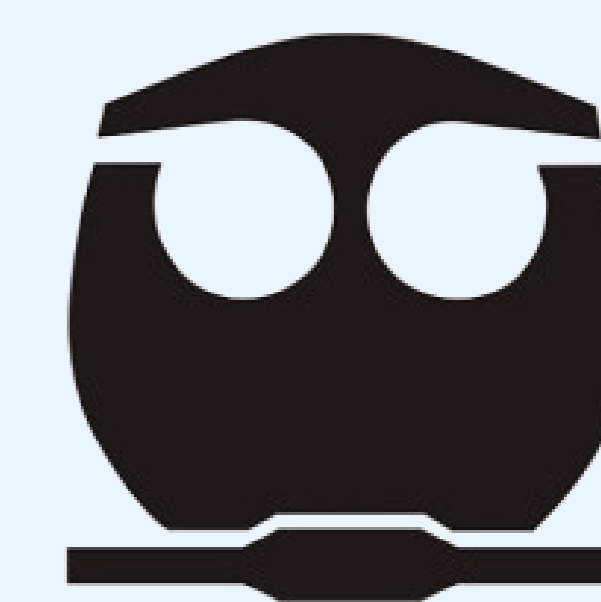




Investigación Formativa en Química Analítica Ambiental: Guía Práctica para la Gestión de Residuos Químicos y su Aplicación



Elvis Alejandro Tovar Facundo ^{1,*}, Oscar Uriel Rodríguez Pacheco ¹, María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar ²

¹ Facultad de Química (FQ), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), CDMX, México.

² Depto. de Q. Analítica (DQA), FQ, UNAM, Cd. Universitaria, Coyoacán, CDMX, México, CP 04510

* 423076486@quimica.unam.mx

Introducción

Los residuos químicos peligrosos presentan riesgos para la salud y el medio ambiente debido a sus características CRETIB, por lo que requieren un manejo adecuado (DOF, 2005).

Los integrantes del Grupo de Investigación Formativa en Química Analítica Ambiental (GIFQAA) del Depto. de Química Analítica (DQA) de la FQ, UNAM deben asumir una gestión responsable y consciente a través de acciones que prevengan los impactos derivados del manejo de sustancias químicas (Aarnio-Linnanvuori, 2019).

Objetivo

Elaborar una Guía Práctica para la Gestión de Residuos Químicos (GPRQ) en que se describa la metodología para la correcta gestión (pretratamiento, identificación, clasificación, almacenamiento, etiquetado, etc.) de residuos químicos. Aplicar la Guía en la gestión de residuos generados entre 2025 y 2026 durante los diversos proyectos académicos (Asignaturas, Estancias, Cursos/Talleres, Servicio Social, y Tesis) en el GIFQAA del DQA, FQ, UNAM

Metodología

La GPRQ se presenta como solución a la necesidad de homogeneizar los procedimientos técnicos para la gestión de residuos generados en el GIFQAA. La Guía es elaborada a partir en una revisión documental especializada sobre la normatividad nacional e internacional aplicable a la gestión integral de residuos, así como en la homologación de la terminología técnica empleada en el GIFQAA. Para ello, se consultan Reglamentos de Higiene y Seguridad, repositorios de la Facultad de Química y marcos regulatorios ambientales vigentes en México, la LGPGIR, la LGEEPA y las NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-087-ECOL-SSA1-2002 y NOM-161-SEMARNAT-2011.



Tabla 1. Criterios que identifican a un residuo químico como un residuo peligroso químico. (Tovar-Facundo, E., 2026. Elaboración propia a partir de la NOM-052-SEMARNAT-2005).

	C	R	E	T	I	B
	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico-Ambiental	Inflamable	Biológico Infeccioso
Definición	Capacidad de una sustancia para destruir materiales por acción química.	Tendencia a reaccionar violentamente con agua, aire u otras sustancias.	Capacidad de liberar energía súbitamente mediante reacción química.	Capacidad de causar daño a organismos vivos por exposición	Facilidad para encenderse en presencia de una fuente de ignición	Presencia de agentes patógenos capaces de causar enfermedad
Ejemplos	Líquido acuoso o sólido en agua destilada con pH menor a 2.0 o mayor a 12.5.	Sustancia que genera calor al contacto con aire.	Reacción detonante o explosiva: Se activa sola, con energía o al calentarse.	Metales: As, Ba, Cd, Cr, Hg, Ag, Pb, Se. Disolventes orgánicos volátiles.	Líquido o mezcla líquida con punto de inflamación menor a 60 °C.	Muestras biológicas para análisis. Objetos punzocortantes.

Clasificación Interna UGA, FQ



La Guía incluye:

- Procedimiento para el lavado de recipientes devueltos por la UGA.
- Formato de etiquetado requerido para la identificación de residuos químicos, de acuerdo con las especificaciones de la UGA.
- Tabla de compatibilidad química.

Procedimiento de Gestión de Residuos Químicos



1. Identificación
Se conservan las disoluciones que pueden tener un uso posterior. Se explican las operaciones básicas de separación de mezclas de residuos, filtración y decantación, en el pretratamiento de la muestra.

2. Clasificación y Almacenamiento
debidamente registrado y verificando la compatibilidad del material del recipiente con la sustancia química que almacena..



3. Etiquetado
Utilizando exclusivamente el formato de Etiqueta oficial establecido por la UGA de la FQ

4. Envío a la UGA
Posterior a su solicitud a través del sitio web (UGA, 2026). Considera el transporte de los residuos a la UGA en el Almacén del Edif. B, FQ, en el día y horario indicado



Residuo	Proceso	Cantidad	Unidad	Concentración	Envase
Disolución de ácido gálico en agua desionizada.	Calibración espectrofotómetro. UV-Vis.	150	ml	<1000 mg/L de ácido gálico en agua desionizada (DI)	HDPE
Disolución de ácido gálico en EtOH/Agua 70:30	Calibración espectrofotómetro. UV-Vis.	1500	mL	70% v/v EtOH/agua, 100 mg/L de ácido gálico.	PET

Sustancia química	Material del recipiente que lo contiene			
	Vidrio	Polipropileno	HPDE	LPDE
DISOLVENTES				
Agua	A	A	A	A
Alcohol isoamílico ^{2,3}	A	A	A	A
Etolanol 96% v/v ^{1,2}	A	A	A	A
Metanol ^{1,2,3}	A	A	A	A
Acetona ^{1,2}	A	C	D	D
Cloroforno ^{1,2,3}	A	D	C	D
Diclorometano ^{1,2}	A	D	D	D

Universidad Nacional Autónoma de México
RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

Dependencia: _____ Departamento: _____
Edificio: No Lab. _____ Tel. _____

Responsable (Generador): _____ Nombre del residuo: _____ Fecha: _____
Diagnóstico: _____

Nombre químico (sin abreviaturas): _____ Cantidad: _____
 Sólido Líquido Litros kg

Color: _____ Consistencia: _____ Característica: COR E T O O

Observaciones: _____

Conclusiones

La guía desarrollada permite estandarizar la gestión de residuos químicos generados en actividades experimentales del GIFQAA; los procedimientos operativos están alineados con la legislación ambiental vigente y lineamientos institucionales de la FQ (Reglamento de Seguridad e Higiene, 2019). La guía y su aplicación constituye una herramienta didáctica-práctica para la formación en Química Analítica Ambiental en laboratorios de docencia, fomentando la cultura de responsabilidad ambiental en la FQ, UNAM.

Agradecimientos

Proyecto DGAPA UNAM PE201324, JL González Ch., C. Ignacio V., SC Gama G., A. Chiken S., J. Villegas C., O. Reyes S., J.R. Vázquez M., A.D. Vázquez R., F.I. Vitela E., C. Santos T., D.E. Silva M., R. Salcedo M., M.I. Vera Jmz., D. Acoltzi A., A. Pineda J., G. Moreno M., M.R. Gutiérrez L., C.A. Delgado L., B.A. Cruz D., Comité Organizador VII Congreso Internacional Didáctica de la Química.

Referencias

- Diario Oficial de la Federación (13 de abril, 2005). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2ª Sección. pp. 8,9. Recuperado 29 de abril, 2026. <https://platica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-052-semarnat-2005/>
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA. 2026. Fundamentos de la química verde. Sitio oficial del gobierno de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry>
- Aarnio-Linnanvuori, E. (2019). How do teachers perceive environmental Responsibility? Environmental Education Research, 25(1), 46–61. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1506910>
- Rodríguez Salazar, M.T.J., Tovar Facundo E.A., Rodríguez Pacheco O.U. (2026). Guía Práctica de Gestión de Residuos Químicos (GPRQ). Administrador de Manuales y Documentos (AMyD). Facultad de Química, UNAM. <https://amyd.quimica.unam.mx/mod/resource/view.php?id=18644>
- LGPGIR (2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, última reforma publicada DOF 18-01-2021. Recuperado 11 abril 2023 de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/724794/6_LGPGIR_18_01_21.pdf
- LGEEPA. (2022). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada DOF 11-04-2022. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-del-equilibrio-ecologico-y-la-proteccion-al-ambiente-63043>
- Facultad de Química (mayo, 2019). Reglamento de higiene y seguridad para laboratorios de la Facultad de Química: Consejos de seguridad y acciones básicas en caso de emergencia en el laboratorio. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Coordinación de Protección Civil de la FQ.
- Secretaría de Planeación e Informática. Administrador de Manuales y Documentos (AMyD, 2026). Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado 19 de enero de 2026 de: <https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id=459§ion=2>

