



INFORME TÉCNICO DEL CONCEPTO:

**Análisis de Peligrosidad de los reactivos usados en las prácticas de Laboratorios de la
Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio**

Jonathan Steven Murcia Fandiño, Saúl Martínez Molina, Yésica Natalia Mosquera Beltrán,
Valma Martins Barbosa

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

INGENIERÍA AMBIENTAL

VILLAVICENCIO

2020

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

INTRODUCCIÓN

En el presente concepto técnico se realiza el análisis de la peligrosidad de los reactivos químicos usados en prácticas de laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás – Sede Villavicencio, a través de una metodología que está dividida en tres fases, comenzando con la recolección de información primaria y secundaria, seguido por el análisis de la misma y la consolidación tanto del inventario de reactivos, como de las guías de laboratorio, finalizando con el análisis de la peligrosidad de los reactivos a través del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), esperando que funcione como modelo para el manejo adecuado de los reactivos y residuos peligrosos generados en las prácticas de laboratorio de docencia, investigación, programas académicos y otras dependencias de la universidad donde se generan residuos peligrosos.

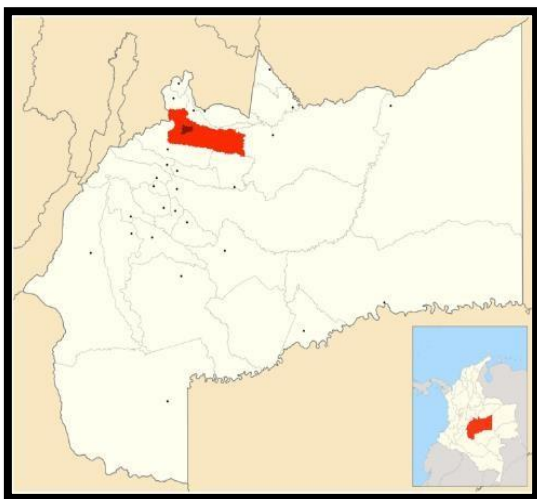
Este concepto podría ser útil para crear otros estudios o proyectos similares, ya sea en otras facultades de la misma Universidad o en otros laboratorios e instituciones. Por lo anterior, su propósito es sentar las bases para definir los reactivos a trabajar bajo el principio de micro-escala y los principios de la Química Verde, basado en el diagnóstico y posterior análisis del peligro de los reactivos usados, pues se hace necesario verificar y evaluar cada uno de los pasos que componen la metodología analítica y los riesgos asociados para brindar una solución sostenible (Mora, Piedra, Benavides, Ruepert, 2012), aportando así a la implementación de la Agenda 2030 en las instituciones de educación superior y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, pues hoy en día, en las universidades existen más de 200 millones de estudiantes a nivel mundial, y dicha población hace parte de las claves para lograr el cambio generacional y la sostenibilidad de los objetivos trazados (Mineducación & ASCUN, s.f.).

ALCANCE

Contempla una población objeto que está conformada por directivos, docentes, auxiliares de laboratorio y estudiantes (de quinto semestre en adelante) de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás – Sede Villavicencio que hacen uso de los laboratorios como parte de su desarrollo curricular. Por otro lado, la zona de estudio es la

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

Universidad Santo Tomás – Sede Villavicencio, que está situada en el departamento del Meta (*Ilustración 1*); el estudio se realizó específicamente en la sede de Aguas Claras (*Ilustración 2*), en donde se encuentran ubicados los laboratorios en los que la facultad realiza sus prácticas experimentales. Además, las acciones necesarias para llevar a cabo el objeto del trabajo, son las siguientes: recolección de información primaria y secundaria, análisis de la información obtenida, consolidación de inventario de reactivos, priorización de los reactivos de acuerdo a cantidad, frecuencia de uso y su peligrosidad.



*Ilustración 1: Localización de Villavicencio en Colombia
(Fuente: Alcaldía de Villavicencio, 2019)*



Ilustración 2: Localización de la Universidad Santo Tomás-sede Aguas Claras, Villavicencio (Fuente: Google Maps, 2019)

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

ANTECEDENTES

En 2011, Delilah Lithner, Åke Larsson & Göran Dave desarrollaron un modelo de clasificación de peligros en cinco niveles de riesgos (I – V) para las categorías de peligros físicos, ambientales y para la salud humana, basado en el SGA (Lithner et al., 2011); dicho modelo es tomado como guía para llevar a cabo una de las etapas de la metodología de este trabajo de grado, facilitando la obtención, evaluación y análisis de los resultados obtenidos.

METODOLOGÍA

El análisis de la peligrosidad de las guías de laboratorio fue tomado y adaptado de la metodología establecida en el estudio de Lithner; Larsson; Dave, 2011 (Lithner et al., 2011). En el presente trabajo, se actualizan los peligros y se adicionan los peligros físicos a la versión más reciente del SGA. Además, se adecúan los criterios de valoración bajo conceptos reales del caso de estudio y se describe a continuación:

Para poder establecer un análisis de la peligrosidad de las guías de laboratorio, se procedió a realizar un consolidado de los tipos, clases y categorías de peligros presentes en el SGA. A partir de allí se elaboró una matriz en Excel (Tabla 1) que categoriza los peligros físicos, a la salud humana y al medio ambiente en cinco niveles de peligros (I-V) conforme su categoría de peligro, otorgándoles un valor exponencial (grado de peligro) que varía entre 1 y 10.000, siendo 1 los reactivos que menor peligros representan.

Tabla 1: Matriz de categorización de peligros con base al Sistema Globalmente Armonizado.

Clase de peligro (categoría)	Abreviatura	Nivel de peligro	Grado de peligro
Explosivos (inestables)	Expl. Ines.	V	10000
Aerosoles (cat. 2)	Aero. 1		
Gases inflamables (principalmente cat. 1)	Gas. Infla. 1A; Gas. Infla. 1B		
Líquidos inflamables (Cat. 1)	Liq. Inf. 1		
Sustancia o mezcla autorreactiva (tipo A)	Autorreacción A		
Líquidos / sólidos pirofóricos	Pir. Liq. 1; Pir. Sol. 1		
Explosivos (Div 1.1)	Expl. 1.1		
Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	Sus. Espon. 1		
Peróxido orgánico (tipo A)	Org. Perox. A		

**CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO**

Clase de peligro (categoría)	Abreviatura	Nivel de peligro	Grado de peligro
Corrosión / irritación cutánea (cat. 1A; 1B; 1C)	Corr. Cut. 1A; Corr. Cut. 1B; Corr. Cut. 1C	IV	1000
Lesiones oculares graves / irritación ocular (cat. 1)	Les. Ojo. 1		
Mutagenicidad en células germinales (cat. 1A)	Muta 1A		
Carcinogenicidad (cat. 1A)	Carc. 1 ^a		
Toxicidad aguda (cat. 1 - oral; dérmica; inhalación)	Tox. agu. 1		
Toxicidad para la reproducción (cat. 1A)	Repr. 1A		
Gases inflamables (principalmente Cat 2)	Gas. Infla. 2		
Aerosoles (cat. 2)	Aero. 2		
Explosivos (Div 1.2)	Exp. 1.2		
Líquidos inflamables (Cat. 2)	Liq Inf. 2		
Sólido inflamable (Cat. 1)	Sol. Inf. 1		
Sustancia o mezcla autorreactiva (tipo B)	Autorreacción B		
Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	Sus. Esp. 2		
Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	Sus. Agua. Infl. 1		
Peróxido orgánico (tipo B)	Org. Perox. B		
Corrosión / irritación cutánea (cat. 2)	Corr. Cut. 2		
Toxicidad aguda (cat. 2 - oral; dérmica; inhalación)	Tox. agu. 2		
Sensibilización respiratoria / cutánea (cat. 1)	Sens. Resp. 1A; Sens. Resp. 1B		
Carcinogenicidad (cat. 1B)	Carc. 1B		
Mutagenicidad en células germinales (cat. 1B)	Muta. 1B		
Lesiones oculares graves / irritación ocular (cat. 2)	Les. Ojo. 2A; Les. Ojo. 2B	III	100
Toxicidad para la reproducción (cat. 1B)	Repr. 1B		
Toxicidad específica en determinados órganos: exposición única (cat. 1)	Tox. Esp. Uni. 1		
Toxicidad específica en determinados órganos: exposición repetida (cat. 1)	Tox. Esp. Rep. 1		
Peligroso para el medio ambiente acuático (Crónico cat. 1; Agudo Cat. 1)	Agua. Cro. 1; Agua. Agu. 1		
Líquidos inflamables (Cat. 3)	Liq. Inf. 3		
Sólido inflamable (Cat. 2)	Sol. Inf. 2		

**CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO**

Clase de peligro (categoría)	Abreviatura	Nivel de peligro	Grado de peligro
Explosivos (Div 1.3)	Expl. 1.3	II	10
Sustancia o mezcla autorreactiva (tipo C; D)	Autorreacción C; Autorreacción D		
Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	Sus. Agua. Infl. 2		
Peróxido orgánico (tipo C; D)	Org. Perox. C; Org. Perox. D		
Explosivos insensibilizados	Exp. Ins. 1		
Toxicidad aguda (cat. 3 - oral; dérmica; inhalación)	Tox. agu. 3		
Carcinogenicidad (cat. 2)	Carc. 2		
Mutagenicidad en células germinales (cat. 2)	Muta. 2		
Corrosión / irritación cutánea (cat. 3)	Corr. Cut. 3		
Toxicidad para la reproducción (cat. 2)	Repr. 2		
Toxicidad específica en determinados órganos: exposición única (cat. 2)	Tox. Esp. Uni. 2		
Toxicidad específica en determinados órganos: exposición repetida (cat. 2)	Tox. Esp. Rep. 2		
Peligro de aspiración (cat. 1)	Aspir. 1		
Peligroso para el medio ambiente acuático (Cronico cat. 2; Agudo cat. 2)	Agua. Cro. 2; Agua. Agu. 2		
Explosivos (Div 1.4)	Expl. 1.4		
Aerosoles (cat. 3)	Aero. 3		
Gases Comburentes (cat 1)	Comb. 1		
Gases bajo presión (Cat. 1)	Gas. Pres. 1		
Líquidos inflamables (Cat. 4)	Liq. Inf. 4		
Sustancia o mezcla autorreactiva (tipo E; F)	Autorreacción E; Autorreacción F		
Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	Sus. Agua. Infl. 3		
Líquidos / sólidos Comburentes (Cat. 1)	Liq. Comb. 1; Sol. Comb. 1		
Peróxido orgánico (tipo E; F)	Org. Perox. E; Org. Perox. F		
Sustancias y mezclas corrosivas para metales	Sus. Corr. Met. 1		
Explosivos insensibilizados	Exp. Ins. 2		
Toxicidad aguda (cat. 4 - oral; dérmica; inhalación)	Tox. agu. 4		

**CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO**

Clase de peligro (categoría)	Abreviatura	Nivel de peligro	Grado de peligro
Toxicidad específica en determinados órganos: exposición única (cat. 3)	Tox. Esp. Uni. 3		
Peligro de aspiración (cat. 2)	Áspir. 2		
Peligroso para el medio ambiente acuático (Crónico cat. 3; Agudo cat. 3)	Agua. Cro. 3; Agua. Agu. 3		
Explosivos (Div 1.5; 1.6)	Expl. 1.5; Expl. 1.6		
Gases Comburentes (cat 1)	Comb. 1		
Sustancia o mezcla autorreactiva (tipo G)	Autorreacción G		
Líquidos / sólidos Comburentes (Cat. 2; 3)	Liq. Comb. 2; Liq. Comb. 3; Sol. Comb. 2; Sol. Comb. 3		
Peróxido orgánico (tipo G)	Org. Perox. G	I	1
Explosivos insensibilizados	Exp. Ins. 3; Exp. Ins. 4		
Toxicidad aguda (cat. 5 - oral; dérmica; inhalación)	Tox. agu. 5		
Corrosión / irritación cutánea (cat. 3)	Corr. Cut. 3		
Peligroso para la capa de ozono	Ozono. 1		
Peligroso para el medio ambiente acuático (Crónico cat. 4)	Agua. Cro. 4		

Una vez establecido la herramienta de evaluación, se realizó la consolidación de las 53 guías de laboratorio que hacen uso de reactivos en las prácticas de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental, y a partir de allí, se elaboró una matriz que relaciona cada reactivo, la cantidad total usada y sus categorías de peligro. En total fueron identificados 106 reactivos. Las categorías de peligro fueron tomadas de la Ficha de Datos de Seguridad – FDS de cada reactivo, y basado en la conversión de la matriz de categorización (Tabla 1), se consiguió determinar el grado de peligro de cada uno de estos reactivos.

Posteriormente, se procedió a colocar el valor del grado de peligro de cada reactivo en el formato de cada guía de laboratorio, consiguiendo de esta manera, obtener el resultado del grado de peligro total de cada guía de laboratorio producto de la suma del grado de peligro de cada

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

reactivo como se evidencia en la Tabla 2. Estos valores sirvieron como un primer criterio de priorización para establecer el ranking de las guías conforme a la peligrosidad.

Tabla 2: Grado de Peligro Total de las guías de laboratorio.

Nombre Espacio Académico	Nombre de la Guía de Laboratorio	Código de la Guía	Grado de Peligro Total
Introducción a la Ingeniería	Guía N° 1: Test de jarras	IA1	11.100
Biología	Guía N° 1: Microscopía	B1	2.000
	Guía N° 2: Características de los seres vivos	B2	2.020
	Guía N° 3: Células Vegetales	B3	6.040
	Guía N° 4: Células animales	B4	2.020
	Guía N° 5: Mitosis y meiosis	B5	12.310
	Guía N° 6: Fotosíntesis y respiración celular	B6	23.210
	Guía N° 7: Protozoos, hongos y levaduras	B7	22.210
	Guía N° 8: Tejidos Humanos	B8	2.000
	Guía N° 9: Genética	B9	2.000
Mecánica de fluidos	Guía N° 1: Propiedades de los fluidos	MF1	2.110
Termodinámica	Guía N° 2: Motor Stirling como máquina térmica	T1	2.000
Tratamiento de Agua Potable	Guía N° 1: Determinación de Características Físicas del Agua	TAP1	-
	Guía N° 4: Test de jarras	TAP2	22.110
	Guía N° 5: Test de jarras + alcalinidad	TAP3	42.120
Química Orgánica	Guía N° 1 : Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos	QO1	97.240
	Guía N° 2 : Reconocimiento de propiedades de los compuestos orgánicos: determinación del punto de ebullición de una sustancia pura, densidad y pH.	QO2	30.740
	Guía N° 3: Reconocimiento de propiedades de los compuestos orgánicos: determinación del punto de fusión de una sustancia pura. obtención de hidrocarburos	QO3	75.531
	Guía N° 4 : Identificación de grupos funcionales por solubilidad	QO4	100.110
	Guía N° 5 : Obtención de isómeros	QO5	23.131
	Guía N° 6 : Reconocimiento de alcoholes	QO6	113.011
	Guía N° 7: Reacciones de aldehídos, cetonas y lípidos	QO7	157.622

**CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO**

Nombre Espacio Académico	Nombre de la Guía de Laboratorio	Código de la Guía	Grado de Peligro Total
	Guía N° 8: Identificación de ácidos carboxílicos y reacciones de esterificación	QO8	151.510
	Guía N° 9: Polimerización	QO9	41.330
	Guía N° 10: Propiedades químicas de biomoléculas	QO10	64.530
Química Inorgánica	Guía N° 2 : Determinación Propiedades Físicas Masa, Peso y Volumen	QI1	42.221
	Guía N° 3: Propiedades físicas y químicas de la materia	QI2	68.552
	Guía N° 4: Métodos de separación de mezcla s1: filtración, centrifugación, extracción, decantación y evaporación	QI3	3.020
	Guía N° 5: Métodos de separación de mezcla s2: cromatografía y destilación	QI4	21.770
	Guía N° 6: Enlaces Químicos	QI5	70.890
	Guía N° 7: Funciones Inorgánicas	QI6	33.320
	Guía N° 8: Preparación de soluciones	QI7	47.341
	Guía N° 9: Reacciones químicas y estequiometría	QI8	126.733
Microbiología	Guía N° 1: Bioseguridad y Microscopía	M1	1.100
	Guía N° 2: Esterilización materiales y Siembra	M2	0
	Guía N° 3: Descripción macroscópica y microscópica	M3	41.550
	Guía N° 4: Bioquímica	M4	73.401
	Guía N° 5: Curva de crecimiento	M5	20.230
	Guía N° 6: Muestreo e identificación de coliformes en agua	M6	0
Tratamiento de Aguas Residual	Guía N° 1: Neutralización de las aguas residuales	TAR1	21.320
	Guía N° 2: Análisis de DBO y Sólidos suspendidos en las aguas residuales	TAR2	13.030
	Guía N° 3: Capacidad de autodepuración de una fuente hídrica	TAR3	13.030
	Guía N° 4: Tanque de igualamiento	TAR4	0
	Guía N° 5: Efecto del reuso sobre la concentración de carga orgánica del agua residual	TAR5	13.030
	Guía N° 6: Biorreactor tipo Batch	TAR6	13.030
	Guía N° 7: Biorreactor Anaerobio por lotes	TAR7	13.030
	Guía N° 8: Monitoreo de las aguas residuales del municipio de Restrepo	TAR8	13.030
	Guía N° 9: monitoreo de las aguas residuales de la PTAR Salitre y OPAIN en Bogotá	TAR9	13.030

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

Nombre Espacio Académico	Nombre de la Guía de Laboratorio	Código de la Guía	Grado de Peligro Total
	Guía N° 9: monitoreo de las aguas residuales de la PTAR Salitre y OPAIN en Bogotá	TAR10	0
Energías	Guía N° 1: Caracterización de Sustratos Orgánicos	EA1	60.021
Alternativas	Guía N° 2: Radiación Solar	EA2	0
Electroquímica	Guía N° 1: Reacciones espontáneas, celdas galvánicas e hidrólisis	EQ1	19.340
	Guía N° 2: Medición de metales pesados (As, Pb, Hg y Cd) en agua subterránea con analizador de metales HM1000	EQ2	0

Otro criterio de priorización para el ranking, fueron las sustancias que tenían clase de peligro de carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad para la reproducción, las cuales, según el Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible), el Decreto 4741 de 2005 y la Resolución 0312 de 2019, deben tener una especial atención a fin de establecer estrategias de reducción y/o eliminación. Para el caso de estudio, se seleccionaron los reactivos con estas clases de peligros independientemente de su categoría de peligro. En total fueron 16 reactivos con estas clases de peligros (carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad para la reproducción) y 21 guías de laboratorio que contenían entre 1 y 4 de dichos reactivos.

Para el ranking, se priorizaron los reactivos con categorías de peligro 1A y 1B, basándose en el estudio de Lithner, Larsson, Dave, 2011 (Lithner et al., 2011). Como resultado de dicha priorización, se obtuvieron 7 reactivos y 13 guías con clases de peligro carcinogénico, mutagénico y/o tóxico para la reproducción, estas últimas fueron establecidas en los primeros puestos del ranking independientemente del grado de peligro total.

Para determinar el orden de las 13 guías de laboratorio, se tomó como base la priorización inicial de los 7 reactivos, dando como resultado: Nitrato de Plomo, Acetocarmín, Dicromato de Potasio, Fenol, Fenolftaleína, Formaldehído y Borato de Sodio. La guía de laboratorio que contenía el Nitrato de Plomo se instauró como la primera en la lista y la guía que contenía Borato de Sodio

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

fue la séptima en la lista. Este orden fue establecido por el autor basándose en la categoría de peligro, seguido de las clases de peligros.

RESULTADOS

Resultados de la cantidad total de reactivos usada en la FIA:

En la ilustración 3 se presenta la lista con la cantidad total en mililitros de los reactivos usados en las distintas guías de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental que se usan durante un semestre académico:

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

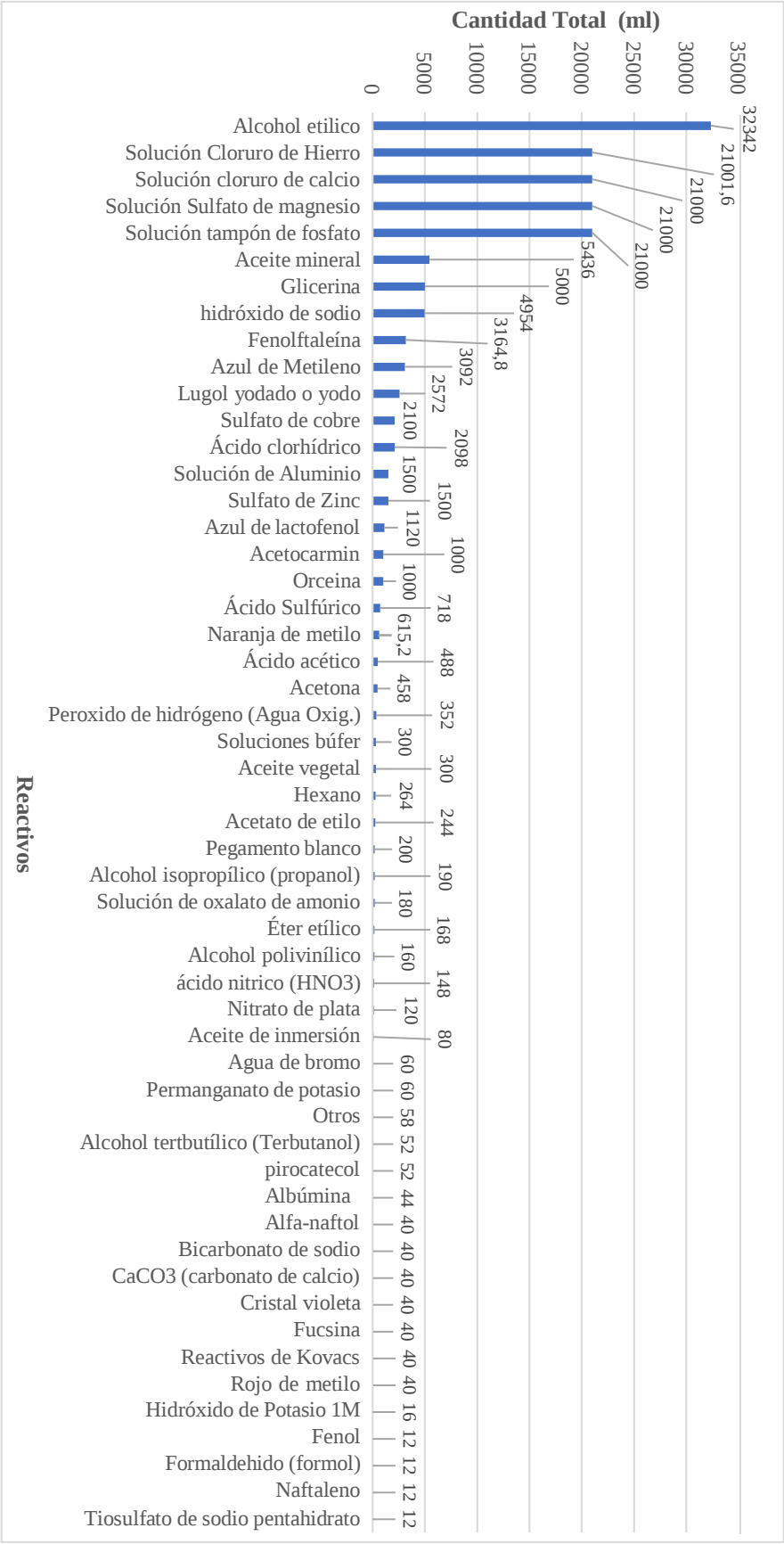


Ilustración 3: Cantidad total de reactivos usada en mililitros (Fuente: Autor, 2019)

Los primeros cinco reactivos (Alcohol etílico y las soluciones de Cloruro de hierro y de calcio, Sulfato de magnesio y Tampón de fosfato) de la Ilustración 3, representan el 74.32% del total de reactivos usados en mililitros por la guías de laboratorio; algunos de

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

ellos como el Alcohol etílico, el Cloruro de hierro y el Cloruro de calcio presentan peligros como inflamabilidad, corrosión para metales, toxicidad aguda, irritación cutánea y ocular, excepto los últimos dos reactivos mencionados (Sulfato de magnesio y Tampón de fosfato) pues no poseen las características que confieren peligrosidad.

En la Ilustración 4 se presenta la lista con la cantidad total en gramos de los reactivos usados en las distintas guías de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental que se usan durante un semestre académico:

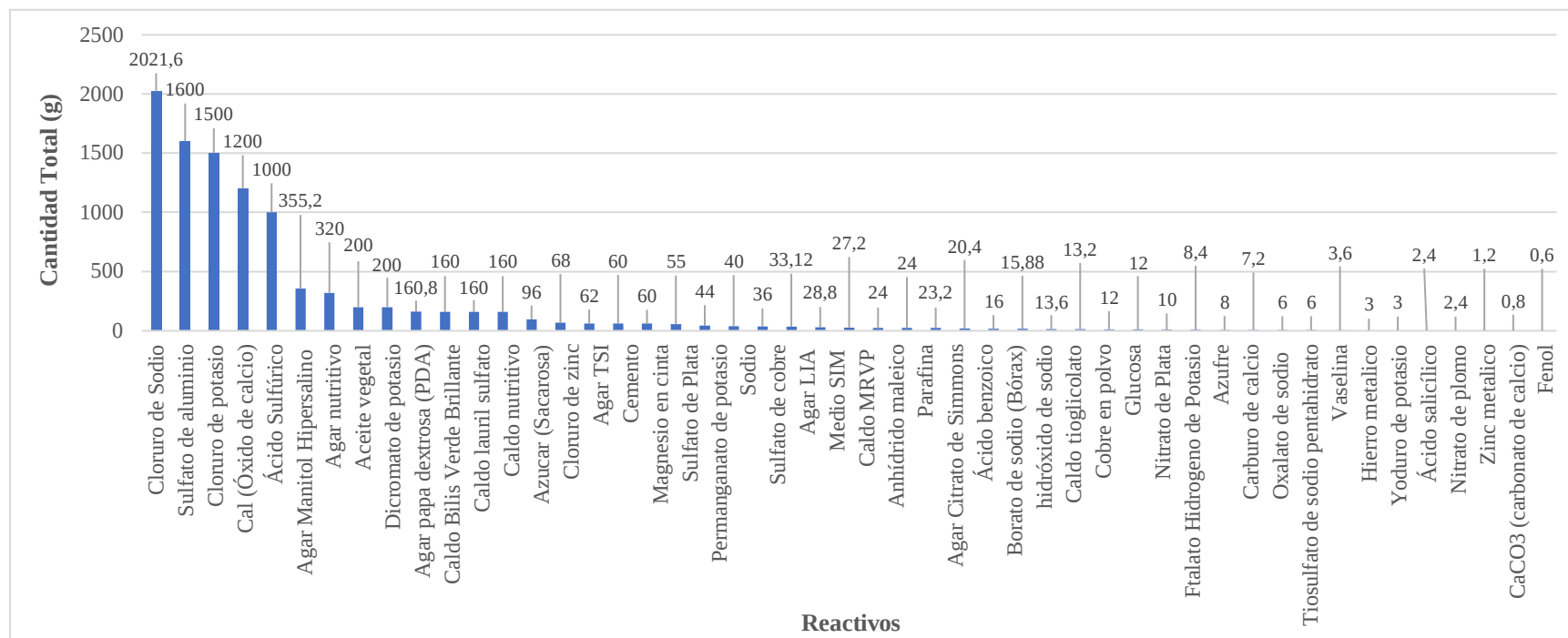


Ilustración 4: Cantidad total de reactivos usada en gramos (Fuente: Autor, 2019)

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

Los primeros siete reactivos de la Ilustración 4 (Cloruro de sodio, Cloruro de potasio, Agar Manitol hipersalino, Agar Nutritivo, Sulfato de aluminio, Óxido de calcio, y Ácido sulfúrico) representan el 80,9% de los reactivos usados en gramos; los primeros 4 reactivos mencionados están clasificados como no peligrosos, mientras que el Sulfato de aluminio, Óxido de calcio y Ácido sulfúrico poseen peligros como corrosión para metales, irritación cutánea y ocular, toxicidad acuática aguda y crónica, toxicidad específica de órganos diana - exposición única.

Resultados de la peligrosidad de las guías de laboratorio:

En la Ilustración 5 se presenta el ranking de las guías de laboratorio basado en la metodología de evaluación del grado de peligro total de los reactivos y en la priorización de los mismos según las categorías de peligro 1A y 1B de carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad para la reproducción, representando de ese modo, el orden de prioridad de las guías de laboratorio de izquierda a derecha.

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

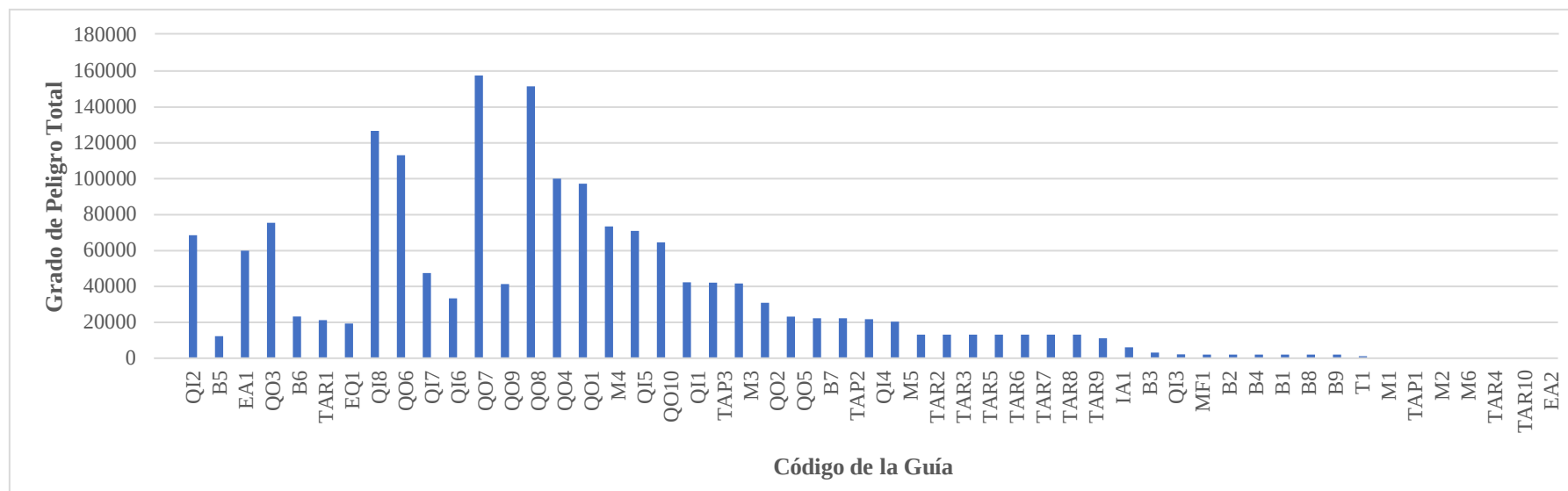


Ilustración 5: Ranking de las guías de laboratorio (Fuente: Autor, 2019)

Es posible observar que en este estudio prevalece la clasificación de los peligros de mutagenicidad en células germinales, carcinogenicidad y toxicidad para la reproducción, sobre la peligrosidad total de las guías de laboratorio, por tal motivo no se ve en orden descendente el grado de peligro total de las guías de laboratorio, pues la disposición del Ranking corresponde a la priorización realizada en la Tabla 4. Cabe resaltar que esto no quiere decir que no sea importante la peligrosidad que representa cada guía, sino que es necesario prestar especial atención a aquellas que contienen reactivos con dichas categorías de peligro, ya que representan riesgo tóxico para la salud de quien los manipule, sin importar la concentración que usen, además se pueden propagar al ambiente por medio de la generación y desecho de los residuos peligrosos. No obstante, se evidencia que las 12 guías con más alto grado de peligro total se

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

encuentran dentro de las primeras 20 guías del ranking, lo que hace fácil la tarea a la hora de definir las guías a trabajar en futuras investigaciones.

CONCEPTO

Este documento contiene bases teóricas y científicas para continuar con nuevas investigaciones que puedan derivarse de este proyecto, y de esta manera, fortalecer la investigación, la gestión y uso de reactivos en la Universidad.

Mediante la metodología desarrollada se logró obtener el conocimiento real del tipo y cantidad de reactivos que son usados por la Facultad de Ingeniería Ambiental de la sede Villavicencio tal como se observa en las ilustraciones 3 y 4 en donde se encuentran discriminadas las cantidades de reactivos usados en las unidades de medida de mililitros y gramos respectivamente, siendo el alcohol etílico el más usado en mililitros con un total de 32.342 ml y el Cloruro de sodio el que más se utiliza en gramos con un valor de 2021,6 g.

Basados en los resultados del ranking realizado, se determinó que la guía de laboratorio con mayor grado de peligro total es la Guía N° 2 de Química Inorgánica (QI2), denominada: Propiedades físicas y químicas de la materia, aquella que contiene el reactivo con mayor peligrosidad, el cual es el Nitrato de Plomo ya que es un sólido comburente, que puede producir toxicidad aguda, lesiones oculares, carcinogenicidad, toxicidad para la reproducción y toxicidad acuática aguda y crónica.

Aunque el Ranking de peligrosidad no esté ordenado de forma descendente según el grado de peligro total de las guías de laboratorio, sino que está basado en la organización que se dio en la Ilustración 5, esto no significa que la peligrosidad que representa cada una de las guías de laboratorio no sea importante, sino que se debe tener un manejo especial con aquellas que poseen reactivos que sean mutagénicos, carcinogénicos y tóxicos para la reproducción, ya que actualmente en la facultad existen 21 guías de laboratorio que indican el uso de dichos reactivos que pueden generar estos efectos adversos en la salud.

Se hace importante diseñar y efectuar estrategias pedagógicas para implementar en las prácticas de laboratorio los 12 principios de la Química Verde, el trabajo en microescala y el Sistema Globalmente Armonizado, además de modificar las guías de laboratorio para que incluyan

CONCEPTO TÉCNICO ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS USADOS
EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SEDE VILLAVICENCIO

los anteriores conceptos, los impactos negativos que generan los reactivos usados en las prácticas y la manera de gestionar los residuos producidos, aportando al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, de esta manera la facultad logrará formar estudiantes conscientes de sus acciones, seguir el protocolo que indica la normatividad legal vigente respecto al almacenamiento, tratamiento y disposición de RESPEL, minimizar la peligrosidad total de las guías, reducir los impactos y los costos para la adquisición de reactivos.

REFERENTES

Lithner, D.; Larsson, A. & Dave, G. (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment*, 409 (18), 3309–3324. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>

Mineducación & ASCUN. (s.f.). *Recomendaciones para la implementación de la agenda 2030 y el aporte a los objetivos de desarrollo sostenible en las instituciones de educación superior*. Disponible en: <https://ascun.org.co/proyectos/detalle/recomendaciones-para-implementacion-agenda-2030>

Mora, J.; Piedra, G.; Benavides, D. & Ruepert, C. (2012). Clasificación de reactivos químicos en los laboratorios de la Universidad Nacional. *Tecnología en Marcha*, 25(3), 50–57.

Concepto de,

Ing. Diana Paola Herrera Gómez

Supervisores

Ing. Jonathan Steven Murcia Fandiño

Qco. Saúl Martínez Molina

Ing. Yésica Natalia Mosquera

Lic. Valma Martins Barbosa