

Proposal for an integrated management system for biology, physics, and chemistry laboratories at the National University of Callao, 2025

Jose Leonor Ruiz Nizama, Dr.¹[<https://orcid.org/0000-0003-0444-244X>], Erika Juana Zevallos Vera, Dr.¹[<https://orcid.org/0000-0002-5188-1907>], Osmart Raúl Morales Chalco, Dr.¹[<https://orcid.org/0000-0002-5850-4899>], Katja Janeth Ruiz Maraví, Mg.¹[<https://orcid.org/0009-0005-0494-6586>] ¹Universidad Nacional del Callao, Perú, jlruizn@unac.edu.pe, ejzevallosv@unac.edu.pe, ormoramesc@unac.edu.pe, kjruizm@unac.edu.pe

Abstract-*This article presents a proposal for implementing an Integrated Management System (IMS) in the Biology, Physics, and Chemistry laboratories at the National University of Callao. Its objective is to improve operational efficiency, optimize equipment use, and ensure compliance with international standards such as ISO 9001, ISO 14001, and ISO 45001. The diagnosis identifies problems such as low laboratory utilization, lack of preventive maintenance, limited technical training of staff, and disjointed administrative management. Through quantitative and descriptive research, an average utilization rate between 22 % and 33 % was found. The IMS proposal contemplates the unification of processes, the incorporation of management technologies, ongoing training, and risk control. It is concluded that the IMS will strengthen the quality of services, promote sustainability, and raise the institutional academic level. Its prompt adoption is suggested to maximize available resources and foster continuous improvement.*

Keywords: Efficiency, sustainability, laboratories, integrated management, quality.

Propuesta de un sistema de gestión integrada para laboratorios de biología, física y química de la Universidad Nacional del Callao, 2025

Jose Leonor Ruiz Nizama, Dr.¹[<https://orcid.org/0000-0003-0444-244X>], Erika Juana Zevallos Vera, Dr.¹[<https://orcid.org/0000-0002-5188-1907>], Osmart Raúl Morales Chalco, Dr.¹[<https://orcid.org/0000-0002-5850-4899>], Katja Janeth Ruiz Maraví, Mg.¹[<https://orcid.org/0009-0005-0494-6586>] ¹Universidad Nacional del Callao, Perú, jlruizn@unac.edu.pe, ejzevallosv@unac.edu.pe, ormoramesc@unac.edu.pe, kjruizm@unac.edu.pe

Resumen-El artículo presenta una propuesta para implementar un Sistema Integrado de Gestión (SIG) en los laboratorios de Biología, Física y Química de la Universidad Nacional del Callao. Su objetivo es mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de equipos y asegurar el cumplimiento de normativas internacionales como ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001. El diagnóstico identifica problemas como la baja utilización de laboratorios, ausencia de mantenimiento preventivo, escasa formación técnica del personal y una gestión administrativa desarticulada. Mediante una investigación cuantitativa y descriptiva, se evidenció una utilización promedio entre el 22 % y 33 %. La propuesta del SIG contempla la unificación de procesos, incorporación de tecnologías de gestión, capacitación permanente y control de riesgos. Se concluye que el SIG permitirá fortalecer la calidad de los servicios, promover la sostenibilidad y elevar el nivel académico institucional. Se sugiere su pronta adopción para maximizar los recursos disponibles y fomentar la mejora continua.

Palabras clave: Eficiencia, sostenibilidad, laboratorios, gestión integrada, calidad.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gestión eficiente de los laboratorios, tanto en el ámbito académico como en el industrial, demanda la integración de sistemas que garanticen la calidad, la seguridad, la salud ocupacional y el respeto al medio ambiente. La implementación de Sistemas Integrados de Gestión (SIG) se ha convertido en una tendencia global, impulsada por la necesidad de optimizar procesos, cumplir con normativas internacionales y responder a las crecientes exigencias de los usuarios y la sociedad [1, 2, 3].

A nivel internacional, investigaciones como la de [1] han demostrado que la validación de un sistema integrado de gestión en laboratorios farmacéuticos puede incrementar significativamente el cumplimiento normativo y reducir las no conformidades, contribuyendo así a la mejora continua y la sostenibilidad. Por su parte, [2] destaca la importancia de diseñar modelos de gestión integrados que combinen normas de calidad, medio ambiente y salud ocupacional, permitiendo la optimización de los procesos académicos y administrativos en los laboratorios universitarios. En la misma línea, [4] resalta el fortalecimiento de los SIG en instituciones de educación superior, subrayando la relevancia de la documentación técnica y la gestión de riesgos para garantizar un entorno educativo seguro y sostenible. [3] sostiene que la integración de sistemas de gestión en laboratorios clínicos no solo mejora la eficiencia y la productividad, sino que también fortalece

la cultura organizacional y la relación con los proveedores.

En el contexto nacional, [5] propone procedimientos específicos para la implementación de SIG en laboratorios de enseñanza, identificando procesos clave y riesgos asociados tanto al ambiente como a la seguridad y salud de los usuarios. [6] aborda la integración de sistemas para la gestión de referencias médicas en laboratorios clínicos, enfatizando la importancia de la sistematización y la reducción de tiempos de respuesta en beneficio de los pacientes. Asimismo, [7] plantean la necesidad de desarrollar sistemas de gestión de calidad unificados en laboratorios de enseñanza, utilizando normas internacionales como referencia para responder a las necesidades particulares de cada entorno académico.

Estos antecedentes evidencian una tendencia creciente hacia la integración de sistemas de gestión en laboratorios, con beneficios tangibles en la eficiencia operativa, la satisfacción de los usuarios y el cumplimiento de estándares internacionales. Por ello, resulta fundamental analizar y adaptar estas experiencias a los diferentes contextos, promoviendo la mejora continua y la sostenibilidad en la gestión de laboratorios.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión independiente y fragmentada de los laboratorios de física y química en las Facultades de Ingeniería y Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional del Callao ha generado una significativa subutilización de la capacidad instalada, con un uso efectivo de los equipos que apenas alcanza entre el 35 % y el 40 %. Esta situación limita la eficiencia operativa, dificulta la prestación de servicios de calidad y restringe el cumplimiento de estándares internacionales como ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001.

Entre los principales problemas identificados destacan:

- Falta de coordinación y estandarización administrativa, que provoca duplicidad de esfuerzos y baja eficiencia en el uso de recursos.
- Ausencia de protocolos unificados de mantenimiento, lo que resulta en un 75 % de equipos sin mantenimiento preventivo y un 67 % de equipos utilizados por debajo del 50 % de su capacidad.
- Deficiente capacitación del personal técnico, con un 65 % que no cumple los requisitos establecidos por la norma

ISO 9001.

- Alto porcentaje de incumplimiento en los requisitos de liderazgo, operación y evaluación del desempeño según las normas ISO, con cifras de no conformidad que oscilan entre el 65 % y el 90 %.

Esta problemática evidencia la necesidad urgente de implementar un Sistema Integrado de Gestión (SIG) que permita:

- Unificar procesos y protocolos de mantenimiento,
- Fortalecer la capacitación del personal,
- Centralizar la administración y reserva de equipos,
- Mejorar el control y seguimiento mediante indicadores de desempeño alineados con estándares internacionales.

La ausencia de un SIG no solo afecta la eficiencia y calidad del servicio, sino que también limita la capacidad de los laboratorios para responder a las exigencias regulatorias, satisfacer a los usuarios y fortalecer la cultura organizacional, comprometiendo así el desarrollo académico y científico de la universidad.

A. Problema general

¿De qué manera la administración independiente y la ausencia de un sistema integrado de gestión en los laboratorios de biología, física y química de las Facultades de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Nacional del Callao afecta la utilización eficiente de los equipos, limita la optimización de los procesos operativos y dificulta la mejora continua y la calidad del servicio ofrecido?

B. Problemas específicos

1. ¿Cómo influye la falta de coordinación y estandarización administrativa entre los laboratorios de física y química en la duplicidad de esfuerzos y en la inefficiencia en el uso de los recursos disponibles?
2. ¿En qué medida la subutilización de los equipos y la ausencia de protocolos unificados de mantenimiento impactan en la capacidad operativa y en la calidad de los servicios que prestan los laboratorios?
3. ¿Qué factores del contexto organizacional y de los procesos internos deben analizarse y mejorarse para facilitar la implementación de un sistema integrado de gestión que permita optimizar la utilización de los equipos y el cumplimiento de las normativas internacionales (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001)?

C. Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema integrado de gestión en los laboratorios de física y química de las Facultades de Ingeniería y Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional del

Callao, con el fin de optimizar la utilización de los equipos, mejorar la eficiencia operativa y elevar la calidad de los servicios ofrecidos conforme a estándares internacionales (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001).

D. Objetivos específicos

- Evaluar el estado actual de los laboratorios de física y química en cuanto a la utilización de equipos, cumplimiento normativo y procesos operativos.
- Identificar y analizar los factores organizacionales, técnicos y de gestión que limitan la eficiencia y el uso óptimo de los recursos en los laboratorios.
- Diseñar un modelo de sistema integrado de gestión que contemple procesos unificados, protocolos de mantenimiento, capacitación del personal y herramientas tecnológicas para la administración eficiente de los equipos.
- Implementar estrategias y acciones para la mejora continua, orientadas a incrementar el porcentaje de utilización de los equipos y el cumplimiento de los requisitos de calidad, seguridad y medio ambiente.

E. Justificación

La propuesta de diseñar e implementar un sistema integrado de gestión en los laboratorios de física y química de las Facultades de Ingeniería y Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional del Callao responde a la necesidad de mejorar la eficiencia, productividad y calidad de los servicios ofrecidos. Actualmente, la administración independiente y la falta de integración entre los sistemas de gestión de calidad, ambiental y de seguridad y salud en el trabajo generan duplicidad de esfuerzos, ineficiencias operativas y dificultades para identificar y gestionar riesgos. La adopción de un sistema integrado permitirá unificar procesos, optimizar el uso de recursos, mejorar la satisfacción de los usuarios y fortalecer la cultura organizacional, contribuyendo al desarrollo académico y científico de la universidad.

F. Delimitantes

- Ámbito institucional: El estudio se circunscribe a los laboratorios de física y química de las Facultades de Ingeniería y Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional del Callao.
- Temporalidad: El trabajo se desarrolló durante el año 2025.
- Normatividad: La propuesta se basa en el cumplimiento de los estándares internacionales ISO 9001, ISO 14001 y ISO 45001
- Alcance: El enfoque está orientado a la gestión administrativa, operativa y de recursos humanos, excluyendo la adquisición de nuevos equipos o infraestructura física adicional.

Las bases teóricas para un Sistema Integrado de Gestión (SIG) en los laboratorios universitarios se fundamentan en la necesidad de optimizar procesos, garantizar la calidad, la seguridad, la salud ocupacional y el respeto al medio ambiente, respondiendo a normativas internacionales y a las crecientes exigencias de la sociedad y los usuarios.

G. Principios y fundamentos clave

- **Integración de sistemas:** La tendencia global es la integración de sistemas de gestión que unifiquen normas de calidad, medio ambiente y salud ocupacional, permitiendo la optimización de procesos académicos y administrativos en los laboratorios universitarios [2].
- **Mejora continua y sostenibilidad:** La validación de sistemas integrados en laboratorios, como demuestran [1], incrementa el cumplimiento normativo, reduce las no con-

formidades y favorece la sostenibilidad institucional.

- **Gestión de riesgos y documentación técnica:** [4] resalta la importancia de la gestión de riesgos y la documentación técnica como pilares para garantizar un entorno educativo seguro y sostenible, fortaleciendo la cultura organizacional y la relación con proveedores [3].
- **Adaptación a contextos específicos:** [5] y [7] proponen que la implementación de SIG debe considerar los procesos clave y riesgos asociados a cada entorno, utilizando normas internacionales como referencia y adaptándolas a las particularidades de los laboratorios de enseñanza.
- **Sistematización y reducción de tiempos:** [6] subraya la importancia de la sistematización en la gestión de laboratorios clínicos para reducir tiempos de respuesta y mejorar la atención a los usuarios.

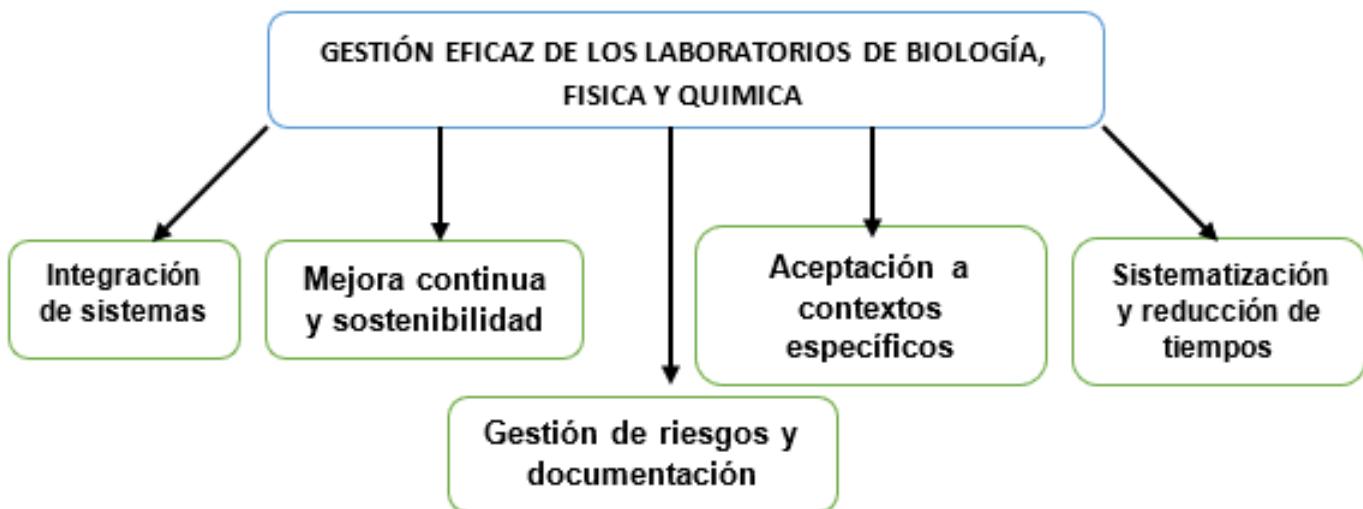


Figura 1: Gestión eficaz de los laboratorios de Biología, física y química

H. Beneficios identificados

- Incremento en la eficiencia operativa y la productividad.
- Fortalecimiento de la cultura organizacional y la relación con proveedores.
- Mejora en la satisfacción de los usuarios y el cumplimiento de estándares internacionales.
- Reducción de riesgos asociados a la seguridad, salud y medio ambiente.

- Optimizar la asignación y uso de recursos, como se evidencia en el análisis de utilización de laboratorios de Biología, Física y Química.
- Identificar oportunidades de mejora y optimización en la programación y acceso a los laboratorios, maximizando la eficiencia y el aprovechamiento de los espacios disponibles.

I. Aplicación en laboratorios universitarios

La integración de los sistemas de gestión en los laboratorios universitarios permite:

En conclusión, las bases teóricas para un SIG en laboratorios universitarios se sustentan en la integración de normas internacionales, la gestión de riesgos, la mejora continua y la adaptación a contextos específicos, con el objetivo de lograr eficiencia, seguridad y sostenibilidad en la gestión de los recursos académicos y científicos.

J. Sub utilización de los equipos de laboratorio

La escasa utilización de los equipos en los laboratorios puede originarse por diversos factores, tales como la insuficiente capacitación del personal, el mantenimiento deficiente, problemas relacionados con la seguridad y restricciones presupuestarias. Estos elementos pueden provocar una reducción en la eficiencia y productividad del laboratorio, además de incrementar el riesgo de accidentes.

TABLA I:
CAUSAS ESPECÍFICAS DEL BAJO USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Causas específicas	Consecuencias
Falta de capacitación	Disminución de la eficiencia y productividad
Mantenimiento deficiente	Aumento del riesgo de accidentes
Problemas de seguridad	Errores en los resultados
Limitaciones presupuestarias	Desperdicio de recursos
Desconocimiento de la peligrosidad de las sustancias	Impacto negativo en la investigación y el desarrollo
Mala calidad del material o equipos	
Falta de concienciación sobre la importancia de la limpieza	
Inadecuada disposición de rutas de escape o pasillos	

Para abordar esta problemática, es esencial desarrollar programas de formación, optimizar el mantenimiento de los equipos, asegurar condiciones de seguridad en el laboratorio y asignar un presupuesto suficiente para la compra y conservación de la infraestructura.

En síntesis, la investigación y el diseño de esta propuesta se justifican por el impacto positivo esperado en la eficiencia organizacional, la calidad de los servicios ofrecidos y la seguridad de los colaboradores, contribuyendo así al desarrollo de una cultura de excelencia y sostenibilidad en los laboratorios universitarios.

TABLA II:
CAUSAS ELEMENTOS CLAVE DE LA PROPUESTA

Elementos clave	Descripción
Definición de Objetivos y Políticas	Definir objetivos concretos para los laboratorios, tales como incrementar la calidad de los resultados, maximizar la eficiencia en el uso de los recursos y asegurar condiciones de seguridad.

Identificación de Procesos	Describir los procesos clave: recepción de muestras, administración de equipos, calibración, control de calidad, gestión de desechos y entrega de resultados.
Diseño y Documentación	Desarrollar procedimientos precisos y completos para cada proceso, que incluyan manuales, formularios y registros, con el fin de orientar al personal y garantizar la trazabilidad de las tareas realizadas.
Estructura Organizacional	Asignar funciones y responsabilidades específicas a cada integrante del equipo, incluyendo la designación de encargados para la administración de la calidad, el cuidado ambiental y la seguridad.
Capacitación del Personal	Ofrecer capacitación constante al personal acerca de los procedimientos, las normativas y el manejo de herramientas tecnológicas, garantizando que cuenten con los conocimientos y competencias requeridas.
Implementación de Herramientas Tecnológicas	Emplear programas informáticos o plataformas digitales para administrar datos, monitorear procesos, gestionar equipos, manejar la documentación y facilitar la comunicación interna.
Gestión de Riesgos y Oportunidades	Detectar los riesgos potenciales relacionados con las actividades del laboratorio y definir acciones de control para evitarlos, además de reconocer oportunidades para la mejora continua.
Medición y Seguimiento	Establecer indicadores de rendimiento para medir la efectividad del SIG, llevar a cabo monitoreos regulares y aplicar medidas correctivas cuando se requiera.
Mejora Continua	Crear procedimientos para la evaluación constante del SIG, la detección de oportunidades de mejora y la aplicación de modificaciones que permitan optimizar su desempeño.
Enfoque en la Calidad, Ambiente y Seguridad	Combinar los sistemas de gestión de calidad (ISO 9001), ambiental (ISO 14001) y de seguridad y salud laboral (ISO 45001) para lograr una administración más eficaz y sostenible.

TABLA III:
BENEFICIOS DE UN SIG EN LABORATORIOS
DE INVESTIGACIÓN

Beneficios	Descripción
Mejora de la Calidad de los Resultados	Garantiza la fiabilidad y exactitud de los resultados de investigación, lo que fortalece la confianza y el alcance de los estudios.
Optimización de Recursos	Facilita una administración más eficaz de los recursos disponibles, incluyendo equipos, materiales y personal, contribuyendo a la reducción de costos y desperdicios.
Mayor Seguridad para el Personal	Establece acciones para evitar riesgos en el trabajo y salvaguardar la salud de los empleados, promoviendo un ambiente laboral más seguro y saludable.
Cumplimiento Normativo	Contribuye a asegurar el cumplimiento de las normativas y estándares vigentes, previniendo sanciones y fortaleciendo la reputación de la universidad.
Mejora de la Eficiencia	Digitaliza procesos, disminuye la burocracia y promueve la cooperación entre los distintos equipos de investigación, incrementando la eficiencia global.
Sostenibilidad	Promueve el uso responsable de los recursos y la correcta gestión de residuos, apoyando la conservación del medio ambiente.

III. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y cuantitativo, orientado a analizar el nivel de utilización de los laboratorios de Biología, Física y Química por parte de las diferentes facultades de la institución. El procedimiento metodológico se estructuró en las siguientes etapas:

A. Revisión de los programas curriculares

En primer lugar, se realizó una revisión exhaustiva de los programas curriculares de las facultades que hacen uso de los laboratorios mencionados. Esta revisión permitió identificar las asignaturas que requieren actividades prácticas en laboratorio, así como la frecuencia y duración de dichas prácticas establecidas en los planes de estudio.

B. Análisis de la programación académica

Posteriormente, se procedió a revisar la programación académica correspondiente al periodo de análisis. Para ello, se recopilaron los horarios oficiales publicados por cada facultad,

con el fin de identificar los bloques de tiempo asignados a las prácticas de laboratorio para cada asignatura.

C. Obtención de los grupos y horarios de laboratorio

Con la información recabada en las etapas anteriores, se elaboró un registro detallado de los grupos académicos que utilizan cada laboratorio, especificando los días, horas y duración de las sesiones. Esta información se organizó en matrices por laboratorio y por facultad, permitiendo visualizar la distribución y coincidencias en el uso de los espacios.

D. Cálculo de los porcentajes de utilización

Finalmente, se determinó el porcentaje de utilización de cada laboratorio. Para ello, se consideró la capacidad máxima de uso semanal de cada laboratorio (horas disponibles) y se comparó con el número de horas efectivamente programadas para actividades académicas. El porcentaje de utilización se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de utilización} = \left(\frac{\text{Horas programadas por uso}}{\text{Horas disponibles totales}} \right) \times 100$$

Este análisis permitió identificar los laboratorios con mayor y menor nivel de uso, así como posibles oportunidades de optimización en la asignación de espacios y horarios.

E. Sistematización y análisis de resultados

Toda la información fue sistematizada en tablas y gráficos para facilitar la interpretación de los datos y la elaboración de conclusiones. Además, se realizó un análisis comparativo entre los diferentes laboratorios y facultades, con el objetivo de proponer recomendaciones orientadas a mejorar la gestión y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

IV. RESULTADOS

TABLA IV:
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN LABORATORIO DE BIOLOGÍA

Nº	Facultades usuarias	% de utilización Laboratorio de Biología
1	Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA)	42.86
2	Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FIARN)	28.57
3	Ciencias de la Salud (FCS)	9.52
Promedio de utilización de laboratorios		26.98

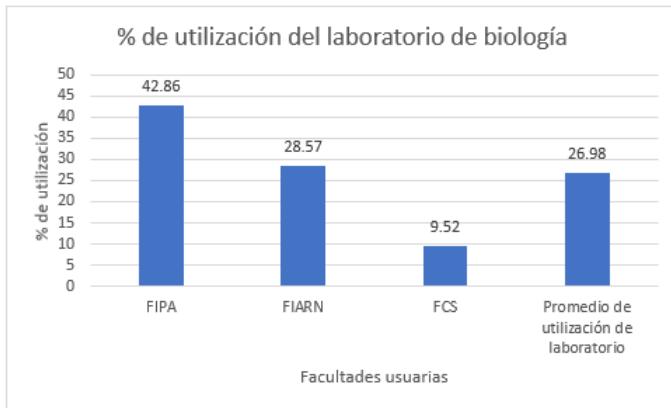


Figura 2: % de utilización Laboratorio de Biología

Facultades con mayor y menos uso

- Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA):** Es la facultad que más utiliza el laboratorio de Biología, con un 42.86 %. Esto indica que sus actividades académicas y prácticas requieren un uso intensivo de este espacio, probablemente por la naturaleza biológica de sus carreras (pesquería, alimentos, microbiología, etc.).
- Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FLARN):** Presenta un uso significativo del laboratorio, con un 28.57 %. Esto es coherente con la necesidad de realizar análisis biológicos y estudios ambientales en su formación.
- Ciencias de la Salud (FCS):** Utiliza el laboratorio en menor medida, con un 9.52 %. Aunque la biología es fundamental en el área de la salud, el bajo porcentaje sugiere que posiblemente cuentan con otros laboratorios especializados (como anatomía, fisiología, etc.) o que sus prácticas biológicas son menos frecuentes

Promedio de utilización

- Promedio general:** El promedio de utilización del laboratorio de Biología entre estas facultades es de 26.98 %. Esto refleja un uso moderado, concentrado principalmente en facultades con carreras afines a las ciencias biológicas.

Análisis general

- Especialización:** El laboratorio de Biología no es utilizado por todas las facultades, sino principalmente por aquellas cuya formación requiere prácticas biológicas directas
- Oportunidades de mejora:** El bajo uso por parte de Ciencias de la Salud podría indicar la necesidad de revisar la pertinencia o disponibilidad de este laboratorio para sus actividades, o bien reforzar su uso si se considera relevante para la formación de los estudiantes.

- Distribución del uso:** Existe una diferencia considerable entre la facultad con mayor uso (FIPA) y la de menor uso (FCS), lo que podría abrir la posibilidad de optimizar la programación y el acceso al laboratorio para un mejor aprovechamiento de los recursos.

TABLA V:
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN LABORATORIO
DE FÍSICA

Nº	Facultades usuarias	% de utilización Laboratorio de Física
1	Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM)	76.19
2	Ingeniería Química (FIQ)	28.57
3	Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)	28.57
4	Ingeniería Mecánica y Energía (FIME)	28.57
5	Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FIARN)	28.57
6	Ingeniería Industrial y de Sistemas (FIIS)	19.05
7	Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA)	19.05
Promedio de utilización de laboratorios		32.65

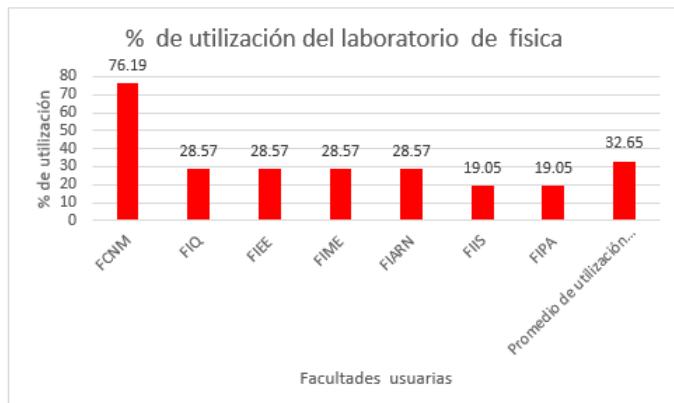


Figura 3: % de utilización Laboratorio de Física

Facultades con mayor y menor uso

- Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM):** Es la facultad que más utiliza el laboratorio de Física, con un 76.19 %. Esto es coherente con su perfil académico, ya que la física es una disciplina fundamental en la formación de sus estudiantes, tanto en teoría como en la experimentación.

- Facultades de Ingeniería Química (FIQ), Eléctrica y Electrónica (FIEE), Mecánica y Energía (FIME), e Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FIARN):** Todas estas facultades presentan un uso similar del laboratorio, con 28.57 % cada una. Esto indica que la física experimental es relevante en sus planes de estudio, probablemente en cursos básicos y aplicados.

- Ingeniería Industrial y de Sistemas (FIIS) e Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA):** Ambas facultades tienen un uso menor del laboratorio, con 19.05 % cada una. Esto puede deberse a que la física experimental tiene un rol menos central en sus carreras o a que sus necesidades prácticas se cubren en otros laboratorios más específicos.

Promedio de utilización

- Promedio general:** El promedio de utilización del laboratorio de Física entre estas facultades es de 32.65 %. Esto refleja un uso moderado, aunque con una clara concentración en la facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.

Análisis general

- Especialización:** El laboratorio de Física es fundamental para la formación en Ciencias Naturales y Matemáticas, pero también es relevante para varias ingenierías, especialmente en los primeros años de formación o en asignaturas aplicadas.
- Distribución del uso:** Existe una diferencia significativa entre la facultad con mayor uso (FCNM) y las demás, lo que sugiere que el laboratorio podría estar siendo subutilizado por algunas ingenierías o que sus actividades experimentales están distribuidas en otros espacios.

- Oportunidades de optimización:** El uso relativamente bajo por parte de algunas ingenierías podría indicar la posibilidad de ampliar las actividades experimentales en física o de revisar la programación para un mejor aprovechamiento del laboratorio.

Conclusión

El laboratorio de Física es un recurso clave para la facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas y tiene un uso relevante en varias ingenierías. Sin embargo, el promedio de utilización sugiere que existe margen para optimizar su uso, especialmente en aquellas facultades donde la física experimental puede fortalecer la formación de los estudiantes.

**TABLA VI:
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN LABORATORIO
DE QUÍMICA**

Nº	Facultades usuarias	% de utilización Laboratorio de Química
1	Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA)	52.38
2	Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FIARN)	47.62
3	Ciencias de la Salud (FCS)	19.05
4	Ingeniería Química (FIQ)	14.29
5	Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)	14.29
6	Ingeniería Mecánica y Energía (FIME)	14.29
7	Ingeniería Industrial y de Sistemas (FIIS)	9.52
8	Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM)	9.52
Promedio de utilización de laboratorios		22.62

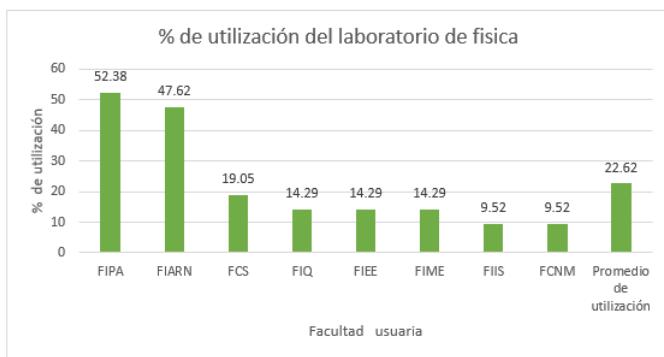


Figura 4: % de utilización Laboratorio de Química

Facultades con mayor y menor uso

- Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA):** Es la facultad que más utiliza el laboratorio de Química, con un 52.38 %. Esto refleja la importancia de la química en sus actividades académicas, relacionadas con el análisis de alimentos, procesos químicos y control de calidad.
- Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FIARN):** También presenta un uso alto, con un 47.62 %, lo que es coherente con la necesidad de realizar análisis químicos en estudios ambientales y de recursos naturales.
- Ciencias de la Salud (FCS):** Utiliza el laboratorio en un 19.05 %, indicando que la química es relevante en su formación, aunque quizás con un enfoque más específico o complementario.

- Facultades de Ingeniería Química (FIQ), Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE) e Ingeniería Mecánica y Energía (FIME):** Cada una utiliza el laboratorio en un 14.29 %, lo que indica una participación moderada, probablemente para cursos básicos o específicos de química aplicada.
- Ingeniería Industrial y de Sistemas (FIIS) y Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM):** Presentan un uso menor, con un 9.52 % cada una, reflejando un uso más limitado o específico.

Promedio de utilización

- Promedio general:** El promedio de utilización del laboratorio de Química es de 22.62 %, lo que indica un uso moderado en general, con concentración en las facultades relacionadas con ciencias ambientales y alimentos.

Análisis general

- Especialización:** El laboratorio de Química es esencial para facultades con carreras relacionadas directamente con la química aplicada, como FIPA y FIARN, que presentan los porcentajes más altos.
- Diversidad de uso:** Aunque la Ingeniería Química (FIQ) tiene un uso relativamente bajo (14.29 %), esto podría deberse a que cuentan con otros laboratorios especializados o que su formación incluye prácticas en otros espacios.
- Oportunidades de mejora:** Las facultades con menor uso podrían explorar una mayor integración de prácticas químicas en sus programas para aprovechar mejor el laboratorio.

Técnicas estadísticas inferenciales

- Prueba de evaluación de Pearson para identificar la fuerza y dirección de asociación entre variables continuas como capacitación y porcentaje de uso.
- Análisis de regresión múltiple para determinar cómo las variables independientes afectan conjuntamente la utilización de laboratorios.

Se realizó la prueba de correlación de Pearson con los datos de la Tabla 7 del documento. Aquí están los resultados:

Correlaciones entre porcentajes de uso de laboratorios

Biología vs Física

$r = -0.27$ (relación negativa débil)

$p = 0.516 \rightarrow$ no significativa

No hay evidencia de relación lineal entre el uso de Biología y Física.

Biología vs Química

$r = 0.98$ (relación positiva muy fuerte)

$p = 0.001 \rightarrow$ altamente significativa

Facultades que usan más Biología también tienden a usar mucho Química.

Física vs Química

$r = -0.26$ (relación positiva muy débil)

$p = 0.532 \rightarrow$ no significativa

No existe una asociación clara entre el uso de Física y Química.

Interpretación

La única relación fuerte y estadísticamente significativa se observa entre Biología y Química: el uso de estos laboratorios está fuertemente asociado, probablemente porque comparten perfiles de carreras y asignaturas prácticas similares.

El uso de Física parece independiente del uso de Biología y Química.

Análisis de regresión simple

Usando los datos de utilización de laboratorios. El modelo considera como variable dependiente el uso del laboratorio de Química y como variables independientes el uso de Biología y Física.

Resultados principales:

$R^2 = 0.958$

El modelo explica el 95.8 % de la variabilidad en la utilización del laboratorio de Química → ajuste muy alto.

Coeicientes del modelo:

Constante: 12.22

Biología: 1.02 ($p < 0.001$, altamente significativo)

Física: 0.004 ($p = 0.965$, no significativo)

Ecuación del modelo: $Q = 12.22 + 1.02 \times B + 0.04 \times F$

Química = 12.22 + 1.02 Biología + 0.04 Física

Interpretación:

1. Biología es un predictor clave del uso de Química.

- Por cada 1 % adicional en la utilización de Biología, el uso de Química aumenta en aproximadamente 1 %, manteniendo Física constante.
- La relación es estadísticamente significativa.

2. Física no tiene un efecto relevante sobre Química.

- Su coeficiente es muy pequeño y no significativo.
- Sugiere que el uso de Química está más relacionado con disciplinas que también demandan Biología (ciencias aplicadas a alimentos, salud, medio ambiente).

3. El modelo general es sólido, pero está basado en 8 observaciones (una por facultad), lo que limita la robustez estadística.

Conclusión

El laboratorio de Química es un recurso clave para las facultades con enfoque en ciencias aplicadas a alimentos y medio am-

biente, mientras que otras facultades lo utilizan de manera más limitada. El promedio de utilización sugiere que hay espacio para optimizar su uso, especialmente en facultades donde la química puede complementar la formación técnica y científica.

TABLA VII:
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN LABORATORIOS
DE BIOLOGÍA, FÍSICA Y QUÍMICA

Nº	Facultades usuarias	Laboratorio de biología	Laboratorio de física	Laboratorio de química
1	Ingeniería Química (FIQ)	0	28.57	14.29
2	Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)	0	28.57	14.29
3	Ingeniería Industrial y de Sistemas (FIIS)	0	19.05	9.52
4	Ingeniería Mecánica y Energía (FIME)	0	28.57	14.29
5	Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA)	42.86	19.05	52.38
6	Ciencias de la Salud (FCS)	9.52	0	19.05
7	Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM)	0	76.19	9.52
8	Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FIARN)	28.57	28.57	47.62
Promedio de utilización de laboratorios		26.98	32.65	22.62

Discusión de resultados sobre la utilización de los laboratorios

- **Laboratorio de biología:** El promedio de utilización es del 26.98 %, lo que indica un uso bajo en general.

La facultad con mayor uso es Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA) con un 42.86 % de utilización.

La facultad con menor uso registrado es Ciencias de la Salud (FCS) con un 9.52 %.

Varias facultades no utilizan este laboratorio, lo que sugiere oportunidades para optimizar su uso, especialmente considerando que la mayoría de las carreras de ingeniería no lo emplean en sus actividades académicas.

- **Laboratorio de física:** El promedio de utilización es del 32.65 %, siendo el laboratorio con mayor uso promedio entre los tres analizados.

La facultad con mayor uso es Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM) con un 76.19 % de utilización, lo que evidencia una alta demanda y dependencia de este espacio para sus actividades curriculares.

La facultad con menor uso registrado (excluyendo cero) es Ingeniería Industrial y de Sistemas (FIIS) con un 19.05 %.

Algunas facultades no utilizan este laboratorio, lo que indica que podría haber espacio para mejorar la asignación y diversificar su uso.

- **Laboratorio de química:** El promedio de utilización es del 22.62 %, mostrando un uso moderado.

La facultad con mayor uso es Ingeniería Pesquera y de Alimentos (FIPA) con un 52.38 % de utilización.

La facultad con menor uso registrado (excluyendo cero) es Ingeniería Industrial y de Sistemas (FIIS) con un 9.52 %.

Se observa que algunas facultades tienen un uso considerable, mientras que otras podrían aumentar su aprovechamiento, lo que sugiere que existe capacidad disponible para nuevas actividades académicas o prácticas.

En general, los resultados muestran que la utilización de los laboratorios varía significativamente entre facultades y laboratorios, lo que puede reflejar diferencias en los planes de estudio, la demanda académica y la disponibilidad de recursos. Se recomienda realizar un análisis más profundo para optimizar la asignación y uso de los laboratorios, buscando un equilibrio que maximice la eficiencia y el aprovechamiento de estos espacios.

V. CONCLUSIONES

- La utilización de los laboratorios universitarios de Biología, Física y Química presenta una variabilidad significativa entre facultades, determinada por la naturaleza de sus programas académicos y la demanda de prácticas experimentales. Por ejemplo, el laboratorio de Biología es

utilizado principalmente por Ingeniería Pesquera y de Alimentos (42.86 %) y en menor medida por Ciencias de la Salud (9.52 %), reflejando una especialización en el uso de este espacio.

- El laboratorio de Física muestra el mayor promedio de utilización (32.65 %), con una alta concentración en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (76.19 %), mientras que otras facultades lo emplean de manera limitada, lo que sugiere un potencial subutilizado.
- El laboratorio de Química es clave para facultades como Ingeniería Pesquera y de Alimentos (52.38 %) e Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (47.62 %), pero otras facultades presentan un uso moderado o bajo, indicando oportunidades para diversificar y optimizar su aprovechamiento.
- En general, el promedio de utilización de los laboratorios es moderado a bajo, lo que evidencia la existencia de capacidad disponible para nuevas actividades académicas o prácticas. Esta situación resalta la necesidad de revisar la programación y asignación de espacios para maximizar la eficiencia y el uso de los recursos universitarios.
- La implementación de un Sistema Integrado de Gestión (SIG) es una tendencia global que puede contribuir significativamente a la optimización de procesos, el cumplimiento normativo y la mejora continua en la gestión de laboratorios universitarios.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis más profundo de la programación académica y de los requerimientos de prácticas de cada facultad, con el fin de identificar oportunidades para redistribuir y optimizar el uso de los laboratorios.
- Promover la integración de prácticas experimentales en aquellas facultades que actualmente presentan un bajo uso de los laboratorios, especialmente en el caso de Biología y Química, para fortalecer la formación técnica y científica de los estudiantes.
- Evaluar la posibilidad de compartir espacios y horarios entre facultades con demandas complementarias, lo que permitiría un mejor aprovechamiento de la infraestructura existente y reduciría la subutilización de los laboratorios.

- Implementar un Sistema Integrado de Gestión que unifique los procesos de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, siguiendo las mejores prácticas internacionales y adaptando los procedimientos a las necesidades específicas de los laboratorios universitarios.
- Desarrollar estrategias de mejora continua que incluyan la capacitación del personal, la actualización de la documentación técnica y la gestión de riesgos, para garantizar un entorno educativo seguro, eficiente y sostenible.
- Fomentar la colaboración interfacultades y la planificación conjunta de actividades prácticas, lo que puede contribuir a una mayor eficiencia operativa y a la satisfacción de los usuarios de los laboratorios.

Estas conclusiones y recomendaciones buscan orientar la toma de decisiones para lograr una gestión más eficiente, equitativa y sostenible de los laboratorios universitarios, en beneficio de la comunidad académica y de la calidad educativa.

REFERENCIAS

- [1] Basantes & Sánchez, *Validación de un sistema integrado de gestión del área de control de calidad de un laboratorio para formas farmacéuticas sólidas*, Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador, 2015.
- [2] González, *Diseño de un modelo de gestión integrado, aplicado a los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Facultad de Ingeniería y administración*, Universidad Nacional de Colombia, Palmira- Colombia, 2015.
- [3] Rivera Rueda, *Propuesta de diseño de un Sistema de Gestión Integrado basado en las normas NTE INEN-ISO 9001:2016 y NTE INEN-ISO 45001:2019, para el Laboratorio clínico y microbiológico LabINRed en la ciudad de Quito DM*, Universidad Andina Simón Bolívar-Ecuador, 2022.
- [4] Fonseca, *Fortalecimiento del sistema integrado de gestión de laboratorios, en la empresa universidad pedagógica y tecnológica de colombia UPTC -tunja*, Facultad de ingeniería ambiental, Universidad Santo Tomás, Colombia, 2025.
- [5] Olazabal, *Diseño de implementación de los sistemas integrados de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo en un laboratorio de enseñanza – caso estudio: laboratorio fisicoquímico de la escuela profesional de ingeniería de industrias alimentarias de la UNSA – Arequipa*, Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa, 2023.
- [6] Sosa, *Implementación de un sistema integrado para la gestión de referencias médicas en precisa laboratorios clínicos*, Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma del Perú, 2018.
- [7] Zárate M., Espinal T., Espinoza E., “Sistema integrado de gestión en laboratorios de enseñanza de la Faiaa”, *Journal of Agri-Food Science*, vol. 1, n° 1, 2022.