicas (pureza, grado analítico).</p> <p>Dirección / Administración: Aprueba la compra y gestiona el presupuesto.</p> <p>Responsable de seguridad: Verifica las SDS al ingreso.</p>

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	14 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento: El docente emite una solicitud basada en el cronograma de prácticas, especificando cantidad y pureza (APÉNDICE 16). • Validación de proveedor: Se seleccionan proveedores que entreguen certificados de análisis y Fichas SDS actualizadas. • Inspección de Recepción: Al recibir el producto, se debe verificar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Integridad del envase (sin fugas ni sellos rotos). ○ Fecha de caducidad (mínimo 1 año de vigencia). ○ Presencia del etiquetado según el SGA. • Registro: Ingresar el lote y la fecha de recepción en la Hoja de Excel Compartida (Inventario Digital) (APÉNDICE 3).
----------------	--

PNO-02: Almacenamiento y control de inventarios (sostenibilidad)	
OBJETIVO	Optimizar el uso de sustancias químicas mediante un almacenamiento seguro basado en la compatibilidad y un control de stock que minimice el desperdicio.
RESPONSABLES	Responsable de seguridad / Docente
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación por compatibilidad: Los reactivos se almacenan siguiendo la matriz de incompatibilidades (APÉNDICE 17).

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	15 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

	<ul style="list-style-type: none"> • Control de stock: Se aplica la técnica "Primero en entrar, primero en salir" para evitar el vencimiento de reactivos en perchas traseras. • Condiciones ambientales: El personal de mantenimiento debe verificar semanalmente que la ventilación y temperatura del lugar del almacenamiento sean óptimas. • Auditoría de inventario: Trimestralmente, el Responsable de seguridad verificará el inventario de reactivos.
--	---


PNO-03: Gestión de equipos (mantenimiento y calibración)	
OBJETIVO	Asegurar la disponibilidad operativa y la validez metrológica de los equipos de medición y ensayo.
RESPONSABLES	Responsable de seguridad
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de vida: Todo equipo nuevo debe ser codificado y registrado (APÉNDICE 1), en caso de no ser nuevo debe tener su codificación de forma visible. <ul style="list-style-type: none"> ○ Formato de código: TORRE-LABQUIM-XXXX • Cronograma de mantenimiento: Se establece que al final de cada periodo lectivo (anual) se realicen intervenciones preventivas (APÉNDICE 2). • Plan de calibración: Los equipos críticos (balanzas, pH-metros, termómetros) deben ser calibrados anualmente por laboratorios acreditados. • Verificaciones intermedias: El docente debe realizar una verificación antes de iniciar la práctica.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	16 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetado de estado: Todo equipo debe portar una etiqueta visible: <ul style="list-style-type: none"> ○ Verde: Operativo / Calibrado. ○ Rojo: Fuera de servicio / Dañado.
--	--

PROCEDIMIENTO – GESTIÓN DOCUMENTAL Y TRAZABILIDAD


PNO-04: Control de documentos del sistema de gestión	
OBJETIVO	Establecer una metodología para la creación, revisión, aprobación y distribución de los documentos para evitar el uso de versiones obsoletas que comprometan la seguridad o la calidad.
RESPONSABLES	<p>Docente: Aplica las versiones vigentes en las prácticas.</p> <p>Dirección: Revisa y aprueba formalmente los documentos.</p> <p>Responsable de seguridad: Redacta y actualiza los procedimientos técnicos.</p>
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Codificación: Todo documento debe portar un código único (ej. LQ-MOGI-XX), número de versión y fecha de vigencia en el encabezado. • Revisión y aprobación: Los documentos deben ser revisados al menos una vez al año o cuando ocurra un cambio en la infraestructura o normativa. La aprobación se evidencia en la Lista Maestra de Documentos. • Distribución y Acceso: Los manuales deben estar disponibles en formato digital (Drive compartido) y una copia física debe permanecer en el laboratorio para consulta inmediata.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	17 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

	<ul style="list-style-type: none"> • Control de obsoletos: Al emitir una nueva versión, la anterior debe ser marcada como "OBSOLETO" y retirada de los puntos de uso para evitar confusiones.
--	---


PNO-05: Control de registros y trazabilidad metrológica	
OBJETIVO	Asegurar que todos los datos generados sean registrados de forma legible y permanente, permitiendo reconstruir cualquier actividad realizada en el laboratorio.
RESPONSABLES	<p>Docente: Responsable del llenado diario de bitácoras de uso y reactivos (APÉNDICE 15).</p> <p>Responsable de seguridad: Custodia y archiva los registros.</p>
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Llenado de bitácoras: Los registros deben llenarse en el momento de la actividad con tinta indeleble. Está prohibido el uso de corrector; en caso de error, se debe tachar con una línea, colocar el dato correcto y las iniciales del responsable. • Archivo y retención: Los registros originales se archivarán por un periodo mínimo de 5 años en un lugar seco y seguro para auditorías posteriores.

PNO-06: Gestión de no conformidades y acciones correctivas	
OBJETIVO	Documentar fallos en el sistema (equipos dañados, reactivos contaminados, incumplimiento de seguridad) y aplicar el ciclo PHVA para eliminar la causa raíz.
RESPONSABLES	Todo personal: Reporta la No Conformidad (NC).


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	18 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

	Responsable de seguridad: Investiga la causa raíz y hace seguimiento a la solución.
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Detección y reporte: Ante cualquier anomalía, se llena el reporte de no conformidad (APÉNDICE 6). • Análisis de causa raíz: Se utiliza la técnica de los "5 Porqués" para determinar si el fallo fue humano, técnico o de gestión. • Plan de acción: Se definen tareas con responsables y fechas para corregir el problema. • Verificación de Eficacia: Tras un tiempo adecuado, el Responsable de Seguridad verifica si la acción tomada evitó que el problema se repitiera. Si fue eficaz, se cierra la NC.

PNO-07: Auditoría interna y verificación de cumplimiento	
OBJETIVO	Evaluar de manera sistemática, objetiva e imparcial el nivel de implementación del manual, utilizando evidencias físicas y documentales para garantizar la mejora.
RESPONSABLES	Auditor (Coordinador académico): Planificar la auditoría, seleccionar la muestra de evidencias, ejecutar la verificación in situ y redactar el informe final. Auditado (Responsable de seguridad): Facilitar el acceso a bitácoras, registros, áreas de almacenamiento y personal para las entrevistas.
PROCESO	Planificación y Notificación:

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	19 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


	<ul style="list-style-type: none"> • El Coordinador académico notificará al laboratorio con 5 días de antelación. • Preparará la lista de verificación (APÉNDICE 9) correspondientes al ciclo de auditoría. <p>Muestreo de Evidencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El auditor no revisará todo el archivo, sino una muestra representativa: <ul style="list-style-type: none"> ○ Seleccionar al azar 3 bitácoras de uso de equipos y 5 registros de residuos del último mes. ○ Elegir 5 reactivos al azar para verificar su fecha de caducidad y etiqueta SGA. ○ Realizar 2 preguntas rápidas a un docente y a un estudiante sobre protocolos de emergencia. <p>Ejecución de la auditoría:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recorrerá el laboratorio realizando observaciones. • Para cada ítem, el auditor marcará el estado según el criterio establecido: DI (Documentado e Implantado), DNI (Solo documento), NDA (Solo actuación) o NDNA (Ni documentado, ni aplicado). • Cada calificación negativa debe estar sustentada en la columna de "Observaciones" con la descripción del hallazgo. <p>Reunión de Cierre y Hallazgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al finalizar el recorrido, el auditor se reunirá con el Responsable de seguridad para comunicar los hallazgos preliminares.
--	---

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	20 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


	<ul style="list-style-type: none"> Se aclararán dudas sobre las observaciones para evitar malentendidos técnicos. <p>Elaboración del informe de auditoría:</p> <ul style="list-style-type: none"> El auditor redactará un informe final (APÉNDICE 10). El informe se entrega formalmente a la Rectoría y al Responsable de Seguridad.
--	--

CAPACITACIÓN Y CULTURA ORGANIZACIONAL

PNO-08: Formación y competencia del personal	
OBJETIVO	Asegurar que todo el personal que opera en el laboratorio posea los conocimientos técnicos, normativos y de seguridad necesarios para garantizar la validez de los resultados, la integridad física de los estudiantes y el uso eficiente de los recursos institucionales.
RESPONSABLES	<p>Dirección Institucional / Rectoría: Proveer los recursos financieros y el tiempo necesario para la ejecución de las capacitaciones.</p> <p>Responsable de seguridad: Identificar brechas de conocimiento, diseñar el plan anual de capacitación y evaluar la eficacia de la formación.</p> <p>Personal: Asistir obligatoriamente a las sesiones y aplicar los conocimientos en las prácticas diarias.</p>
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> Detección de necesidades de capacitación: Cada inicio de periodo lectivo, el Responsable de seguridad evaluará al personal utilizando la matriz de competencia técnica (APÉNDICE 4). Se calificará del

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	21 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

	<p>1 al 3 (En formación, Autónomo, Experto) en áreas críticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificación del programa anual: Se diseñará un cronograma de capacitaciones que incluya sesiones externas y talleres internos sobre los PNO de los manuales. <ul style="list-style-type: none"> ○ El plan debe ser aprobado por la Dirección para asegurar la asignación presupuestaria. • Ejecución de la Formación: <ul style="list-style-type: none"> ○ Inducción: Todo personal nuevo debe recibir una inducción de 4 horas sobre seguridad y gestión documental antes de usar el laboratorio por primera vez. ○ Actualización: Sesiones sobre cambios normativos y sesiones prácticas sobre el uso de nuevos equipos o kits de derrames. • Evaluación de la eficacia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación inmediata: Al finalizar cada capacitación, se realizará un test teórico o una demostración práctica. ○ Evaluación de desempeño: Tres meses después de la capacitación, el Responsable de Seguridad observará una práctica de laboratorio para verificar si el docente aplica correctamente los nuevos conocimientos. • Registro y gestión documental:
--	--


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	22 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

	<ul style="list-style-type: none"> • Cada sesión de capacitación debe contar con una Lista de Asistencia (APÉNDICE 5) y los certificados obtenidos por el personal. • Los resultados se actualizarán en la Matriz de Competencia Técnica para evidenciar la evolución del nivel de madurez del laboratorio.
--	--

PROCEDIMIENTOS – SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

PNO-09: Inspección técnica de seguridad pre-práctica	
OBJETIVO	Verificar que las condiciones ambientales y los equipos de emergencia sean óptimos antes del ingreso de estudiantes.
RESPONSABLES	Docente / Responsable de seguridad
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de infraestructura: Verificar antes de cada práctica experimental que la infraestructura esté acorde a los procesos a realizar durante la experimentación. • Control de emergencias: Aplicar protocolos, garantizar seguridad inmediata. • Registro de hallazgos: Completar la Ficha de inspección Pre-Clase (APÉNDICE 14). Si se detecta una anomalía crítica, la práctica debe suspenderse hasta su corrección.

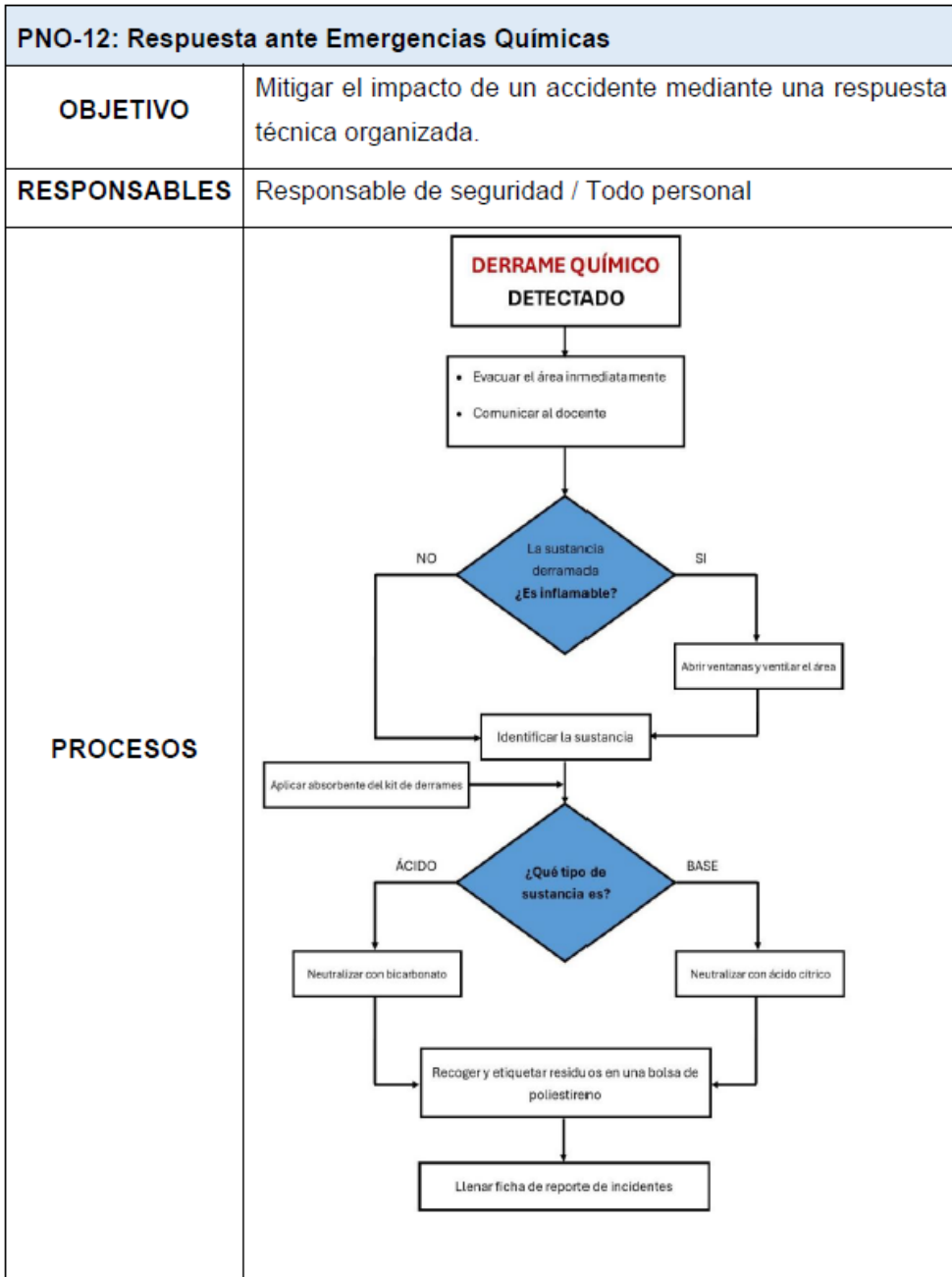
PNO-10: Gestión operativa de reactivos y sustancias químicas	
OBJETIVO	Estandarizar la manipulación de sustancias para prevenir derrames o reacciones no controladas.

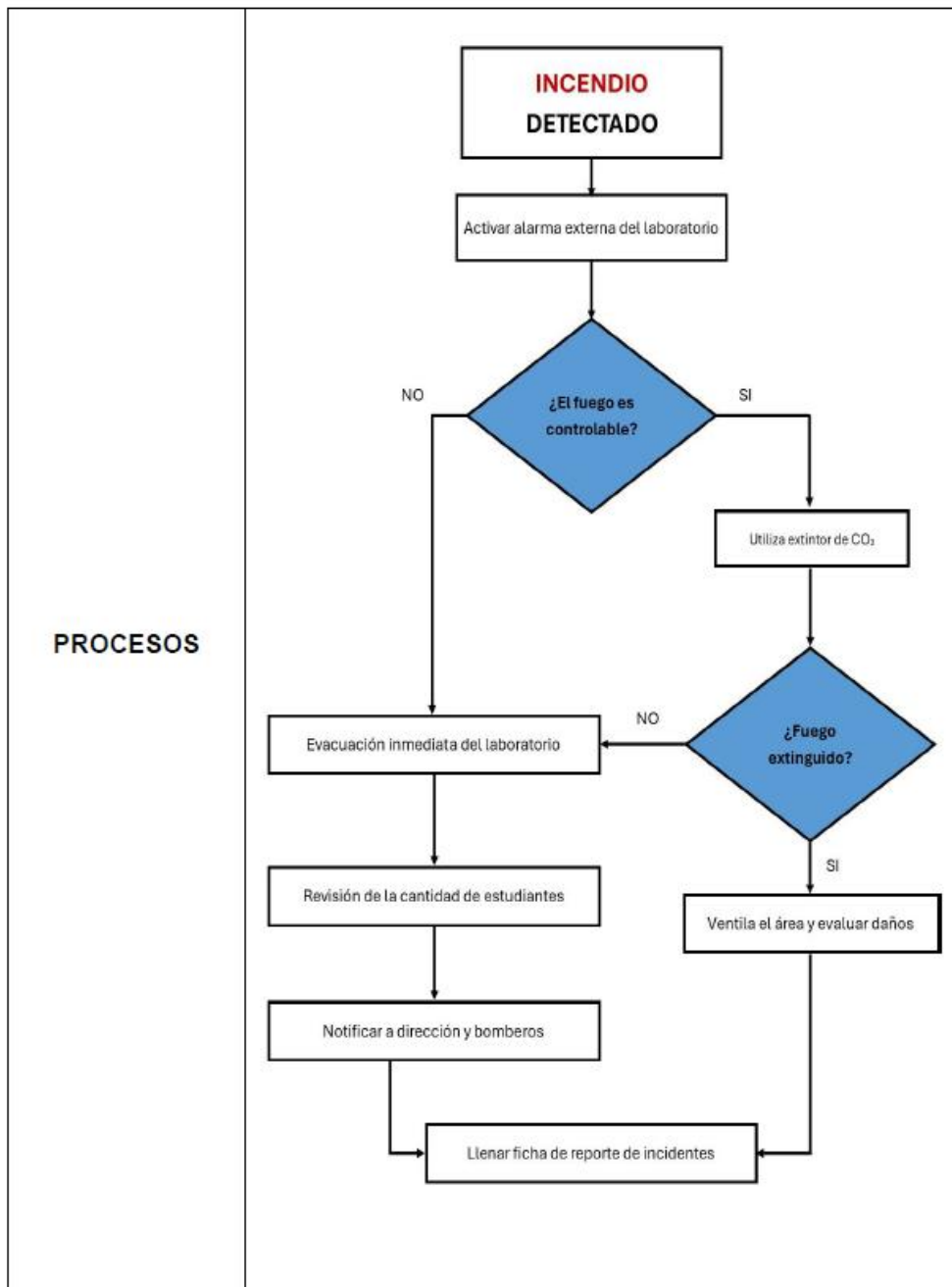
	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	23 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

RESPONSABLES	Docente / Responsable de seguridad
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta de SDS: Antes de manipular cualquier reactivo y revisar la Ficha de Datos de Seguridad para identificar riesgos específicos. • Trasvase seguro: Realizar el trasvase de líquidos inflamables o volátiles en un espacio ventilado, utilizando embudos y recipientes secundarios. • Etiquetado: Asegurar que todo frasco secundario cuente con el pictograma del SGA correspondiente.

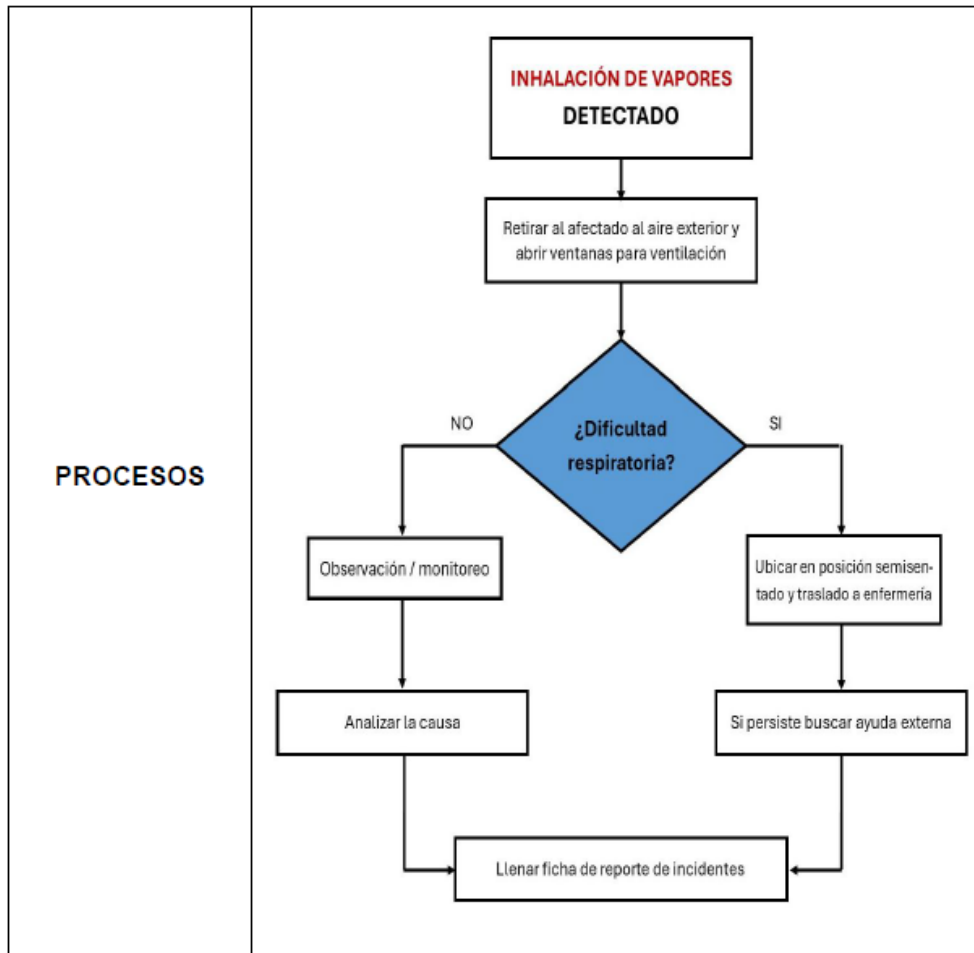
PNO-11: Segregación y disposición de residuos químicos	
OBJETIVO	Asegurar que los desechos peligrosos no generen reacciones cruzadas y cumplan la normativa ambiental.
RESPONSABLES	Docente / Responsable de seguridad
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Neutralización: Los ácidos y bases fuertes deben ser neutralizados a un pH cercano a 7 antes de ser dispuestos en sus contenedores específicos. • Clasificación en contenedores: <ul style="list-style-type: none"> ○ Solventes orgánicos. ○ Soluciones acuosas de metales pesados. ○ Sólidos contaminados. • Almacenamiento temporal: Trasladar los contenedores sellados al área de acopio interna, evitando el llenado superior al 80% de su capacidad.

MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO






MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO



PNO-13: Segregación y disposición de residuos químicos	
OBJETIVO	Documentar eventos no deseados para evitar su recurrencia bajo el enfoque de mejora continua.
RESPONSABLES	Responsable de seguridad


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	27 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación: Todo incidente debe reportarse al Responsable de seguridad en menos de 24 horas. • Registro: Llenar la Ficha de reporte de incidentes (APÉNDICE 13) detallando causas y testigos. • Análisis de causa/raíz: Evaluar si el fallo fue por falta de EPP, error de procedimiento o falla de infraestructura para actualizar la matriz IPERC (APÉNDICE 12).
----------------	---

PROCEDIMIENTO – ALMACENAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS


PNO-14: Clasificación de residuos	
OBJETIVO	Identificar la peligrosidad del desecho para determinar su ruta de disposición.
RESPONSABLES	Docente / Personal de apoyo
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación: Al finalizar la práctica, el docente clasifica el remanente en: Peligroso, No Peligroso (papel, plástico limpio), Reciclable (vidrio limpio) o Biológico (si aplica). • Identificación: Si el residuo es mezcla, se clasificará por su componente más peligroso según la SDS.

PNO-15: Procedimientos de almacenamiento temporal	
OBJETIVO	Mantener los residuos en condiciones seguras hasta su retiro externo.
RESPONSABLES	Responsable de seguridad / Personal de apoyo

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	28 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Contenedores: Uso de galones de polietileno de alta densidad para ácidos/bases y recipientes de vidrio para solventes. • Etiquetado (APÉNDICE 20): Todo envase debe llevar la etiqueta de acuerdo a la información de las mismas. • Compatibilidad: Los residuos se ubican en estanterías según la Matriz de compatibilidad química (APÉNDICE 17). • Condiciones: El área debe contar con ventilación y señalización de "Residuos Peligrosos".
----------------	---

PNO-16: Gestión de residuos (Recolección y disposición)	
OBJETIVO	Asegurar que el desecho salga de la institución hacia un tratamiento técnico.
RESPONSABLES	Responsable de seguridad / Gestor externo
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección Interna: El personal de apoyo trasvasa los residuos de los vasos de precipitación a los contenedores de almacenamiento de acuerdo con el flujograma para el desecho de residuos (APÉNDICE 21). • Transporte Externo: Se coordina con el gestor autorizado por el MAE para el retiro semestral. • Tratamiento: Exigir el "Certificado de disposición final" para cerrar el ciclo de trazabilidad.


	UNIDAD EDUCATIVA	Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
		Fecha	2025
		Página	29 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

PNO-17: Gestión de registros de almacenamiento	
OBJETIVO	Mantener evidencia técnica para auditorías ISO 14001.
RESPONSABLES	Responsable de seguridad
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> Bitácora (APÉNDICE 18): Registro diario de ingresos al almacén temporal (cantidad en gramos/ml, tipo de residuo, fecha). Inspección Mensual: Aplicación del <i>Checklist</i> de cumplimiento ambiental para detectar fugas o falta de etiquetas. El Responsable de seguridad deberá completar mensualmente la lista de inspección de almacenamiento (APÉNDICE 19).

FORMATOS Y REGISTROS

El sistema de control se basa en los siguientes documentos operativos:

- Apéndice 1: Hoja de vida de equipo.
- Apéndice 2: Cronograma anual de mantenimiento y calibración.
- Apéndice 3: Control de inventario de reactivos.
- Apéndice 4: Matriz de competencia técnica.
- Apéndice 5: Registro de capacitación y evaluación.
- Apéndice 6: Reporte de No Conformidad.
- Apéndice 7: Acta de revisión gerencial.
- Apéndice 8: Acta de compromiso de imparcialidad y confidencialidad.
- Apéndice 9: Lista de verificación integral.
- Apéndice 10: Informe de auditoría interna.
- Apéndice 11: Acta de Designación del Responsable de Seguridad.
- Apéndice 12: Matriz de Riesgo - IPERC.

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	30 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

- Apéndice 13: Ficha de Reporte de Incidentes.
- Apéndice 14: Ficha de Inspección Pre-Clase.
- Apéndice 15: Bitácora de uso de recursos.
- Apéndice 16: Solicitud de adquisición de materiales.
- Apéndice 17: Matriz de compatibilidad química.
- Apéndice 18: Bitácora de generación y control de incidentes.
- Apéndice 19: Lista de inspección mensual de almacenamiento.
- Apéndice 20: Etiquetas para residuos
- Apéndice 21: Flujograma para desecho de residuos.


NOTAS

Operatividad del manual

- **Matriz de riesgos (APÉNDICE 12):** Esta matriz debe ser revisada por el docente antes de cada nueva práctica académica. No se permite el inicio de actividades si el nivel de riesgo residual es calificado como "Crítico" sin medidas de control adicionales.
- **Uso de EPP:** La responsabilidad del uso de bata, gafas y guantes es individual, pero la supervisión es obligatoria por parte del docente. El Responsable de seguridad tiene la facultad de retirar del área a cualquier persona que incumpla esta norma.

Fichas SDS: Es obligatorio que una copia física o digital (accesible sin internet) de las fichas de datos de seguridad esté disponible dentro del laboratorio durante la manipulación de reactivos.

Según la norma ISO 17025, no se debe contabilizar un equipo como "calibrado" o un reactivo como "verificado" si no existe el respaldo físico o digital (Certificado de Calibración o Ficha SDS) que lo sustente. La veracidad del dato es obligatoria para garantizar que la sostenibilidad del laboratorio sea auditable y técnica.


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	31 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

Cualquier resultado que se ubique por debajo de la meta establecida (ej. un cumplimiento normativo menor al 70%) debe disparar de forma inmediata un Reporte de no conformidad (**APÉNDICE 6**). Esto obliga al Responsable de seguridad a aplicar el ciclo PHVA, investigando la causa raíz para evitar que el incumplimiento se convierta en un riesgo crítico para la seguridad de los estudiantes.

Los resultados de estos KPIs deben constar en el acta de revisión gerencial (**APÉNDICE 7**) para que la dirección del colegio asigne el presupuesto necesario para corregir las desviaciones.


Si el KPI IDA cae en el rango del 75-89%, el Responsable de seguridad debe emitir un Reporte de No Conformidad (**APÉNDICE 6**) y programar una acción correctiva en un plazo máximo de 15 días.

- Utilizar un Dashboard compartido para que los indicadores sean visibles en tiempo real por las autoridades del colegio, facilitando la transparencia y la cultura de seguridad.


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	32 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

INDICADORES DE DESEMPEÑO (KPIs)

Índice de disponibilidad y calibración de equipos	Índice de eficiencia en gestión de reactivos
<p>Objetivo: Garantizar que los equipos de medición estén operativos y cuenten con trazabilidad metrológica vigente.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Equipos operativos y con calibración vigente}}{\text{Total de equipos críticos en inventarios}} \times 100$ <p>Meta: 100% para equipos de medición.</p>	<p>Objetivo: Minimizar el desperdicio y riesgo ambiental mediante el control de las fechas de caducidad y stock.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Número de reactivos vencidos}}{\text{Total de reactivos en el inventarios}} \times 100$ <p>Meta: Menos del 5% anual.</p>
Índice de competencia técnica del personal	Tasa de cumplimiento de registros
<p>Objetivo: Elevar el nivel de autonomía y conocimiento del personal en el manejo de riesgos, etc.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Personal con promedio } \geq 2 \text{ en matriz de competencia}}{\text{Total de personal evaluado}} \times 100$ <p>Meta: > 85% (cierre del periodo lectivo)</p>	<p>Objetivo: Asegurar la trazabilidad documental de cada práctica, mantenimiento e incidente.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Bitácoras y registros llenados correctamente}}{\text{Total de registros generados en el periodo}} \times 100$ <p>Meta: 100%.</p>
Porcentaje de cumplimiento normativo	
<p>Objetivo: Garantizar que el laboratorio cumpla con los requisitos y las normas ISO 17025 e ISO 9001 para asegurar la calidad.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Número de puntos "Cumplidos" (Checklists)}}{\text{Total de puntos de control aplicables}} \times 100$	


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	33 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

Meta: De forma progresiva hasta superar el 85% de cumplimiento (Nivel de madurez del sistema).	
Eficacia en la inspección de equipos de emergencia	Índice de competencia técnica en riesgo químico
Objetivo: Garantizar la operatividad constante de duchas, lavavojos y extintores del laboratorio. Fórmula: $\frac{\text{Número de inspecciones mensuales realizadas con éxito}}{\text{Número de inspecciones programadas}} \times 100$ Meta: 100%.	Objetivo: Asegurar que todo el personal posea los certificados para manipular sustancias peligrosas. Fórmula: $\frac{\text{Número de inspecciones mensuales realizadas con éxito}}{\text{Número de inspecciones programadas}} \times 100$ Meta: 100%.
Tasa de accidentabilidad	Porcentaje de cumplimiento normativo
Objetivo: Monitorear la seguridad física de estudiantes y docentes para reducir la ocurrencia de lesiones o enfermedades ocupacionales. Fórmula: $\frac{\text{Número de Accidentes + Incidentes en el periodo}}{\text{Número de prácticas totales}} \times 100$ Meta: 0 accidentes y una tendencia decreciente en incidentes menores (< 2% mensual).	Objetivo: Garantizar que el laboratorio cumpla con los requisitos legales y las normas ISO 45001 e ISO 31000 para asegurar la calidad. Fórmula: $\frac{\text{Número de puntos "Cumplidos" (Checklists)}}{\text{Total de puntos de control aplicables}} \times 100$ Meta: De forma progresiva hasta superar el 85% de cumplimiento (Nivel de madurez del sistema).

	UNIDAD EDUCATIVA	Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
		Fecha	2025
		Página	34 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


Índice de desempeño ambiental (IDA)	Tasa de segregación correcta en la fuente
<p>Objetivo: Evaluar el nivel de orden, etiquetado y seguridad en el área de almacenamiento de residuos para mitigar riesgos.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Número de puntos "Cumplidos" (Checklists)}}{\text{Total de puntos de control aplicables}} \times 100$ <p>Meta: ≥ 90% (Nivel de riesgo bajo).</p>	<p>Objetivo: Medir la eficacia de la capacitación a estudiantes y docentes, asegurando que los residuos no se mezclen de forma incompatible.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Número de contenedores correctamente etiquetados y segregados}}{\text{Total de contenedores inspeccionados en el periodo}} \times 100$ <p>Meta: 100%.</p>
Índice de reducción de residuos peligrosos	
<p>Objetivo: Monitorear la efectividad de las micro-técnicas y la optimización de reactivos para disminuir el impacto ambiental y los costos de disposición final.</p> <p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Kg de residuos peligrosos año actual} - \text{Kg año anterior}}{\text{Kg de residuos peligrosos año anterior}} \times 100$ <p>Meta: – 5% anual (Reducción progresiva).</p>	


CONTROL DE CAMBIOS			
VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	2026	Emisión inicial del manual	Responsable de seguridad

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	35 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


APÉNDICES

APÉNDICE 1 – HOJA DE VIDA DE EQUIPO

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____		Código	LQ-MOCI-01
			Versión	1
			Fecha	2025
			Página	1 de 1
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS				
1. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Código del equipo:		Fecha de adquisición:		
Nombre del equipo:		Serie:		
Marca:		Modelo:		
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DOCUMENTACIÓN				
Rango de medición:		Manual del usuario:		
Resolución:				
3. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Año de ejecución:		Otros:		
Limpieza externa				
Nivelación				
Verificación de encendido				
Limpieza de sensores		Responsable:		
4. HISTORIAL DE NOVEDADES Y ACCIONES CORRECTIVAS				
Fecha	Descripción de falla/novedad	Acción correctiva	Estado final	
5. VALIDACIÓN Y RESPONSABILIDADES				
FIRMA		FIRMA		
NOMBRE		NOMBRE		
DOCENTE		RESPONSABLE DE SEGURIDAD		

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	36 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 2 – CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGL-02
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			

ESTRATEGIA DE PLANIFICACIÓN


- **Mantenimiento preventivo:** Ejecutado internamente por el docente de área.
- **Mantenimiento correctivo:** Programado preferentemente en el periodo de vacaciones estudiantiles.
- **Calibración Externa:** Según la fecha de vencimiento del certificado de cada equipo para optimizar el presupuesto.

PLANIFICACIÓN POR TRIMESTRES				
CÓDIGO DE EQUIPO	1ER TRIMESTRE	2DO TRIMESTRE	3ER TRIMESTRE	4TO TRIMESTRE
TORRE-LABQUIM-XXXXX				
TORRE-LABQUIM-XXXXX				
TORRE-LABQUIM-XXXXX				
TORRE-LABQUIM-XXXXX				


SEGUIMIENTO DE CALIBRACIONES EXTERNAS			
CÓDIGO DE EQUIPO	ÚLTIMA CALIBRACIÓN	VENCIMIENTO DE CERTIFICADO	PROVEEDOR SUGERIDO
TORRE-LABQUIM-XXXXX			
TORRE-LABQUIM-XXXXX			
TORRE-LABQUIM-XXXXX			

El Representante de Seguridad verificará trimestralmente que los mantenimientos se hayan realizado según este calendario para asegurar la operatividad del MGI.

FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
RESPONSABLE DE SEGURIDAD	RECTORADO

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	38 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 4 – MATRIZ DE COMPETENCIA TÉCNICA

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGI-04
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
MATRIZ DE COMPETENCIA TÉCNICA			

1. DEFINICIÓN DE LA ESCALA DE COMPETENCIA

Se utilizará una escala numérica del 1 al 3 para evaluar el grado de autonomía del personal:


1	En formación	Requiere supervisión directa constante. No puede operar solo.
2	Autónomo	Posee los conocimientos para operar sin supervisión y gestionar riesgos básicos.
3	Experto	Puede capacitar a otros y liderar protocolos de emergencia.

2. MATRIZ DE COMPETENCIAS


NOMBRE	COMPETENCIA NORMATIVA	GESTIÓN DE RIESGOS	USO DE EQUIPOS	PRIMEROS AUXILIOS QUÍMICOS	PUNTAJE PROMEDIO

3. VALIDACIÓN

FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
RESPONSABLE DE SEGURIDAD	COORDINACIÓN ACADÉMICA

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	39 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


APÉNDICE 5 – REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y EVALUACIÓN

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOCL-05
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y EVALUACIÓN			


1. DATOS DE LA CAPACITACIÓN			
Fecha:		Duración (horas):	
Instructor:	Representante de seguridad	Capacitador externo:	


2. REGISTRO DE ASISTENCIA Y RESULTADOS			
NOMBRE DE PARTICIPANTE	FIRMA DE ASISTENCIA	RESULTADO DE EVALUACIÓN	ESTADO

VALIDACIÓN DE LA CAPACITACIÓN		
FIRMA	FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE
CAPACITADOR	REPRESENTANTE DE SEGURIDAD	COORDINACIÓN ACADÉMICA


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	40 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


APÉNDICE 6 – FORMATO DE REPORTE DE NO CONFORMIDAD

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____		Código	LQ-MOGI-05
			Versión	1
			Fecha	2025
			Página	1 de 1
REPORTE DE NO CONFORMIDAD (NC)				
1. IDENTIFICACIÓN DE LA NO CONFORMIDAD				
Origen de la NC (Marque con X):				
	<input type="checkbox"/> Auditoria Interna		<input type="checkbox"/> Inspección de Rutina	
	<input type="checkbox"/> Accidente / Incidente		<input type="checkbox"/> Queja de estudiante/Padre	
Manual afectado:				
	<input type="checkbox"/> Seguridad y salud ocupacional	<input type="checkbox"/> Sostenibilidad	<input type="checkbox"/> Almacenamiento y gestión de residuos	
Descripción del hallazgo: <i>(Describa qué sucedió, dónde y qué norma o procedimiento se incumplió)</i>				
Nivel de criticidad	Mayor: Afecta la integridad física o legal inmediata.			
	Menor: Desviación documental o de proceso que no genera riesgo inminente.			
	Observación: Oportunidad de mejora para evitar una futura NC.			
2. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (Metodología de los 5 Porqués)				
Causa raíz:				
4. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (Metodología de los 5 Porqués)				
	ACCIÓN A REALIZAR	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	
	Corrección inmediata:			
	Acción para eliminar la causa raíz:			
5. CIERRE Y VERIFICACIÓN DE EFICACIA (Debe ser completado por el Responsable de Seguridad)				
¿La acción tomada eliminó la causa raíz y evitó la recurrencia?		SI	Observaciones de cierre:	
<i>Si la respuesta es NO, se debe abrir una nueva NC</i>		NO		
6. FIRMAS DE VALIDACIÓN				
FIRMA		FIRMA		
NOMBRE		NOMBRE		
DOCENTE		RESPONSABLE DE SEGURIDAD		

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	41 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 7 – ACTA DE REVISIÓN GERENCIAL

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGL-07	
		Versión	1	
		Fecha	2025	
		Página	1 de 2	
ACTA DE REVISIÓN GERENCIAL				
1. INFORMACIÓN GENERAL				
Periodo evaluado:		Fecha:	Lugar:	
Participantes Obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> • Rector: Máxima autoridad (aprobación estratégica). • Administrador: Gestión de presupuesto y recursos. • Coordinador académico: Enlace con el currículo y docentes. • Responsable de Seguridad: Presentación de datos técnicos y hallazgos. 				
2. ORDEN DEL DÍA				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Estado de las acciones de revisiones gerenciales previas. 2. Cambios en las cuestiones externas e internas (Contexto del colegio). 3. Presentación de Resultados de Desempeño (KPIs de los Manuales). 4. Adecuación de recursos y eficacia de las acciones tomadas para abordar riesgos. 5. Oportunidades de mejora y asignación de presupuesto. 				
3. DESARROLLO Y REVISIÓN DE INDICADORES (KPIs)				
MANUAL	INDICADOR	META	RESULTADO ACTUAL	ESTADO *
TM-LQ-12	Índice de disponibilidad y calibración de equipos	100 %		
	Índice de eficiencia en gestión de reactivos	< 5 %		
	Índice de competencia técnica del personal	> 85%		
	Tasa de cumplimiento de registros	100 %		
	Porcentaje de cumplimiento normativo	> 85%		
TM-LQ-06	Eficacia en la inspección de equipos de emergencia	100 %		
	Índice de competencia técnica en riesgo químico	100 %		
	Tasa de accidentabilidad	0 %		
	Porcentaje de cumplimiento normativo	> 85%		
TM-LQ-16	Índice de desempeño ambiental (IDA)	≥ 90%		
	Tasa de segregación correcta en la fuente	100 %		
	Índice de reducción de residuos peligrosos	- 5%		
* <td style="background-color: #FFD700;">**El resultado está cerca de la meta pero no la alcanzó</td> <td colspan="3" style="background-color: #FF0000;">***El resultado está significativamente lejos de la meta</td>	**El resultado está cerca de la meta pero no la alcanzó	***El resultado está significativamente lejos de la meta		
Análisis de desviaciones: (El Responsable de seguridad explica por qué no se cumplió alguna meta y qué No Conformidades se abrieron): 				

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	42 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


4. REVISIÓN DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES
¿Qué riesgos nuevos aparecieron este año?:

5. COMPROMISOS Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS			
Recurso / Acción aprobada	Responsable de ejecución	Presupuesto asignado	Fecha límite


6. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN
<i>(Declaración de la gerencia sobre si el sistema de gestión es conveniente, adecuado y eficaz):</i>


3. FIRMAS DE CONFORMIDAD	
FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
RECTOR	ADMINISTRADOR

FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
COORDINACIÓN ACADÉMICA	RESPONSABLE DE SEGURIDAD


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	43 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 8 – ACTA DE COMPROMISO DE IMPARCIALIDAD Y CONFIDENCIALIDAD


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGI-08
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 2
ACTA DE COMPROMISO DE IMPARCIALIDAD Y CONFIDENCIALIDAD			
1. DATOS DEL SUSCRIPTOR			
Nombre completo:			
Cédula de identidad:		Cargo:	
Rol en el laboratorio:			
2. DECLARACIÓN DE IMPARCIALIDAD			
Por la presente, declaro que entiendo y acepto que la imparcialidad es la base de las actividades del laboratorio. Me comprometo a: <ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar procesos de ensayo y evaluación de manera objetiva y técnica. • No permitir que presiones académicas, administrativas, financieras o personales influyan en la integridad de los datos o resultados generados. • Reportar de forma proactiva al Responsable de seguridad cualquier situación que pueda percibirse como una amenaza a mi objetividad. 			
3. GESTIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS			
Reconociendo la naturaleza académica del laboratorio, declaro bajo juramento que:			
<ul style="list-style-type: none"> • Me abstendré de validar resultados de ensayos o proyectos donde exista una relación personal directa o tutoría que nuble mi juicio técnico. • Informaré sobre cualquier interés personal en proyectos de investigación interna que puedan sesgar la evaluación de resultados. 			
Declaración Actual: (Marque una opción)			
<input type="checkbox"/> No tengo conflictos de interés que declarar a la fecha.			
<input type="checkbox"/> Declaro los siguientes posibles conflictos:			
4. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS			
Me comprometo a salvaguardar la información del laboratorio conforme a los siguientes puntos:			
<ul style="list-style-type: none"> • Mantener la reserva absoluta sobre datos personales de estudiantes (nombres, registros, calificaciones) y resultados técnicos. • No compartir información con terceros sin autorización escrita de la institución, salvo por requerimiento legal expreso. • Reconozco que todos los registros generados son propiedad de la institución y no pueden ser extraídos sin permiso. 			
5. INTEGRIDAD Y DENUNCIA			
He sido informado de la existencia del "Buzón de Integridad" gestionado por la Coordinación Académica. Me comprometo a utilizar este canal de forma responsable para reportar cualquier irregularidad o presión externa detectada, bajo la garantía de anonimato y protección contra represalias.			

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	44 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

6. COMPROMISO Y FIRMA		
<p>Entiendo que el incumplimiento de este acuerdo constituye una falta ética grave que puede derivar en sanciones administrativas y legales según el reglamento institucional. Este compromiso tiene una vigencia de un año lectivo y será revisado mediante auditorías internas.</p> <p>Fecha de suscripción: _____</p>		
FIRMA	FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE
DECLARANTE	RESPONSABLE DE SEGURIDAD	COORDINACIÓN ACADÉMICA

	UNIDAD EDUCATIVA	Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
		Fecha	2025
		Página	45 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 9 – LISTA DE VERIFICACIÓN INTEGRAL

	UNIDAD EDUCATIVA		Código	LQ-MOGL-08				
	LABORATORIO DE QUÍMICA		Versión	1				
	PERIODO LECTIVO _____		Fecha	2025				
	LISTA DE VERIFICACIÓN INTEGRAL		Página	1 de 1				
DI	Sistemática-definida documentalmente e implementada eficientemente.			NDA	Sistemática no definida documentalmente pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.			
ENI	Sistemática-definida documentalmente pero no implementada eficientemente.			NDA	No se ha definido sistemática alguna ni se realizan actuaciones relativas a su creación.			
NORMA	NUMERAL	CRITERIO	EVIDENCIA	NOVA	NDA	CS	EE	OBSERVACIONES
ISO/IEC 17025	REQUISITOS GENERALES Y ESTRUCTURA							
	4.1	¿Se ha identificado y documentado cualquier riesgo a la imparcialidad?	Medios de análisis de riesgos a la imparcialidad y acciones de mitigación.					
	5	¿Están definidos, documentados y comunicados los roles, responsabilidades y autoridad de todo el personal que gestiona, realiza y verifica las actividades del laboratorio?	Organigrama funcional, descripciones de puestos o perfiles de cargos del personal (docentes, técnicos, administrativos).					
	REQUISITOS DE RECURSOS							
	6.2	¿Existen una matriz de competencias que defina los conocimientos requeridos (incluyendo ISO 17025, gestión de riesgo y seguridad) y un plan de capacitación para todo el personal?	Matriz de competencias, Registro de formación y autorización, resultados de evaluación de conocimiento (cuestionarios).					
	6.3	¿El laboratorio cuenta con la infraestructura adecuada para la seguridad y la correcta operación de, al menos, un sistema seguro de reacción, ventilación, zonas de riesgo?	Lista de verificación de infraestructura, planes del laboratorio, protocolos de control de condiciones ambientales.					
	6.4	¿Existe un inventario completo, actualizado y un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar la disponibilidad y eficiencia del equipo?	Inventario de equipos, procedimiento de control de equipos, registros del programa de mantenimiento.					
	6.5	¿Se realiza la verificación o calibración de los equipos de medición críticos (balanzas, pipetas, termómetros) antes de su uso y se mantienen los registros de esta trazabilidad?	Certificados/hojas de calibración/verificación, programa de verificación de equipos.					
	6.6	¿El personal docente que auxiliar que supervisa las prácticas cuenta con evidencia de competencia y capacitación en la correcta manipulación de los balances gravimétricos y la seguridad química básica?	Matriz de competencias, Registro de capacitación o certificados del personal.					
	REQUISITOS DEL PROCESO							
	7.2	¿Todas las pautas de práctica están documentadas, contienen la información necesaria (reactivos, equipos, partes) y han sido verificadas para asegurar que el método funciona en el contexto educativo?	Pautas de práctica formalizadas y controladas (firma evidencia de seguridad), Registro de la verificación interna.					
	7.7	¿Las pautas de práctica incluyen medidas para asegurar la fiabilidad de los resultados (ej. uso de reactivos de control, pruebas de blancos, análisis de datos simples) que permitan evaluar la competencia del estudiante?	Seción de control de calidad e fiabilidad dentro de las pautas de práctica.					
	7.10	¿Existe un procedimiento para gestionar los incidentes de seguridad (ej. quemaduras, desechos) y para la adecuada eliminación de residuos químicos (evitando el desecho por el vertedero)?	Procedimiento de gestión de incidentes/trabajo no conforme, Plan de gestión de residuos químicos.					
	REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN							
	8.3	¿Cómo se asegura el laboratorio de que los estudiantes y docentes usen la versión vigente de las pautas de práctica y protocolos de seguridad?	Lista de documentos o carpetas (físicas/digitales) que contengan cuáles con fecha de última actualización y firmas de revisión.					
	8.4	¿Existe un sistema para registrar el uso de reactivos, la asistencia a prácticas y el mantenimiento preventivo de los equipos?	Hojas de laboratorio dedicadas a reactivos, hojas de vida de equipos y registros de uso de equipos de protección personal (OPP).					
	8.5	¿Se han identificado formalmente los peligros (químicos, físicos, biológicos) de cada práctica y se han establecido medidas para mitigarlos?	Matriz de riesgos del laboratorio o "Análisis de Riesgo por Práctica" donde se detallan los peligros de cada experimento.					
8.7	¿Cuando ocurre un accidente, dentro o fuera de un equipo, cómo se documenta la causa raíz y qué se hace para que no vuelva a suceder?	Formato de reporte de incidentes/No Conformidades que incluye la investigación de la causa y el plan de acción ejecutado.						




UNIDAD EDUCATIVA
LABORATORIO DE QUÍMICA


Código	TM-LQ-01
Versión	1
Fecha	2025
Página	46 de 60

MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO


	8.8	¿Se realizan inspecciones periódicas para verificar que el laboratorio cumple con las normas de seguridad y orden establecidos?	Listas de chequeo (checklists) de inspecciones mensuales o semestrales realizadas por el responsable del laboratorio o el área de seguridad.				
	8.9	¿El Rector o el Consejo Directivo recibe informes sobre el estado del laboratorio, necesidades de insumos y riesgos detectados?	Informe de gestión académica o anual dirigido a las autoridades del riesgo con el respectivo encuadricio o acta de reunión.				
COMIENZO, LIBERAZGO, PLANEACIÓN							
	4.1	¿Se han identificado los cuatros riesgos (ej. falta de manuales, manejo de residuos) y se han establecido los procedimientos de seguridad escolar que impactan en la seguridad y calidad de la enseñanza?	Entrevista a la Dirección, Documento que liste factores de riesgo/opportunidad.				
	4.7	¿Se han determinado y comprendido los requisitos de los alumnos (seguridad, claridad de instrucciones) y diseñados los planes de trabajo, equipos o materiales?	Entrevista a la Dirección, Documento que liste factores de riesgo/opportunidad.				
	5.1	¿Existe evidencia del compromiso de la Dirección y Administradores para asegurar la disponibilidad oportuna de recursos (ej. compra de reactivos, mantenimiento de infraestructura) en un tiempo de respuesta razonable?	Comunicación interna que demuestre la asignación de recursos y presupuesto.				
	5.1	¿Se ha identificado, evaluado y tratado el riesgo de accidente por desconocimiento de procedimientos (falta de manuales) y el escape de reactivos de prácticas incorrectas por fallas de seguridad?	Registro de sesiones de seguridad química y protocolos con sus planes de mitigación.				
	APoyo						
	7.1.4	¿Las instalaciones físicas, ventilación y equipos de seguridad (cabinas, botiquín) son adecuados para las prácticas realizadas y se realiza algún tipo de mantenimiento básico?	Registro de inspecciones básicas o de mantenimiento.				
	7.1.5	Dado que las balanzas analíticas son críticas, ¿el laboratorio tiene un plan para verificar su precisión (ej. con pesas patrón o referencias que concuerden) antes de cada día o uso crítico?	Protocolo de verificación de balanzas (o calibración), Registro de verificación/calibración recientes.				
	7.2	¿El personal docente y/o auxiliar que supervisa las prácticas cuenta con evidencia de competencia y capacitación en la correcta manipulación de las balanzas analíticas y la seguridad química básica?	Matriz de competencias, Registro de capacitación o certificados del personal.				
	7.5.1	¿Existe algún tipo de documento (ej. guía de lectura, hoja de trabajo) que formalice la instrucción paso a paso para las prácticas más peligrosas o comunes?	Muestra de la guía de lectura o de trabajo usada por los estudiantes, (o) registro de manuales (POC) cada en riesgo de HCC.				
	Operación						
ISO 9001	8.1.1	¿Se controlan las "entraditas" al proceso (ej. se verifica la pureza o el estado de los reactivos antes de la práctica) y las "salidas" (ej. la correcta disposición de residuos al finalizar la práctica)?	Bitácora de inventario y recepción de reactivos, Procedimiento de gestión de residuos.				
	8.6	¿El docente tiene un criterio y un método formal para validar y "liberar" el resultado de una práctica (ej. nota, informe final) para asegurar que el alumno cumplió con los objetivos de calidad?	Criterios de evaluación en el plan de estudios o rúbricas de calificación.				
	8.7	¿Cómo se reportan y manejan las fallas que ocurren durante la práctica (ej. balanza averiada, material esparcido, resultado de práctica que no coincide con lo esperado)?	Libro de novedades, o un formato de registro de incidentes/hoja de conformidad.				
Evaluación del desempeño							
	9.1.2	¿Cómo se mide el desempeño de los estudiantes en cumplimiento con las capacidades de aprendizaje de los alumnos?	Evidencia de satisfacción estudiantil post-práctica o lección de aprendizajes pedagógicas.				
	9.1.3	¿Se analizan los datos de las prácticas (ej. porcentaje de aprobación, medias de reactivos, cumplimiento de cronograma)?	Cálculos o informes que resuman el desempeño del laboratorio al final del semestre.				
	9.2	¿Existe un proceso de revisión periódica para asegurar que se respetan los protocolos de seguridad y orden en el laboratorio?	Lista de chequeo (Checklist) de inspección mensual firmada por el responsable.				
	9.3	¿La dirección del laboratorio revisa formalmente las necesidades de recursos y fallas del laboratorio para tomar decisiones?	Acta de reunión donde la dirección aprueba el plan operativo o presupuesto del laboratorio.				
Mejora							
	10.2	Cuando ocurre un incidente (accidente, reactivo contaminado o equipo dañado), ¿se registra y se analiza por qué pasó?	Bitácora de incidentes y Registro de Acciones Correctivas donde se detalla la causa raíz y la solución.				
	10.3	¿Qué cambios se han implementado este año para que las prácticas sean más seguras o eficientes que el anterior?	Comparativo de costos de laboratorio actualizados o registros de nuevos métodos de disposición de residuos.				
Marco de Referencia							

	UNIDAD EDUCATIVA				Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA				Versión	1
					Fecha	2025
					Página	47 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO						


ISO 31000	5.2	¿Deliberca comunicada una política de seguridad y gestión del riesgo en el laboratorio, aprobada por la Alta Dirección?	Documento de la Política de Seguridad con fecha y firma de la Dirección; Cartelinas de divulgación.						
		¿Se demuestran asignaciones presupuestarias para el mantenimiento de equipos de seguridad críticos (ej. duchas de emergencia, extractores) y la adquisición de EPP especializada?	Registros presupuestarios o facturas de compra/mantenimiento de equipos de seguridad en los últimos 12 meses.						
	5.4.1	¿Se posee un inventario de los requisitos legales (normativas de Bomberos, Bomberos ambientales, etc.) y se evidencia su cumplimiento periódico?	Listado de requisitos Legales; Certificados de inspección vigentes (ej. extintores, sistema eléctrico, ventiladores).						
		¿Se ha evaluado la competencia técnica del personal (docentes y técnicos) en el manejo de químicas peligrosas, primeros auxilios y respuesta a emergencias?	Matriz de Competencias del personal; Certificados de capacitación en manejo de Materiales Peligrosos (HAZMAT) u similares.						
	5.4.3	¿Está formalmente designado un Director del Riesgo (Jefe de Laboratorio o Coordinador EHS) con autoridad y responsabilidad explícita sobre la seguridad operacional en el laboratorio?	Organigrama o Descripción de Puestos que especifique las responsabilidades EHS.						
	PROCESO								
	6.3.4	¿Se ha definido y formalizado una Matriz de Riesgo que establezca umbrales claros para la aceptación o rechazo de un riesgo, priorizando los daños físicos o catastróficos?	Documento de la Matriz de Riesgo aprobada, con criterios de consecuencia definidos (ej. FATALIDAD, Daño Permanente, Cumplimiento Legal).						
	6.4.0	¿Existe un inventario actualizado que cubra todas las fuentes de riesgo (personas, equipos, infraestructura) y los eventos peligrosos potenciales asociados a las prácticas?	Inventario de Sustancias Químicas (con Hojas de Seguridad SDS/MSDS); Listado de riesgos identificados por Zona o por Práctica.						
	6.4.3	¿Los análisis de riesgo incluyen una evaluación de la efectividad real de los controles actuales (ej. ¿los estudiantes realmente usan el CDS adecuado)? ¿se registra la fecha de caducidad de las químicas?	Registros de Inspecciones de Seguridad Operacional; Evaluación de Riesgos (RIS/RS) actualizada; Evidencia de la evaluación del riesgo residual.						
	CONTEXTO DE ORGANIZACIÓN - LIDERAZGO								
4.1	Comprender el Contexto y Partes Interesadas	¿La Dirección ha definido el alcance del SSGS para incluir el laboratorio? ¿Se identifican las expectativas de los grupos (partes de los hijos) como requisito externo?							
4.1	Liderazgo y revisión de la cultura	¿Existe un responsable de seguridad del laboratorio formalmente designado? ¿Se ha asignado un presupuesto anual verificable para reposición de seguridad (cartas, cuartos, resacas de limpieza)?							
5.4	Consulta y Participación	¿Hay algún mecanismo (ej. Encuesta, reunión trimestral) donde el personal y estudiantes puedan reportar fallas o sugerencias de seguridad sin represalias?							
PLANIFICACIÓN - APOYO									
6.1.2	Identificación de Riesgos y Evaluación de Riesgos (Riesgo Químico)	¿Se mantiene un inventario de químicos y se controlan las fichas de Datos de Seguridad (SDS) de los reactivos clase? (Nunca el riesgo es bajo, la SDS es la base informativa).							
	Control de la Infraestructura de Seguridad	¿Las duchas de seguridad y lavas los están deobstruidos, actualizados y se prueban semanalmente (registro informal de prueba visual)?							
6.1.3	Requisitos Legales	¿Se conocen y se cumplen las normas mínimas de almacenamiento de productos químicos (ej. separación de ácidos y bases, inflamables en gabinetes especiales)?							
6.1.4	Planificación de Asistencia	¿Se ha elaborado un Plan de Emergencia sencillo y comunicado a estudiantes y docentes sobre qué hacer en caso de derrame, incendio menor o accidente personal?							
7.2	Competencia (Capacitación)	¿Los profesores tienen evidencia de formación en la gestión de riesgos químicos generada en el laboratorio? (Requisito legal común para entornos con riesgos).							
OPERACIÓN									
6.1	Planificación y Control Operacional (Prácticas)	¿Existe un conjunto de Pruebas de Oro del Laboratorio con fecha (ej. uso obligatorio de EPP, prohibido comer) y sanciones en la entrada y estaciones de trabajo?							
6.1.3	Control del Cambio	¿Existe un proceso simple para autorizar o implementar nuevas prácticas de laboratorio o la compra de un nuevo equipo que pueda introducir un nuevo riesgo?							

	UNIDAD EDUCATIVA		Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA		Versión	1
			Fecha	2025
			Página	48 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO				

ISO 14001	8.0	Preparación y Respuesta a Emergencias	¿Dónde un list de dominios básicos y adecuado para los químicos de bajo riesgo utilizados? ¿El personal sabe cómo usarlo?								
	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO - MEJORA										
	9.1	Monitoreo de Control y Cumplimiento de Seguridad		Bitácora de inspección mensual de duchas y lavajos. Chequeo de seguridad durante por el docente antes de la clase.							
	9.2	Verificación Sistemática del Laboratorio (Auditoría Interna)		Auditoría interna realizada por el responsable de SST de la institución o por un comité paritario, indicando el estado de las estancias de químicos.							
	9.3	Revisión Occasional del Riesgo Educativo		Acta de reunión de fin de año donde se exponen las necesidades de seguridad del laboratorio y las decisiones tomadas por la dirección para asignar presupuesto.							
	10.2	Occasión de Accidentes, Incidentes y Varas		Formatos de "Reporte de Incidentes" completados, donde se analice la causa raíz (¿el alumno se usaba guantes? ¿el equipo de trabajo era adecuado?) y la acción tomada para que no vuelva a ocurrir.							
	10.3	Evaluación de la Seguridad Química		Plan de actualización de gases de laboratorio donde se evidencie la Sustitución (ej. cambiar una política que usaba solventes orgánicos tóxicos por una de "Química Verde" con sustancias inofensivas).							
	ORGANIZACIÓN - LIBERAZO - PLANIFICACIÓN										
	4.3	¿El alcance documentado del OSA incluye las actividades específicas del laboratorio (almacenamiento, prácticas, gestión de residuos)?		Manual/documento de alcance del OSA.							
	4.5	¿La Política incluye un compromiso explícito con la prevención de la contaminación y el manejo seguro de sustancias químicas?		Política ambiental firmada.							
	6.1.2	¿Se ha identificado y evaluado la significancia de la generación de Residuos Peligrosos (solventes, ácidos, metales) y las emisiones a la atmósfera?		Matriz de Aspectos y Evaluación de Significancia con enfoque de ciclo de vida.							
	6.1.3	¿Se conoce y aplica la normativa ecuatoriana (p. ej., Reglamento de Residuos Peligrosos y Especiales) y los permisos ambientales aplicables al laboratorio?		Registro de Requisitos Legales y su estado de cumplimiento.							
	6.1.3	¿La disposición final de los residuos químicos peligrosos es evaluada por un Comité Ambiental Autorizado por el MAE/Ministerio de Ambiente?		Contrato y manifiestos de entrega a gestor autorizado.							
SOPORTE - OPERACIÓN											
7.2	¿Existe evidencia formal (prestos) de que el personal del laboratorio ha sido entrenado en segregación de residuos químicos y uso correcto de Hojas de Datos de Seguridad (HDS)?		Registros de capacitación específica.								
8.1	¿Existe un inventario actualizado y un proceso de revisión de caducidad para los reactivos químicos en almacenamiento?		Registro de inventario con fechas de caducidad.								
8.1	¿Existen procedimientos Normalizados de Operación (NOC) para la segregación en la fuente de los residuos químicos y su etiquetado según la normativa ecuatoriana?		Procedimientos escritos, inspección in situ de los contenedores de residuos.								
8.2	¿Existe un plan documentado de respuesta a derrames químicos y se ha realizado y documentado simulacros de respuesta en los últimos 12 meses?		Plan de Emergencias, registros de simulacros, disponibilidad de kits de contención.								
DESEMPEÑO - MEJORA											
9.1.2	¿Se realiza la evaluación del cumplimiento de las obligaciones legales aplicables, y se documenta el resultado?		Reportes internos de evaluación de cumplimiento.								
10.2	Ante un suceso de vertido accidental en las tarjas (derrame) e involucramiento de químicos en el aula, ¿existe un registro del incidente y se han tomado medidas para evitar que el caso de manipulación se repita?		Reporte/Bitácora que describa el evento. Registros de capacitaciones sobre inducción de seguridad referada a la inducción de reglas de protección y uso de neutralización.								

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	49 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 10 – INFORME FINAL DE AUDITORIA INTERNA

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGI-10
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
INFORME DE AUDITORÍA INTERNA			

1. INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha de ejecución:		Auditor:	
Manual evaluado:			
Seguridad y salud ocupacional	Sostenibilidad	Almacenamiento y gestión de residuos	


2. RESUMEN DEL NIVEL DE CUMPLIMIENTO			
NORMA EVALUADA	PUNTOS TOTALES (NUMERALES)	PUNTOS "DI" (CUMPLIDOS)	% CUMPLIMIENTO
PROMEDIO GLOBAL			

3. EVIDENCIAS Y MUESTREO REALIZADO	
Bitácoras revisadas:	
Equipos/Reactivos inspeccionados:	
Personal entrevistado (Muestra):	


4. HALLAZGOS DE AUDITORÍA		
ID HALLAZGO	NUMERAL	DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD (EVIDENCIA)
Fortalezas:		

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
Declaración del Auditor sobre el estado general de madurez del laboratorio

6. FIRMAS DE VALIDACIÓN	
FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
AUDITOR	AUDITADO

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	50 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 11 – ACTA DE DESIGNACIÓN

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGL-19
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
LISTA DE INSPECCIÓN MENSUAL DE ALMACENAMIENTO			


SISTEMA DE CALIFICACIÓN Y DESEMPEÑO		
Para cada ítem, asigne un puntaje del 1 al 5 según los siguientes criterios técnicos:		
5	EXCELENTE	Cumplimiento total, evidencia disponible y personal capacitado.
4	BUENO	Cumplimiento total, pero falta actualizar algún registro menor.
3	ACEPTABLE	Cumplimiento parcial; existen control pero con oportunidades de mejora.
2	DEFICIENTE	Incumplimiento parcial; el riesgo no está controlado adecuadamente.
1	CRÍTICO	Incumplimiento total o situación de peligro inminente.

FORMATO DE INSPECCIÓN			
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIONES
INFRAESTRUCTURA	¿El sistema de extracción mecánica funciona y el flujo de aire es constante?		
EMERGENCIA	¿Los dispositivos portátiles de lavajos están llenos y con fecha vigente?		
INCENDIOS	¿El extintor de CO ₂ está presurizado, señalizado y con acceso libre?		
CONTENCIÓN	¿Las bandejas de polipropileno están limpias y sin grietas?		
SEGREGACIÓN	¿Se respeta la Matriz de Compatibilidad en las estanterías?		
ACCESO	¿El personal docente que comparte la llave sigue los protocolos de orden?		
DOCUMENTACIÓN	¿Las FDS y la Bitácora (Anexo 03) están físicamente en el área y al día?		
ETIQUETADO	¿Todos los galones tienen el Anexo 02 (Etiqueta SGA) legible y completo?		
ÍNDICE DE DESEMPEÑO AMBIENTAL			


CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO AMBIENTAL (IDA)		
Fórmula: IDA = (Suma de puntos obtenidos x 2.5)		
RANGO IDA	NIVEL DE RIESGO	ACCIÓN REQUERIDA
90 – 100 %	Bajo	Mantener controles actuales.
75 – 89 %	Medio	Programar acción correctiva en menos de 15 días.
< 75 %	Alto	Cierre inmediato del área hasta subsanar hallazgos críticos.

VALIDACIÓN	
FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
RESPONSABLE DE SEGURIDAD	COORDINACIÓN ACADÉMICA


APÉNDICE 12 – MATRIZ DE RIESGO - IPERC


		UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____ MATRIZ DE RIESGO - IPERC	LQ-MOGL12 Versión 1 Fecha 2025 Página 1 de 1																				
RESPONSABLE DE LABORATORIO		ÁREA																					
	Laboratorio de química	NOMBRE DE PRACTICA																					
		FECHA DE ELABORACIÓN																					
Riesgo significativo	No se debe continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo, en caso no fuera posible se paraliza la actividad.	PROBABILIDAD	Riesgo																				
Riesgo no significativo	La actividad puede realizarse siempre y cuando el riesgo está controlado.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">ÍNDICE DE PERSONAS EXPERTAS</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">B</td><td style="text-align: center;">ÍNDICE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">C</td><td style="text-align: center;">ÍNDICE DE CAPACITACIÓN</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">IP</td><td style="text-align: center;">ÍNDICE DE PROBABILIDAD (A-B-C-D)</td></tr> </table>	A	ÍNDICE DE PERSONAS EXPERTAS	B	ÍNDICE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	C	ÍNDICE DE CAPACITACIÓN	D	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO	IP	ÍNDICE DE PROBABILIDAD (A-B-C-D)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">ELIMINAR</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">SUSPENDER</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">CONTROL DE INGENIERÍA</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">CONTROL ADMINISTRATIVO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</td></tr> </table>	1	ELIMINAR	2	SUSPENDER	3	CONTROL DE INGENIERÍA	4	CONTROL ADMINISTRATIVO	5	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
A	ÍNDICE DE PERSONAS EXPERTAS																						
B	ÍNDICE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES																						
C	ÍNDICE DE CAPACITACIÓN																						
D	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO																						
IP	ÍNDICE DE PROBABILIDAD (A-B-C-D)																						
1	ELIMINAR																						
2	SUSPENDER																						
3	CONTROL DE INGENIERÍA																						
4	CONTROL ADMINISTRATIVO																						
5	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL																						
N°	Puesto de trabajo	Actividad	Tarea																				
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
		Peligro	Riesgo																				
		A	B																				
		C	D																				
		Índice de probabilidad	Índice de severidad																				
		ELM	Nivel de riesgo																				
		SUS	Medidas de control																				
		CDI	ELM																				
		CAD	SUS																				
		EPP	CDI																				
			CAD																				
			EPP																				

_____ RESPONSABLE DE SEGURIDAD


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	52 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


APÉNDICE 13 – FICHA DE REPORTE DE INCIDENTES

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____		Código	LQ-MOGI-13
			Versión	1
			Fecha	2025
			Página	1 de 1
FICHA DE REPORTE DE INCIDENTES				
1. DATOS GENERALES DEL EVENTO				
Fecha:		Hora:		
Nombre completo del estudiante afectado:				
Curso:		Paralelo:		
2. CLASIFICACIÓN DEL INCIDENTE				
Marque con una (X) las categorías que apliquen:		Detalles del incidente:		
Derrame químico:				
Quemadura química:				
Inhalación de vapores:				
Incendio / Conato de incendio:				
Falla en infraestructura:				
Comportamiento inadecuado:				
Otros (describa): _____				
3. ATENCIÓN DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS				
Marque con una (X) las categorías que apliquen:		SI	NO	Observaciones de la atención:
¿Se aplicó lavado de emergencia en el laboratorio?				
¿Se utilizó el Kit de Derrames?				
Traslado a Enfermería:				
4. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ		5. ACCIONES CORRECTIVAS Y MEJORA CONTINUA		
Marque con una (X) la posible causa:		¿Qué se hará para que esto no vuelva a ocurrir?		
Falta de EPP		Acción propuesta:		
Falta de supervisión				
Material/Equipo defectuoso				
Falta/Fallo de campana de extracción				
Falta de capacitación				
Incumplimiento de reglas				
Descripción adicional				
6. AUTORIZACIÓN Y CIERRE				
FIRMA	FIRMA	FIRMA		
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE		
DOCENTE	RESPONSABLE DE SEGURIDAD	COORDINACIÓN ACADÉMICA		


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	53 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 14 – FICHA DE INSPECCIÓN PRE-CLASE

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____		Código	LQ-MOCI-14
			Versión	1
			Fecha	2025
			Página	1 de 1
FICHA DE INSPECCIÓN PRE-CLASE				
1. DATOS INFORMATIVOS				
Docente:		Nº de estudiantes:		
Fecha:		Hora:		
Curso:		Paralelo:		
2. CONTROL DE INGRESO - EPP ESTUDIANTIL				
El docente debe verificar visualmente que todos los estudiantes porten el equipo puesto antes de entrar.				
Bata de laboratorio		Guantes		
Gafas de seguridad		Cabello recogido (Señoritas)		
3. DOCUMENTACIÓN Y REACTIVOS DEL DÍA				
SDS (Fichas de Datos de Seguridad)		Visibles y disponibles para los reactivos de la práctica actual.		
Etiquetado SGA		Envases con sus pictogramas de peligro legibles.		
4. GESTIÓN DE EMERGENCIAS Y RESIDUOS			5. OBSERVACIONES ADICIONALES	
Kit de derrames				
Extintor				
Segregación de residuos				
6. VALIDACIÓN Y ARCHIVO				
FIRMA		FIRMA		
NOMBRE:		NOMBRE:		
DOCENTE		RESPONSABLE DE SEGURIDAD		

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	54 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 15 – BITÁCORA DE USO DE RECURSOS


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOCL-15
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
BITÁCORA DE USO DE RECURSOS			

1. DATOS DE LA SESIÓN	
Docente Responsable:	Curso:
Fecha de la práctica:	Hora de la práctica:


2. CONTROL DE EQUIPOS Y VERIFICACIÓN				
Antes de iniciar, el docente debe verificar el estado funcional de los equipos a usar:				
EQUIPO	CÓDIGO	VERIFICACIÓN		OBSERVACIONES
		OK	FALLA	

3. CONSUMO DE REACTIVOS				
Registre las cantidades aproximadas utilizadas durante la sesión.				
NOMBRE DE REACTIVO	CANTIDAD POR USAR	UNIDAD		OBSERVACIONES
		g	mL	

4. VALIDACIÓN	
FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
DOCENTE	RESPONSABLE DE SEGURIDAD

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	55 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			


APÉNDICE 16 – SOLICITUD DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGL-16
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
SOLICITUD DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES			

1. DATOS INFORMATIVOS	
Fecha de solicitud:	Elaborado por:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	CANTIDAD	PRIORIDAD	COSTO ESTIMADO

AUTORIZACIÓN		
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
ADMINISTRADORA	RECTORADO	ASESOR PEDAGÓGICO

	UNIDAD EDUCATIVA	Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
		Fecha	2025
		Página	56 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 17 – MATRIZ DE COMPATIBILIDAD



	UNIDAD EDUCATIVA	Código	LQ-MOCI-17
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
	PERIODO LECTIVO _____	Fecha	2025
		Página	1 de 1
MATRIZ DE COMPATIBILIDAD QUÍMICA			

TABLA DE COMPATIBILIDAD		Líquido inflamable (L1)	Sólido Combustible (S1)	Corrosivos (C1)	Sustancias oxidantes efecto agudo (O1)	Sustancias oxidantes efecto crónico (O2)	Sustancias peligrosas para el ambiente (E)	Resaca irritante (I1)	Resaca irritante (I2)
IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO									
Líquido inflamable									
Sólido Combustible									
Corrosivos (C1)									
Sustancias oxidantes efecto agudo (O1)									
Sustancias oxidantes efecto crónico (O2)									
Sustancias peligrosas para el ambiente									
Resaca irritante (I1)									
Resaca irritante (I2)									


En general almacenar juntos. Verificar los Párrafos 7 y 18 de Ficha de Seguridad del producto.
Evitar almacenar juntos.
Evitar almacenar de ningún modo.

PROTOCOLO DE ALMACENAMIENTO EN ESTANTERÍA
<p>Para su configuración de estantería, se debe seguir la jerarquía de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nivel inferior: Líquidos Corrosivos (Ácidos y Bases en bandejas separadas). Nunca deben estar arriba para evitar que un goteo afecte a otros reactivos. Nivel medio: Solventes inflamables. Nivel superior: Sólidos, sales de metales pesados y reactivos de baja peligrosidad.

FECHA:
NOMBRE:
RESPONSABLE DE SEGURIDAD

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	57 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 18 – BITÁCORA DE GENERACIÓN Y CONTROL DE INCIDENTES


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOCL-18
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
BITÁCORA DE GENERACIÓN Y CONTROL DE INCIDENTES			

REGISTRO DE GENERACIÓN				
Esta sección se llena al final de cada jornada de laboratorio:				
Fecha	Fuente	Tipo de residuo	Cantidad (kg)	Firma


CONTROL DE INCIDENTES Y ACCIONES CORRECTIVAS				
En caso de derrame, rotura de material o error en la segregación.				
FECHA DE INCIDENTE	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN INMEDIATA	ANÁLISIS CAUSA RAÍZ	ACCIÓN CORRECTIVA

INDICADORES DE DESEMPEÑO	
Resumen mensual para revisión	Total generado en el mes: _____ kg

VALIDACIÓN	
FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
RESPONSABLE DE SEGURIDAD	COORDINACIÓN ACADÉMICA

	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA	Código	TM-LQ-01
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	58 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 19 – LISTA DE INSPECCIÓN MENSUAL DE ALMACENAMIENTO


	UNIDAD EDUCATIVA LABORATORIO DE QUÍMICA PERIODO LECTIVO _____	Código	LQ-MOGI-19
		Versión	1
		Fecha	2025
		Página	1 de 1
LISTA DE INSPECCIÓN MENSUAL DE ALMACENAMIENTO			

SISTEMA DE CALIFICACIÓN Y DESEMPEÑO		
Para cada ítem, asigne un puntaje del 1 al 5 según los siguientes criterios técnicos:		
5	EXCELENTE	Cumplimiento total, evidencia disponible y personal capacitado.
4	BUENO	Cumplimiento total, pero falta actualizar algún registro menor.
3	ACEPTABLE	Cumplimiento parcial; existen control pero con oportunidades de mejora.
2	DEFICIENTE	Incumplimiento parcial; el riesgo no está controlado adecuadamente.
1	CRÍTICO	Incumplimiento total o situación de peligro inminente.



FORMATO DE INSPECCIÓN			
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIONES
INFRAESTRUCTURA	¿El sistema de extracción mecánica funciona y el flujo de aire es constante?		
EMERGENCIA	¿Los dispositivos portátiles de lavavojos están llenos y con fecha vigente?		
INCENDIOS	¿El extintor de CO ₂ está presurizado, señalizado y con acceso libre?		
CONTENCIÓN	¿Las bandejas de polipropileno están limpias y sin grietas?		
SEGREGACIÓN	¿Se respeta la Matriz de Compatibilidad en las estanterías?		
ACCESO	¿El personal docente que comparte la llave sigue los protocolos de orden?		
DOCUMENTACIÓN	¿Las FDS y la Bitácora (Anexo 03) están físicamente en el área y al día?		
ETIQUETADO	¿Todos los galones tienen el Anexo 02 (Etiqueta SGA) legible y completo?		
ÍNDICE DE DESEMPEÑO AMBIENTAL			



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO AMBIENTAL (IDA)		
Fórmula: IDA = (Suma de puntos obtenidos x 2.5)		
RANGO IDA	NIVEL DE RIESGO	ACCIÓN REQUERIDA
90 – 100 %	Bajo	Mantener controles actuales.
75 – 89 %	Medio	Programar acción correctiva en menos de 15 días.
< 75 %	Alto	Cierre inmediato del área hasta subsanar hallazgos críticos.

VALIDACIÓN	
FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE
RESPONSABLE DE SEGURIDAD	COORDINACIÓN ACADÉMICA

	UNIDAD EDUCATIVA	Código	TM-LQ-01
	LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión	1
		Fecha	2025
		Página	59 de 60
MANUAL OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL LABORATORIO			

APÉNDICE 20 – ETIQUETAS PARA RESIDUOS

NOMBRE DEL DESECHO PELIGROSO O ESPECIAL: Desechos que contengan solventes orgánicos Código del Residuo: C-20.12 Código Interno: RES-LABQ-ORGANICOS		Programa del Sistema Globalmente Armonizado: 	
Datos de generados NOMBRE DIRECCIÓN TELÉFONO FECHA			
PESO Ton <input type="checkbox"/> Kilos <input type="checkbox"/> Litros <input type="checkbox"/> m ³ <input type="checkbox"/>	UNIDAD Densidad: <input type="checkbox"/> Densidad: <input type="checkbox"/>	CLASES DE PELIGRO Toxicidad aguda Líquidos inflamables Sensibilización respiratoria Toxicidad específica en determinados órganos: exposición única Toxicidad específica en determinados órganos: exposición única Tóxico para la reproducción Toxicidad aguda	
ESTADO Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Pastoso <input type="checkbox"/>			

NOMBRE DEL DESECHO PELIGROSO O ESPECIAL: Desechos de las reacciones químicas y corchos de destilación Código del Residuo: C-20.04 Código Interno: RES-LABQ-PESADOS		Programa del Sistema Globalmente Armonizado: 	
Datos de generados NOMBRE DIRECCIÓN TELÉFONO FECHA			
PESO Ton <input type="checkbox"/> Kilos <input type="checkbox"/> Litros <input type="checkbox"/> m ³ <input type="checkbox"/>	UNIDAD Densidad: <input type="checkbox"/> Densidad: <input type="checkbox"/>	CLASES DE PELIGRO Corrosión / irritación de la piel Líquidos inflamables Lesiones oculares graves / irritación ocular Sensibilización de la piel Toxicidad específica en determinados órganos: exposición única Toxicidad aguda	
ESTADO Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Pastoso <input type="checkbox"/>			

NOMBRE DEL DESECHO PELIGROSO O ESPECIAL: Desechos de soluciones ácidas o básicas con pH < 2 o > 12,5 Código del Residuo: C-20.11 Código Interno: RES-LABQ-ACIDO-BASE		Programa del Sistema Globalmente Armonizado: 	
Datos de generados NOMBRE DIRECCIÓN TELÉFONO FECHA			
PESO Ton <input type="checkbox"/> Kilos <input type="checkbox"/> Litros <input type="checkbox"/> m ³ <input type="checkbox"/>	UNIDAD Densidad: <input type="checkbox"/> Densidad: <input type="checkbox"/>	CLASES DE PELIGRO Corrosión irritación de la piel Lesiones oculares graves/irritación ocular Peligroso para el medio ambiente acuático, a corto plazo (agudo) Peligroso para el medio ambiente acuático, a largo plazo (crónico) Carcinogenicidad	
ESTADO Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Pastoso <input type="checkbox"/>			

APÉNDICE 21 – FLUJOGRAMA PARA DESECHO DE RESIDUOS

