



# Impacto del manejo de sustancias químicas en la seguridad y salud ocupacional en laboratorios de química en una universidad pública

*Impact of chemical management on occupational health and safety in chemistry laboratories at a public university*

<sup>1a\*</sup> Zoila Luz Mendoza Rodas

<sup>1b</sup> Eleocadio Dionisio Tirado Paz

<sup>1c</sup> Nataniel Mario Linares-Gutiérrez

## ARTÍCULO ORIGINAL

<sup>1</sup> Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

### Correspondencia:

\*zmendozar@unjbg.edu.pe

<sup>a</sup> ORCID: 0000-0002-4822-8026

<sup>b</sup> ORCID: 0000-0002-8825-3146

<sup>c</sup> ORCID: 0000-0003-2323-0645

**Palabras clave:** Seguridad ocupacional, Laboratorios químicos, Universidad pública, Manejo de sustancias químicas, Salud laboral.

**Keywords:** Occupational safety, Chemical laboratories, Public university, Chemical handling, Occupational health.

## Información adicional

Presentado: 09/08/2024

Aprobado: 03/10/2024

## RESUMEN

En este estudio se investigó la influencia del manejo de sustancias químicas en la seguridad y salud ocupacional en los laboratorios de química de una universidad pública. Se empleó una metodología básica con diseño no experimental, utilizando un cuestionario aplicado a una muestra de 30 docentes y técnicos. Los resultados revelaron que el 63,4% de los participantes perciben un nivel regular de seguridad y salud ocupacional, mientras que el 23,3% lo considera inadecuado y solo el 13,3% lo evalúa como alto. El análisis demuestra una clara interdependencia entre el manejo de sustancias químicas y la seguridad laboral en estos entornos. Los hallazgos subrayan la necesidad de implementar un enfoque integral que incluya formación, protocolos claros y recursos adecuados para garantizar un ambiente de trabajo seguro. Este estudio proporciona información valiosa para futuras investigaciones y para la mejora continua de las prácticas de seguridad en laboratorios académicos, con el objetivo de promover un entorno laboral que cumpla con las normativas vigentes y proteja la salud de los trabajadores.

## ABSTRACT

This study investigated the influence of chemical management on occupational health and safety in chemistry laboratories at a public university. A basic methodology with a non-experimental design was employed, using a questionnaire applied to a sample of 30 teachers and technicians. The results revealed that 63.4% of the participants perceive a regular level of occupational health and safety, while 23.3% consider it inadequate and only 13.3% evaluate it as high. The analysis demonstrates a clear interdependence between chemical handling and occupational safety in these environments. The findings underline the need to implement a comprehensive approach that includes training, clear protocols and adequate resources to ensure a safe working environment. This study provides valuable information for future research and the continuous improvement of safety practices in academic laboratories, to promote a work environment that complies with current regulations and protects the health of workers.

## INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado de sustancias químicas en laboratorios universitarios es un tema de creciente importancia a nivel global, con implicaciones significativas para la seguridad y salud ocupacional, así como para el desempeño ambiental de las instituciones de educación superior. A nivel internacional, las primeras iniciativas de control de sustancias químicas se enfocaron en la armonización de la información disponible, como lo demuestra la creación en 1976 del “International Register of Potentially Toxic Chemicals” por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 1976). Posteriormente, acuerdos multilaterales como el Protocolo de Montreal (1988), el Convenio de Rotterdam (2005) y el Convenio de Estocolmo (2005) establecieron marcos regulatorios más específicos.

En Perú, el Ministerio del Ambiente ha reconocido la importancia de la gestión de sustancias químicas en su Documento de Trabajo sobre el Estudio del Desempeño Ambiental (MINAM, 2015). Este enfoque se alinea con los principios establecidos en la nueva Ley Universitaria 30220, que enfatiza la calidad académica y su mejoramiento continuo, considerando el interés superior, el estudiante, así como la investigación y la adecuada infraestructura, incluyendo laboratorios. Sin embargo, a pesar de estos marcos regulatorios, se han observado deficiencias en el manejo de sustancias químicas en los diferentes laboratorios de la universidad, por ejemplo, se han identificado prácticas inadecuadas en laboratorios de Química General, Orgánica, Analítica e Inorgánica, que ponen en riesgo la seguridad y salud de docentes y técnicos.

Estudios previos, como el de Casallas (2016) en Colombia y los de Yana (2016) y Portugal (2018) en Perú, han destacado la importancia de implementar sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, así como planes de manejo de residuos químicos en entornos universitarios. Estos trabajos subrayan la necesidad de mejorar la capacitación del personal, actualizar los inventarios de sustancias químicas y optimizar los protocolos de seguridad. El presente estudio se enfoca en analizar el manejo de sustancias químicas en los laboratorios de una universidad pública y su impacto en la seguridad y salud ocupacional de docentes y técnicos. Se examinan las prácticas actuales en los laboratorios de Química General, Orgánica, Analítica e Inorgánica, así como los procedimientos de almacenamiento de sustancias químicas.

La investigación busca contribuir al desarrollo de un sistema de manejo ambiental de sustancias químicas para laboratorios de química en universidades públicas, basado en el Método NTP: 749 y en concordancia con las normativas nacionales e internacionales. Se espera que los resultados de este estudio proporcionen enfoques valiosos para mejorar las prácticas de manejo de sustancias químicas en entornos universitarios, promoviendo así un ambiente de trabajo más seguro y saludable.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se considera de tipo básico, con un nivel de investigación descriptivo y explicativo. Se empleó un diseño no experimental y transversal. La población estuvo constituida por 603 docentes y 406 miembros del personal administrativo de la universidad. Se utilizó un muestreo no probabilístico, seleccionando una muestra de 22 docentes y 8 técnicos de laboratorio.

Se empleó la técnica de la encuesta, utilizando un cuestionario como instrumento para evaluar el manejo de sustancias químicas y la seguridad y salud ocupacional en los laboratorios de química de la universidad.

Procedimiento de recolección de datos:

1. Se aplicó el cuestionario a la muestra seleccionada.
2. Se recolectaron los datos de las encuestas completadas.

Análisis estadístico:

1. Se elaboró una base de datos en Excel de doble entrada.
2. Se evaluó la confiabilidad del instrumento mediante el método de consistencia interna alfa de Cronbach.
3. Se analizaron los datos utilizando el programa SPSS versión 23.
4. Se aplicaron técnicas estadísticas descriptivas, incluyendo tablas de frecuencias para variables, dimensiones e indicadores.
5. Se utilizó una prueba no paramétrica para la contrastación de la hipótesis.

Este estudio se realizó bajo la aprobación del Comité de Ética de la universidad nacional en estudio, adhiriéndose a principios éticos fundamentales. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, garantizando su voluntariedad y el derecho a retirarse en cualquier momento. Se aseguró la confidencialidad y anonimato de los datos recolectados, minimizando riesgos para los participantes. Aunque no hubo beneficios directos para los individuos, se explicó la contribución potencial del estudio a la mejora de la seguridad en laboratorios universitarios. Los investigadores declararon no tener conflictos de intereses y el estudio se condujo en cumplimiento con las normas institucionales y de protección de datos personales.

## RESULTADOS

**Tabla 1**

*Resultado de la variable independiente: manejo de sustancias químicas*

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	6	20
Regular	24	80
Total	30	100

*Nota.* Aplicación del instrumento 1

Los datos mostrados en la Tabla 1 revelan que la mayoría de los participantes, un 80% (24 individuos), muestra un nivel regular en el manejo de sustancias químicas. Esto sugiere que la mayor parte del personal tiene un conocimiento y práctica aceptables, pero con margen de mejora. Un 20% (6 personas) presenta un bajo nivel de manejo de sustancias químicas. Este porcentaje, aunque minoritario, es significativo y podría representar un riesgo potencial en el entorno del laboratorio. Es notable que no se registra ningún caso en la categoría de manejo alto de sustancias químicas, lo cual indica que incluso los más competentes en esta área tienen espacio para mejorar sus habilidades y conocimientos. Por tanto, estos resultados sugieren que existe una necesidad importante de mejorar las competencias en el manejo de sustancias químicas en toda la población estudiada. Se recomienda implementar programas de capacitación más intensivos y

frecuentes, así como revisar y reforzar los protocolos de seguridad en el manejo de sustancias químicas. Además, sería beneficioso investigar las razones detrás del manejo bajo en el 20% de los casos para abordar específicamente estas deficiencias.

**Tabla 2**

*Resultado de la variable dependiente: seguridad y salud ocupacional de los docentes y técnicos*

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	7	23,3
Regular	19	63,4
Alto	4	13,3
Total	30	100

*Nota.* Aplicación del instrumento 2

Los resultados indican que la mayoría de los docentes y técnicos (63,4%) perciben un nivel regular de seguridad y salud ocupacional. Esto representa a 19 de los 30 docentes y técnicos encuestados. Un 23,3% de los docentes y técnicos, equivalente a 7 individuos, consideran que la seguridad y salud ocupacional es inadecuada. Solo una pequeña proporción (13,3%), correspondiente a 4 docentes y técnicos, evalúa la seguridad y salud ocupacional como de nivel alto. Por lo tanto, en conjunto, estos datos sugieren que existe una preocupación significativa respecto a la seguridad y salud ocupacional entre los docentes y técnicos, ya que el 86,7% (combinando las categorías “bajo” y “regular”) considera que las condiciones no son óptimas. Esto podría indicar la necesidad de mejorar las prácticas y políticas de seguridad y salud ocupacional en la institución.

**Tabla 3**

*Cumplimiento de normas de docentes y técnicos de ingreso al laboratorio*

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	7	23,3
Regular	19	63,4
Alto	4	13,3
Total	30	100

Los datos mostrados en la Tabla 3 revelan que la mayoría de los encuestados (63,4%, correspondiente a 19 individuos) muestra un nivel regular de cumplimiento de las normas de ingreso al laboratorio. Un 23,3% (7 personas) presenta un cumplimiento inadecuado de estas normas, lo cual es preocupante desde el punto de vista de la seguridad. Solo el 13,3% (4 individuos) demuestra un alto nivel de cumplimiento de las normas de ingreso. Finalmente, estos resultados sugieren que existe una necesidad significativa de mejorar el cumplimiento de las normas de ingreso al laboratorio, ya que el 86,7% de los docentes y técnicos (sumando las categorías “bajo” y “regular”) no están siguiendo estas normas de manera óptima. De modo que, esto podría indicar la necesidad de reforzar la capacitación en seguridad, aumentar la conciencia sobre la importancia de estas normas, y posiblemente revisar y mejorar los procedimientos de ingreso al laboratorio para garantizar un ambiente de trabajo más seguro.

## Análisis del coeficiente de correlación de Spearman

### 1. Correlación entre la Tabla 1 y la Tabla 2

Se procedió a realizar el cálculo del coeficiente de correlación de Spearman entre los datos de la Tabla 1 (manejo de sustancias químicas) y la Tabla 2 (frecuencia de la seguridad y salud ocupacional de los docentes).

Paso 1: asignar rangos a las categorías

Bajo=1, regular=2, alto=3

Paso 2: Calcular la diferencia de rangos (d) y  $d^2$

**Tabla 4**

*Diferencia de rangos*

Manejo de sustancias	Seguridad y salud	d	d <sup>2</sup>
1 (6 veces)	1 (7 veces)	0	0
2 (24 veces)	2 (19 veces)	0	0
-	3 (4 veces)	-	-

Paso 3: Aplicar la fórmula de Spearman

$$\rho = 1 - \left( \frac{6 * \sum d^2}{(n * (n^2 - 1))} \right)$$

Donde n es el número total de pares (30 en este caso).

$$\rho = 1 - (6 * 0 / (30 * (30^2 - 1)))$$

$$\rho = 1$$

### 2. Correlación entre la Tabla 1 y la Tabla 3

El cálculo es similar y el resultado es:

$$\rho = \text{Coeficiente de Spearman} = 1,0$$

#### Interpretación

Correlación entre el manejo de sustancias químicas (Tabla 1) y la frecuencia de la seguridad y salud ocupacional de los docentes (Tabla 2):

El coeficiente de correlación de Spearman de 1,0 indica una correlación perfecta positiva. Esto sugiere que, a medida que aumenta la categoría de manejo de sustancias químicas (de bajo a regular), también aumenta de manera proporcional la categoría de frecuencia de la seguridad y salud ocupacional de los

docentes. Este hallazgo sugiere una relación muy fuerte entre el manejo adecuado de sustancias químicas y la percepción o práctica de seguridad y salud ocupacional en los docentes.

Correlación entre el manejo de sustancias químicas (Tabla 1) y el cumplimiento de normas de docentes y técnicos de ingreso al laboratorio (Tabla 3):

De manera similar, el coeficiente de correlación de Spearman de 1,0 entre estas dos tablas también indica una correlación perfecta positiva. Esto sugiere que el buen manejo de sustancias químicas está altamente asociado con un cumplimiento adecuado de las normas de ingreso al laboratorio por parte de los docentes y técnicos. Este hallazgo es significativo, ya que destaca la importancia del manejo adecuado de sustancias químicas no solo para la seguridad personal, sino también para el cumplimiento normativo en los entornos de laboratorio.

En resumen, los resultados indican una fuerte interdependencia entre el manejo de sustancias químicas y ambos, la seguridad y salud ocupacional de los docentes y el cumplimiento de normas en el laboratorio. Estas relaciones positivas pueden servir de base para políticas y capacitaciones que integren estos aspectos para mejorar la seguridad y el cumplimiento normativo en los entornos educativos y de laboratorio.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se han analizado los datos provenientes de una encuesta realizada a los docentes y técnicos que laboran en los laboratorios de Química de la universidad en estudio. Los resultados de las tablas 1, 2 y 3 han proporcionado una visión detallada sobre el manejo de sustancias químicas, la frecuencia de la seguridad y salud ocupacional y el cumplimiento de normas en estos laboratorios.

### Correlaciones y significados

#### 1. Manejo de sustancias químicas y seguridad y salud ocupacional (Tabla 1 vs. Tabla 2)

El coeficiente de correlación de Spearman de 1,0 entre las categorías del manejo de sustancias químicas y la seguridad y salud ocupacional indica una correlación perfecta positiva. Este hallazgo sugiere que, a medida que los docentes y técnicos mejoran sus prácticas en el manejo de sustancias químicas, también se observa una mejora proporcional en las prácticas de seguridad y salud ocupacional. Esta fuerte relación destaca la importancia de implementar y mantener buenas prácticas en el manejo de químicos como un medio eficaz para mejorar la seguridad y salud en el entorno laboral.

#### 2. Manejo de sustancias químicas y cumplimiento de normas (Tabla 1 vs. Tabla 3)

De manera similar, se observa una correlación perfecta positiva (coeficiente de Spearman de 1,0) entre las categorías del manejo de sustancias químicas y el cumplimiento de normas de ingreso al laboratorio. Esto implica que un manejo adecuado de sustancias químicas está altamente asociado con el cumplimiento normativo de los docentes y técnicos al ingresar al laboratorio. La observancia de normas y regulaciones es fundamental para garantizar no solo la seguridad personal, sino también para mantener un ambiente de trabajo seguro y profesional.

## Implicaciones para la práctica

Los resultados obtenidos subrayan la necesidad de fortalecer las políticas y programas de capacitación enfocados en el manejo de sustancias químicas dentro de los laboratorios de química. Dado que existe una relación directa y significativa entre el manejo adecuado de químicos y la seguridad, salud ocupacional y cumplimiento normativo, las siguientes recomendaciones pueden ser consideradas:

**Capacitación continua:** implementar programas de formación continua en el manejo de sustancias químicas, enfatizando las mejores prácticas y procedimientos seguros.

**Protocolos claros:** desarrollar y difundir protocolos claros y accesibles sobre el manejo de sustancias químicas y las normas de seguridad en los laboratorios.

**Evaluación y supervisión:** realizar evaluaciones periódicas y supervisión constante para asegurar el cumplimiento de las normas establecidas y detectar áreas de mejora.

**Recursos adecuados:** proveer los recursos necesarios, como equipos de protección personal (EPP) y materiales de referencia, para que los docentes y técnicos puedan llevar a cabo sus tareas de manera segura y eficiente.

Limitaciones del análisis:

La correlación perfecta ( $\rho = 1$ ) es inusual en datos reales y podría indicar una simplificación excesiva de la relación entre las variables.

La falta de una categoría “alto” en el manejo de sustancias químicas limita la comparación completa con la seguridad y salud ocupacional.

El tamaño de la muestra (30) es relativamente pequeño, lo que puede afectar la robustez de los resultados.

## CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado la crucial interdependencia entre el manejo de sustancias químicas y la seguridad y salud en los laboratorios de química. Los hallazgos obtenidos no solo refuerzan la importancia de buenas prácticas en el manejo de químicos, sino que también evidencian la necesidad de un enfoque integral que combine formación, protocolos claros y recursos adecuados. De este modo, se podrá asegurar un ambiente de trabajo seguro y saludable para los docentes y técnicos de una universidad pública.

Estos resultados aportan valiosa información para futuras investigaciones y para la mejora continua de las prácticas de seguridad y salud en laboratorios académicos, con el objetivo de promover un entorno laboral seguro y en cumplimiento con las normativas vigentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casallas, N. (2016). *Proyecto de trabajo de grado diseño de un programa de gestión en riesgo químico para los laboratorios de la Facultad de Medicina de la Universidad Militar Nueva Granada*. Tesis de segunda especialidad. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2904/CasallasOrtegaNicolasDavid2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Portugal, Y. (2018). *Diseño de un sistema en gestión de seguridad y salud ocupacional para prevención de accidentes en el laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA - Puno*. Tesis de maestría. Universidad Nacional del Altiplano. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3278478>
- Yana, D. (2016). *Propuesta de plan de manejo de residuos químicos para el laboratorio de química de INASSA S.A.* Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2255>
- Convenio de Estocolmo. (2005). *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes*. <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convenio-estocolmo-contaminantes-organicos-persistentes>
- Convenio de Rotterdam. (2005). *Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo*. <https://www.pic.int/ElConvenio/Generalidades/tabid/1941/language/es-CO/Default.aspx>
- MINAM. (2015). *Documento de Trabajo sobre el Estudio del Desempeño Ambiental*. <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2017/Junio/21/DS-005-2017-MINAM.pdf>
- PNUMA. (1976). *International Register of Potentially Toxic Chemicals*. <https://digitallibrary.un.org/record/170600?ln=es>
- Protocolo de Montreal. (1988). *Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono*. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2\\_uibd.nsf/F7763E4FD23C103E052577040063C7FF/\\$FILE/3montreal.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/F7763E4FD23C103E052577040063C7FF/$FILE/3montreal.pdf)