

Manual para la gestión de residuos químicos en el laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
SEDE VILLAVICENCIO

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

**ACREDITACIÓN
INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTICAMPUS**

Res. MEN No. DE 1563 del 20 de enero de 2015
Vigencia por seis años



MANUAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS PROVENIENTES DE LAS
PRÁCTICAS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MARÍA ALEJANDRA TORRES

FRANCEY VALENTINA RUÍZ GACHA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE VILLAVICENCIO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

VILLAVICENCIO, META

2021



Contenido

1. Introducción.	5
2. Objetivo general	6
2.1 Objetivos específicos	6
3. Alcance	7
4. Trabajo seguro en el laboratorio.	8
4.1. Responsabilidades del personal que ingrese al laboratorio	8
4.1.1. Normas generales de conducta	8
4.1.2. Normas sobre seguridad y trabajo.	8
4.2. Elementos de Protección Personal (EPP)	9
5. Manipulación de sustancias químicas en el laboratorio	10
5.1 Manejo de sustancias químicas.	10
5.1.1. Clasificación de residuos químicos	12
5.1.2. Preparación para la eliminación de residuos	12
5.1.3. Tipos de residuos peligrosos- RESPEL	13
5.2. Clasificación y manejo.	14
6. Bibliografía	75
7. Anexos	82



Listado de tablas

Pág.

Tabla 1. Recomendaciones sobre uso y disposición de los EPP básicos para uso en el laboratorio.	9
---	---

Listado de anexo

Pág.

Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL	82
--	----



1. Introducción.

Los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental son parte del conjunto de recursos de aprendizaje para el desarrollo de actividades académicas y de investigación que la Universidad Santo Tomás brinda a los estudiantes en busca de una formación integral. Para la diversidad de procedimientos que se lleva a cabo dentro de los mismos, se emplean sustancias químicas de forma periódica que generan residuos de diferente naturaleza, entre los que se incluyen los considerados como residuos peligrosos, debido a que sus características fisicoquímicas pueden tener asociado un alto grado de peligrosidad (Benítez, 2013).

Debido a la combinación de diferentes sustancias químicas, se deben identificar y clasificar los residuos según su peligrosidad fisicoquímica, toxicológica y para el medio ambiente (Raymundo, 2016). De la misma forma, su gestión debe basarse en los principios de minimización, reutilización, tratamiento y eliminación segura, establecida en la legislación vigente que estipula el decreto 4741 de 2005 “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

El presente manual para la gestión de residuos químicos producto de las actividades asociadas a cada espacio académico establece los criterios para la ejecución de procedimientos sobre el manejo adecuado de los residuos generados con base en la clasificación dentro de las categorías existentes y de tratamientos que garantizan disminución de peligrosidad de los mismos en las prácticas experimentales. Así mismo, provee una serie de pautas de seguridad, uso de equipo de protección personal, cuya finalidad es la prevención de accidentes en la zona de trabajo, por consiguiente, es indispensable que cada persona comprenda su responsabilidad, procurando siempre la seguridad personal, colectiva, de equipos y la preservación del medio ambiente.



2. Objetivo general

Establecer procedimientos para el adecuado manejo y disposición final de los residuos químicos líquidos generados en los procesos realizados en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental.

2.1 Objetivos específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico de la gestión de los residuos peligrosos generados por el desarrollo práctico de las guías de laboratorio.
- ✓ Identificar estrategias de prevención, minimización, manejo externo e interno de los residuos químicos generados.
- ✓ Promover el uso de los elementos de protección en la ejecución de las actividades de laboratorio, como una medida de seguridad personal y colectiva.





3. Alcance

El manual para la gestión de los residuos químicos provenientes de las prácticas experimentales abarca exclusivamente los laboratorios de química, física mecánica, biología-microbiología, suelos, hidráulica, calidad de agua y calidad de aire de la Facultad de Ingeniería Ambiental sede Aguas Claras, ubicada al Este de la ciudad de Villavicencio, en el departamento del Meta como se muestra en la **Figura 1**.

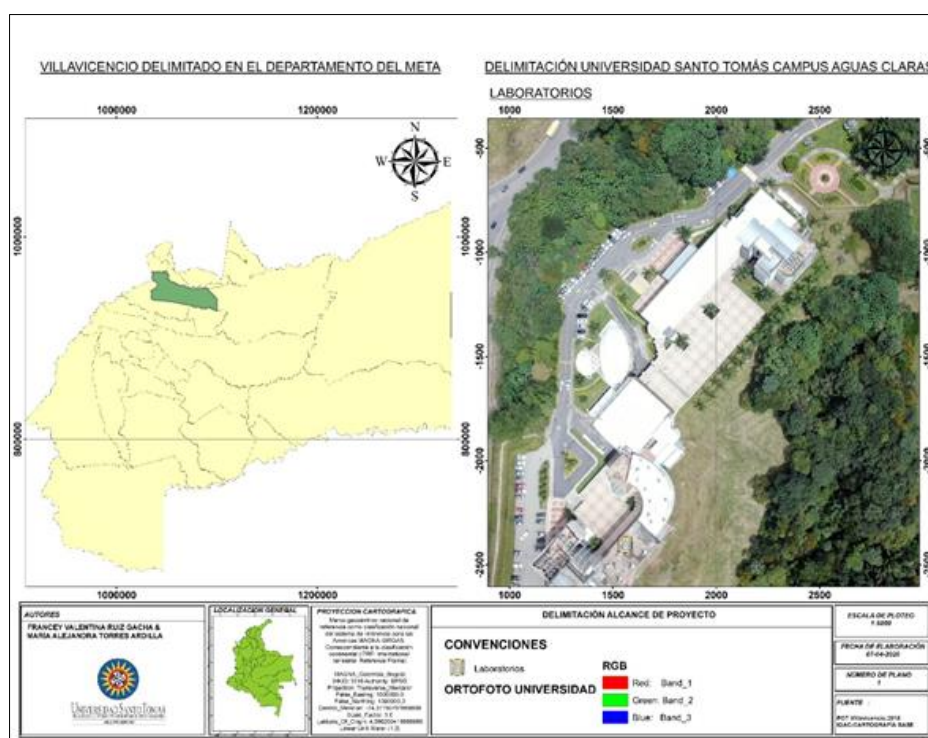


Figura 1. Zona de estudio, Universidad Santo Tomás sede Aguas Claras, Villavicencio (Autores, 2021).



4. Trabajo seguro en el laboratorio.

4.1. Responsabilidades del personal que ingrese al laboratorio

Realice todas las actividades del laboratorio dando cumplimiento a las siguientes normas de seguridad:

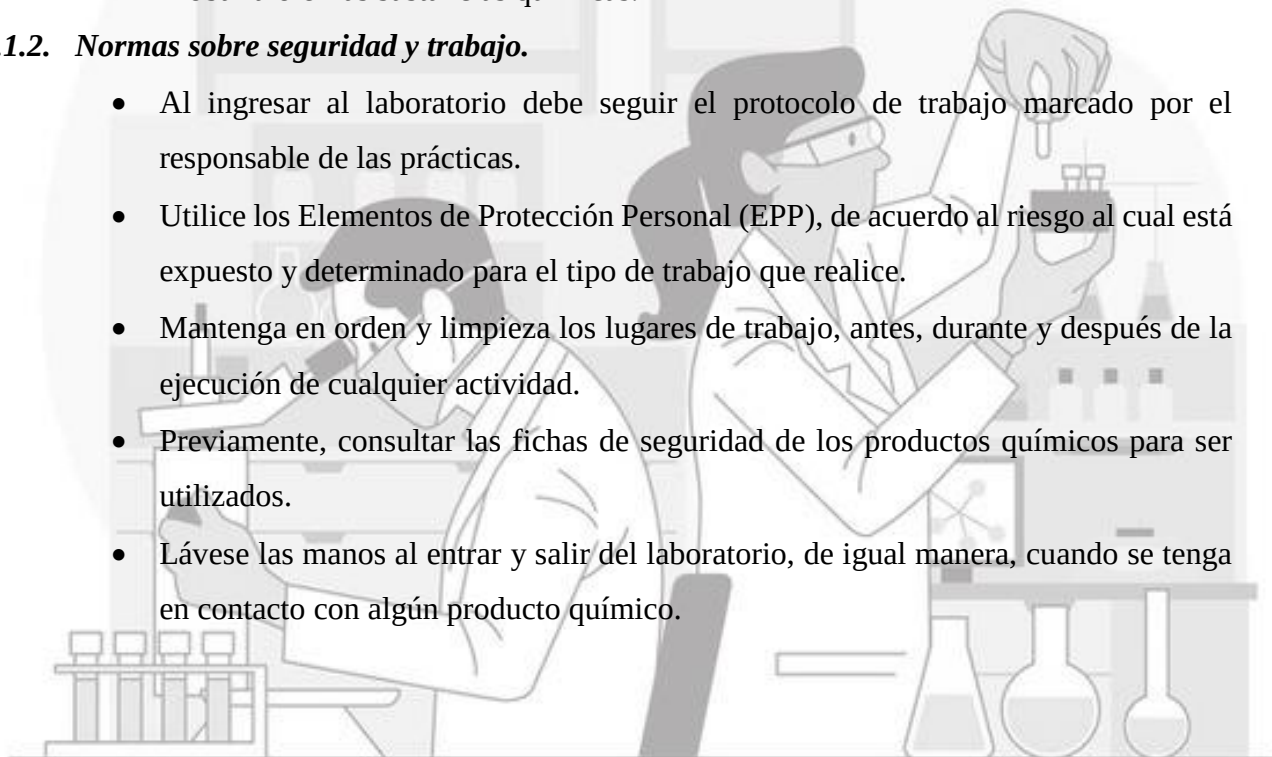
4.1.1. Normas generales de conducta

Está PROHIBIDO:

- Fumar, comer o beber.
- Almacenar alimentos.
- Llevar el cabello suelto.
- Usar pantalones cortos, faldas, zapatos tanto de tela como tacón o sandalias.
- Utilizar equipos electrónicos (celular, iPod, portátil, entre otros), en el área de trabajo.
- Dejar prendas y objetos personales sobre la mesa de trabajo.
- Manipular sustancias químicas sin el uso adecuado de equipo de protección personal.
- Comportamientos inseguros como jugar, correr, exponer la piel.
- Probar u oler las sustancias químicas.

4.1.2. Normas sobre seguridad y trabajo.

- Al ingresar al laboratorio debe seguir el protocolo de trabajo marcado por el responsable de las prácticas.
- Utilice los Elementos de Protección Personal (EPP), de acuerdo al riesgo al cual está expuesto y determinado para el tipo de trabajo que realice.
- Mantenga en orden y limpieza los lugares de trabajo, antes, durante y después de la ejecución de cualquier actividad.
- Previamente, consultar las fichas de seguridad de los productos químicos para ser utilizados.
- Lávese las manos al entrar y salir del laboratorio, de igual manera, cuando se tenga en contacto con algún producto químico.





- Lea detenidamente las etiquetas de las sustancias químicas o mezclas que se emplearán.
- No use más reactivo de lo que se indica, ya que un exceso de éstos puede ocasionar que obtenga resultados negativos.
- Nunca devuelva reactivos sobrantes al envase de donde los obtuvo.
- Utilizar las pinzas cuando se requiera calentar tubos de ensayo. No mirar al interior del tubo, ni dirigir la boca del tubo hacia otro compañero, ni hacia uno mismo.
- Realizar la prueba de acidez de la sustancia a verter, de modo que se verifique el pH admitido para evitar corrosiones en las tuberías.
- No realice experimentos que no están autorizados.

4.2. Elementos de Protección Personal (EPP)

Debido a la serie de actividades propias que se realizan en los laboratorios, se cuenta con una elevada exposición a múltiples factores de riesgo, para los cuales se establece especificidad en los equipos de protección. A continuación, se encuentran los EPP principales:

Tabla 1. Recomendaciones sobre uso y disposición de los EPP básicos para uso en el laboratorio.

EPP	Recomendaciones	Criterios de cambio y disposición final
	Usar bata anti fluidos manga larga, totalmente abotonada o con el cierre cerrado, en ningún caso recoger las mangas.	Retirla al terminar la actividad y salir del laboratorio.
	Ubique el tapabocas de tal manera que se ajuste a su contorno facial.	Retire y disponga en bolsa roja.
	Ubique la máscara antigases de tal manera que se ajuste a su contorno totalmente en la cara y cabeza, evitando que se caiga, para protección contra la filtración de aire contaminado.	Se desechan ante deterioro evidente de sus características protectoras y visuales.



Ubique las gafas transparentes de tal forma que se ajusten totalmente a la cara, evitando que se caigan utilizando ajustes, para protección contra partículas y salpicaduras químicas. Al finalizar la actividad, disponga para reutilización, luego de limpieza y desinfección.

Se desechan ante deterioro evidente de sus características protectoras y visuales.



La selección del guante depende del uso que se les va a dar, éstos deben cubrir los puños de la bata para evitar todo contacto directo con la piel durante el procedimiento.

Retire luego o durante de la actividad, si la contaminación es alta, posteriormente, su disposición final será en la bolsa roja.

(Autores, 2021)

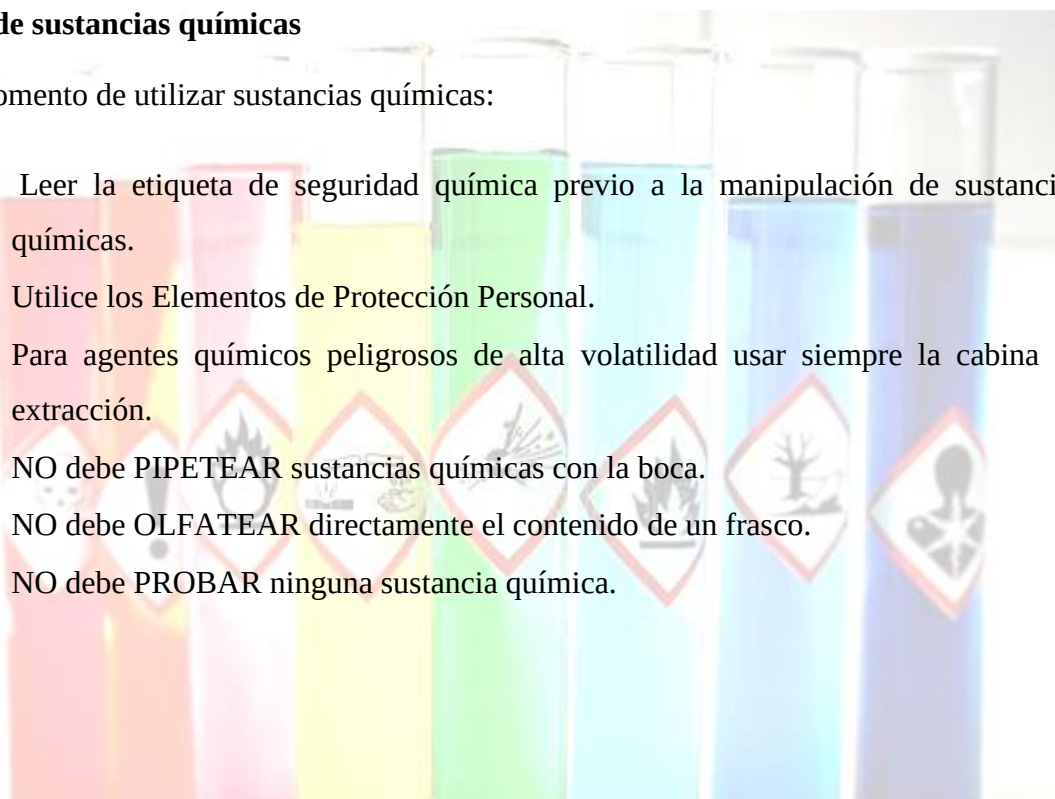
5. Manipulación de sustancias químicas en el laboratorio

La base fundamental del manejo de sustancias químicas es tener conocimiento sobre la peligrosidad de las mismas, debido a que la clasificación, almacenamiento, trasvase y disposición, son actividades que implican riesgo para quienes tienen contacto directo. Por consiguiente, la manipulación segura de los productos químicos, conlleva a la descripción de procedimientos durante cada actividad, minimizando el riesgo de exposición del personal del laboratorio, así como del entorno en general (Ambiental, 2012).

5.1 Manejo de sustancias químicas

Al momento de utilizar sustancias químicas:

- Leer la etiqueta de seguridad química previo a la manipulación de sustancias químicas.
- Utilice los Elementos de Protección Personal.
- Para agentes químicos peligrosos de alta volatilidad usar siempre la cabina de extracción.
- NO debe PIPETEAR sustancias químicas con la boca.
- NO debe OLFATEAR directamente el contenido de un frasco.
- NO debe PROBAR ninguna sustancia química.





- Los frascos de los reactivos deben cerrarse inmediatamente después de su uso.
- Se deben reconocer los productos peligrosos que existen en el laboratorio, teniendo en cuenta la información contenida en las fichas de seguridad y las precauciones individuales de los reactivos para la preparación de mezclas.
- Los envases deben llenarse hasta un 80% de su capacidad, para evitar salpicaduras y derrames.



5.1.1. Clasificación de residuos químicos

Al momento de clasificar sustancias químicas:

- I. Identifique el tipo de peligro de la sustancia en la etiqueta o en la ficha de datos de seguridad.
- II. Clasifique las sustancias de acuerdo al tipo de pictograma de peligro.
- III. Agrupe las sustancias según su grupo establecido según las características o elementos químicos que lo conforman.
- IV. Evitar transvasar residuos peligrosos de un recipiente a otro.
- V. Este atento a la descripción de las incompatibilidades de las sustancias con otros residuos así estén en mismo grupo de clasificación.
- VI. Agrupe las sustancias químicas envasadas teniendo en cuenta las incompatibilidades de las sustancias.
- VII. Evite la mezcla de los solventes.
- VIII. Aísle aquellas sustancias que por sus características fisicoquímicas (cancerígenas, tóxicas, inflamables, entre otros), deben permanecer bajo estrictas condiciones de seguridad.

5.1.2. Preparación para la eliminación de residuos

Con base en los grupos funcionales para la separación de productos químicos, tales como: (i) ácidos orgánicos e inorgánicos, (ii) bases orgánicas e inorgánicas, (iii) disolventes halogenados y (iiii) disolventes no halogenados; los residuos químicos generalmente requieren de un tratamiento especial previo a la eliminación para reducir su reactividad, de tal manera que no represente un peligro para la salud y/o el medio ambiente (Meyer, 2018).

- **Métodos físicos:**

Evaporación: Proceso de combustión controlada que se usa para degradar las sustancias orgánicas (para residuos peligrosos, la destrucción o eliminación superior al 99,99% es necesaria para que el proceso sea generalmente aceptable).



Lavado y Secado: Permite la eliminación de sales simples o complejos solubles, las sustancias tampón y los iones halogenuros mediante el aclarado con agua.

Destilación: separación y purificación de sustancias, consiste en separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus diferentes volatilidades.

Según Elizondo (1999), los métodos para la eliminación dependerán de las propiedades de cada residuo, los cuales se pueden clasificar como:

- Métodos químicos

Neutralización / Oxidación – Hidrólisis: Utilizando sustancias oxidantes comunes como el peróxido de hidrógeno.

Reducción: En particular, las inorgánicas se pueden convertir a una forma menos móvil y tóxica.

5.1.3. Tipos de residuos peligrosos- RESPEL

Los residuos químicos líquidos generados durante las prácticas académicas de la Facultad de Ingeniería Ambiental, se clasifican en los siguientes grupos atendiendo a sus propiedades químicas y físicas de acuerdo al tipo que pertenezca (Ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL):

- A. Residuos de recipientes (Tipo 1 a 5).
- B. Residuos sólidos variados (Tipo 6 a 10).
- C. Residuos de hidrocarburos alifáticos (Tipo 11 a 13).
- D. Residuos de hidrocarburos aromáticos (Tipo 14 a 16).
- E. Residuos de hidrocarburos cíclicos (Tipo 17 a 19).
- F. Residuos orgánicos con diferentes grupos funcionales (Tipo 20 a 27).
- G. Residuos orgánicos aromáticos con diferentes grupos funcionales (Tipo 28 a 35).
- H. Residuos de ácidos inorgánicos (Tipo 36 a 39).
- I. Residuos alcalinos (Tipo 40 a 43).
- J. Residuos de sales y soluciones acuosas de metal pesado (Tipo 44 a 49).
- K. Lodos (Tipo 50 a 53).
- L. Contenidos de recipientes a presión (Tipo 54).



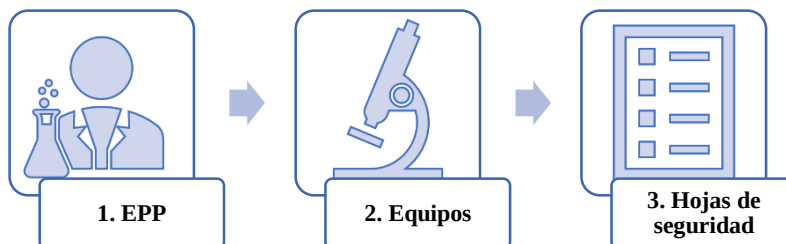
5.2. Clasificación y manejo.

Durante el manejo de los residuos químicos líquidos es muy importante la identificación de cada tipo en base en el volumen (ml) generado en cada práctica de laboratorio según espacio académico correspondiente, por tanto, a continuación, dentro de la ficha de caracterización y protocolo de manejo se priorizan dichos residuos de manera decreciente, dando a conocer una breve descripción de los mismos, las correspondientes medidas para tener en cuenta, la identificación de peligros, su tratamiento y su posible mecanismo de aprovechamiento.

SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIA VIGILADA Mineducación - SNIES 1704
Clasificación: (F) Orgánicos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Disolventes orgánicos no halogenados		
Residuo: (Tipo 20) Alcoholes alifáticos	Ficha No: 001	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Compuestos que poseen el grupo –OH unido a un átomo de carbono (Durst, 2007), cuyo radical R es una cadena alifática (alcanos, alquenos, alquinos o cicloalcanos) (Químicas, 2015). Los alcoholes alifáticos se clasifican en (i) primarios, aquellos en que el átomo de carbono unido al grupo hidroxilo sólo se halla enlazado a otro átomo de carbono (son ejemplos el metanol y etanol); (ii) secundarios, el hidroxilo tiene ligados otros dos carbonos o (iii) terciarios, el carbono totalmente sustituido se halla unido al átomo de oxígeno (Aldabe, 2004). Se agrupa, por ejemplo: alcohol etílico (C_2H_5OH), metanol (CH_3OH), glicerina ($C_3H_8O_3$), entre otros. (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información		



consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS06. Toxicidad aguda, categoría 1,2,3 (TO)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los alcoholes alifáticos.



Residuos	Ácidos fuertes	Amonio	Sodio	Metales alcalinos
	Nitrato de plata	Peróxidos	Potasio	Hipoclorito de calcio

❖ **Tratamiento:** Neutralización

1. En un recipiente añadir 23,5 g de sulfato de hierro (FeSO_4).
2. Añadir 7 g de agua (H_2O) y disolver en la mezcla.
3. Ajustar pH entre 5-6 con ácido sulfúrico (H_2SO_4).
4. Agitar durante 2 horas mientras la temperatura baja gradualmente hasta llegar al ambiente.
5. Dejar toda la noche.
6. Verter al desagüe con un gran exceso de agua.

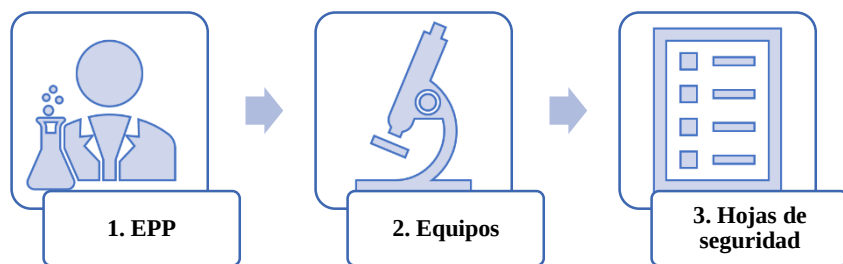
***Nota:** Fuente (Moyano, 2000)*

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos se incineran para aprovechar su poder calorífico por medio de la técnica cogeneración, que es la generación de energía térmica se puede llevar a cabo mediante dinamo o alternador que son movidos por un motor térmico o una turbina, también pueden aportar energía calorífica necesaria para diferentes equipos como los evaporadores al vacío, los cristalizadores o las plantas de ósmosis inversa (Treatmen., 2021).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (J) Sales y soluciones acuosas de metal pesado		
Familia química: Sales y soluciones acuosas inorgánicas		
Residuo: (Tipo 46) Sales de azufre	Ficha No: <u>002</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Sustancias químicas creadas con compuestos de cobre en combinación con ácido sulfúrico, donde el azufre forma sales actuando con estados de oxidación (Químicas, 2015). Se agrupan por ejemplo: tampón de fosfato, sulfato de zinc (ZnSO₄), sulfato (SO₄²⁻), sulfato de cobre (CuSO₄), sulfato de diácido, sulfato de potasio (K₂SO₄), sulfato de sodio (Na₂SO₄), sulfato de manganeso (MnSO₄), sulfato de calcio (CaSO₄), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.		



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)	GHS09. Dañino para el medio ambiente acuático (EN)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con las sales de azufre.



Residuos	Agentes reductores	Aluminio	Metales
	Oxidantes muy fuertes	Ácidos	

❖ **Tratamiento:** Neutralización

1. Añadir una disolución de cloruro de hierro (FeCl_3) con agitación.
2. Neutralizar con carbonato de sodio (Na_2CO_3) y agua (H_2O).
3. Verter al desagüe.

Nota: Fuente (Guarnizo, 2003)

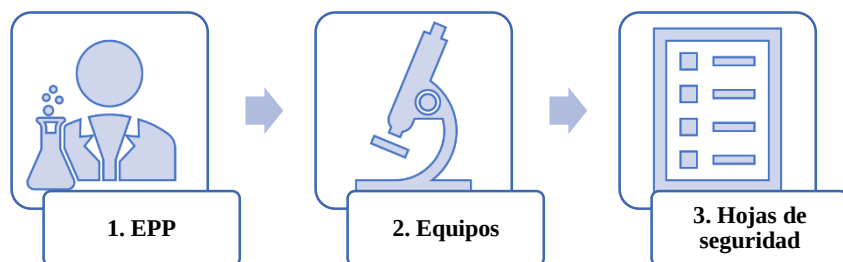
❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007), se puede utilizar en la fabricación de formas básicas de caucho, mediante la tecnología de reutilización y valorización se someten los neumáticos en el proceso de vulcanizado, entrelazando cadenas de polímeros con moléculas de azufre a alta presión y temperatura, donde el caucho pasa de ser un material termoplástico a ser un elastómero (López, Delgado, & Manso, 2009).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (C) Hidrocarburos alifáticos		
Familia química: Disolventes Halogenados		
Residuo: (Tipo 11) Hidrocarburos	Ficha No: 003	

<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Son compuestos orgánicos cuya estructura molecular se forma de la unión entre átomos de carbono e hidrógeno, éstos dependiendo de la estructura química pueden ser de diferentes tipos: (i) hidrocarburos lineales, en el cual los carbonos se encuentran unidos formando una cadena lineal; (ii) hidrocarburos ramificados, en donde a la cadena lineal principal se le unen carbonos formando una estructura ramificada (Gutsche, 1979). Se agrupa, por ejemplo: amonio, cloruro de hidrógeno (HCl), cloruro de amonio (NH₄Cl), cloruro de sodio (NaCl), clorobutano (C₄H₉Cl), cloruro de magnesio (MgCl₂), cloruro de n-propilo (C₃H₇Cl), cloroetano (C₂H₅Cl), carbonato de potasio (K₂CO₃), carbonato de sodio (NaHCO₃), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.
--



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma		
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS06. Toxicidad aguda, categoría 1,2,3 (TO)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los hidrocarburos alifáticos.

Residuos	Nitrato amónico
	Clorato potásico



❖ **Tratamiento:** Neutralización

1. Añadir agua y un exceso de carbonato de sodio (Na_2CO_3).
2. Dejar en reposo (24 h).
3. Neutralizar ácido clorhídrico (HCl 6M).
4. Verter al desagüe.

Fuente (Guarnizo, 2003)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos se pueden tratar mediante biotecnología de tensioactivos, en donde estos compuestos se reducen en el proceso de tensión superficial de la interfaz de aceite/agua, por lo tanto, su recuperación es eficiente para la recuperación de hidrocarburos (Eche, 2003), con el fin de que se utilicen como combustibles o materia prima para refinerías (Response, 2021).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (I) Alcalinos		
Familia química: Bases		
Residuo: (Tipo 40) Hidróxido de sodio	Ficha No: 004	

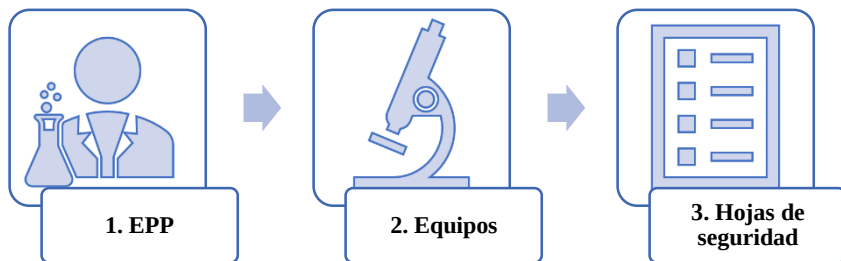
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Soluciones acuosas básicas libre de metales pesados que se disuelven con facilidad en agua generando gran cantidad de calor y disociándose por completo en sus iones; sus soluciones son alcalinas debido a la presencia del ion OH (Parry, 1973). Se agrupa, por ejemplo: hidróxido de sodio (**NaOH**), hidroxitetradecanoilcarnitina, sodio (**Na**), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma		
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los hidróxidos de sodio.

Residuos	Ácidos	Peróxidos	Compuestos halógenos
	Acetona	Magnesio	

❖ Tratamiento: Neutralización

1. Diluir con agua, en relación 1:5 de volumen.
2. Añadir lentamente una disolución al 50% de ácido clorhídrico (HCl).
3. Agitar la base a eliminar.
4. Neutralizar hasta pH 6-8.
5. Diluir la solución obtenida a 1:10 volumen.



6. La solución resultante se vierte por el desagüe con un exceso de agua.

Fuente (Gómez, 2003)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Estos residuos resultantes, se transportan a una planta de tratamiento, puesto que, su actividad a realizar es la recuperación y la regeneración del hidróxido de sodio en el mismo giro activo, para su misma utilidad y recirculación económica; su método o tecnología, es a través de contenedores en almacenamiento, de forma que, cada uno sigue su debido proceso de hasta que se obtiene nuevamente el producto final (Consultores, 2008).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704 ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD MULTICAMPUS Vigencia del año 2015
Clasificación: (H) Ácidos inorgánicos		
Familia química: Ácidos inorgánicos, soluciones acuosas.		
Residuo: (Tipo 37) Ácido clorhídrico	Ficha No: 005	

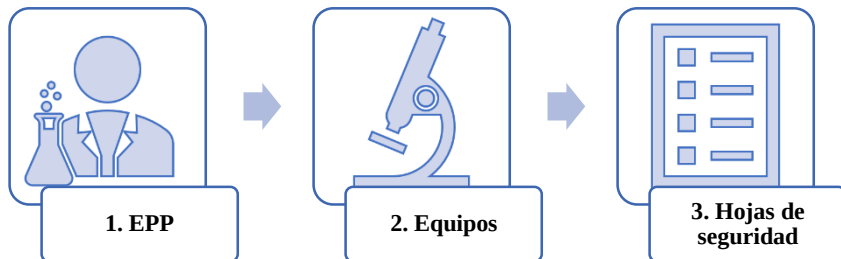
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Disoluciones acuosas cuyas moléculas se constituyen de un átomo de cloro y otro de hidrógeno (Uriarte, 2020), empleadas comúnmente en la preparación de muestras para el análisis de laboratorio (Fisher scientific, 2019), también como reactivo químico y neutralizante de sustancias alcalinas (Quimpac de Colombia S.A., 2012). Se agrupa, por ejemplo: ácido clorhídrico (**HCl**), ácido bencenosulfónico (**C₆H₅SO₃H**), entre otros (Ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma	
Descripción	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con el ácido clorhídrico.

Residuos	Aldehídos	Aminas	Oxidantes fuertes
	Carbuos	Cianuros	Sulfuro

❖ Tratamiento: Neutralización

1. Dilución del ácido en agua hasta un 5%.
2. Añadir bicarbonato de sodio (NaHCO_3) hasta pH de 7 (neutro).
3. Verter al desagüe con exceso de agua.

Fuente (Mora, 2010)



❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos se pueden reciclar mediante la técnica de diálisis por difusión, las cuales consisten en proceso de separación de membranas; la difusión tiene un movimiento espontáneo del residuo desde un área de mayor concentración a una de menor, mientras que la diálisis separa las moléculas utilizando la diferencia en la velocidad de movimiento de las mismas, a través de una membrana semipermeable y uso es para la esterilización de equipos (Mech-Chem Associates, 2021).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (H) Ácidos inorgánicos		
Familia química: Ácidos inorgánicos		
Residuo: (Tipo 36) Ácido sulfúrico	Ficha No: 006	

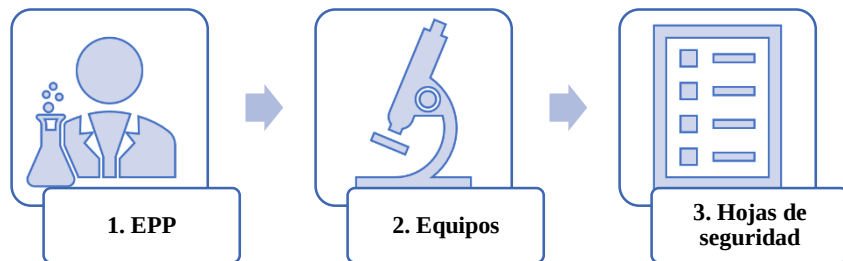
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Compuesto químico líquido aceitoso, incoloro y de olor particular dependiendo su concentración, de igual manera, puede formar soluciones con el agua en cualquier proporción (Zschimmer & Schwarz, 2020), y tiene gran efecto deshidratante por lo que puede utilizarse para el secado de gases y líquidos. Para la clasificación de otros tipos de residuos (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma	
Descripción	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con el ácido sulfúrico.

Residuos	Bases	Permanganatos	Compuestos alcalinos
	Acetona	Hidróxido sódico	Disolventes orgánicos

❖ Tratamiento: Neutralización

1. En un recipiente verter 5 volúmenes de agua fría.
2. Adicionar lentamente una base inorgánica: bicarbonato de sodio (NaHCO_3), carbonato de sodio (Na_2CO_3), hidróxido de sodio (NaOH) o de potasio (KOH).
3. La mezcla resultante debe tener un pH básico ($>7-14$).
4. Verter al desagüe con exceso de agua



Nota: Agregar lentamente el ácido al agua, nunca en sentido contrario.

Fuente (Peñalver, 2000)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Este residuo puede ser recuperado mediante el proceso de decapado y destilado (Mecanismo que se puede usar en el laboratorio, a través de la preparación de superficies metálicas galvánicas donde los residuos de ácido sulfúrico se utilizan como catalizador o desecante; otra alternativa es el proceso de ácido sulfúrico por oxidación por craqueo térmico (SATCO), el cual descompone el ácido y se obtiene dióxido de azufre que luego se utiliza para producir más ácido sulfúrico (Greener Industry, 2021).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEPROMOCIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (H) Ácidos inorgánicos		
Familia química: Ácidos inorgánicos, soluciones acuosas		
Residuo: (Tipo 38) Ácido nítrico	Ficha No: 007	

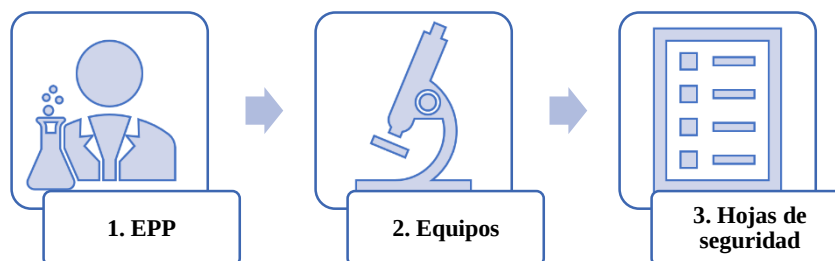
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Sustancia química líquida cuyo color varía de incoloro a amarillo pálido, con un característico olor irritante en concentraciones altas, el cual contiene propiedades químicas que se descomponen cuando se encuentra en forma diluida generando óxidos de nitrógeno. Se agrupa, por ejemplo: ácido nítrico (HNO_3), ácido nitroso (HNO_2), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)	GHS06. Toxicidad aguda, categoría 1,2,3 (TO)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con el ácido nítrico.

Residuos	Disolventes orgánicos	Compuestos halogenados	Peróxido de hidrógeno
	Sustancias básicas	Hipoclorito de sodio	

❖ Tratamiento: Neutralización

1. En un recipiente amplio que contenga un exceso de disolución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH), se vierte lentamente y con agitación el ácido a destruir.
2. La mezcla resultante, ha de tener pH básico (>7-14).
3. Verter al desagüe en pequeñas porciones sobre un gran exceso de agua.



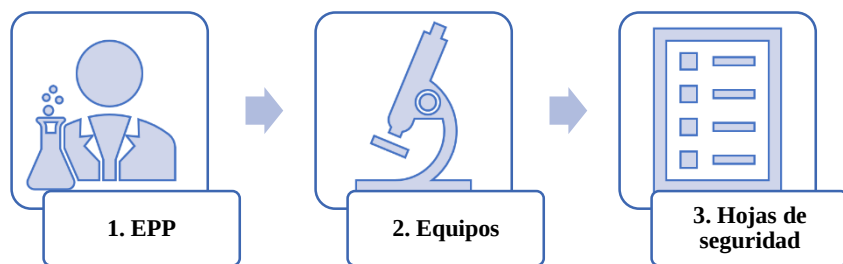
Nota: Agregar siempre el ácido al agua, nunca en sentido contrario. Fuente (Gómez, 2003)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Estos residuos se pueden tratar mediante el proceso de sintetizado, el ácido nítrico (HNO_3) y el amoníaco (NH_3) es sintetizado en fuentes de distribución, esto realiza la reducción electrocatalítica de oxidación de los residuos de nitrato y nitrógeno en el aire; cabe aclarar que estas tecnologías o sistemas son efectivos para eficiencia energética (Wang, Yu1, Jia, & Zhang, Electrochemical synthesis of nitric acid from air and, 2019).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEPROMOCIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (F) Orgánicos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Disolventes orgánicos no halogenados		
Residuo: (Tipo 21) Aldehídos y cetonas alifáticas	Ficha No: <u>008</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Compuestos orgánicos para ser usados como disolventes y materias primas, los cuales se caracterizan por presentar reacciones comunes que se deben a la estructura del grupo carbonilo (Tovar, 2019). Los aldehídos son compuestos que en su estructura se une a un átomo de hidrógeno y a un radical alquilo, contienen el grupo carbonilo en uno de los extremos de la cadena. Por el contrario, en las cetonas el grupo carbonilo es intermedio, está unido a dos radicales que pueden ser iguales, diferentes, o alquílicos; sin embargo, los aldehídos y las cetonas pueden atraerse entre sí mediante las interacciones polar-polar de sus grupos carbonilo y son funciones en segundo grado de oxidación (Boletín científico, 2021). Se agrupa, por ejemplo: acetocarmín ($C_{22}H_{20}O_{13}$), acetona (C_3H_6O), metanodiol (CH_4O_2), formaldehído (CH_2O), dihidroxiacetona, entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.		



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos presentan incompatibilidad con las aldehídos y cetonas alifáticas.

Residuos	Ácidos inorgánicos fuertes y débiles	Metales alcalinos
	Hidrocarburos halogenados	Ácidos orgánicos



❖ **Tratamiento:** Oxidación (Aldehídos)

1. Revolver en un matraz de fondo redondo 100 ml de agua (H_2O) y 0.1 mol de aldehído. Si el punto de ebullición del aldehído es inferior a 100°C , usar un condensador
2. Una vez obtenida la solución, esperar 10 minutos, posteriormente, agregar aproximadamente 30 ml solución de permanganato de potasio (KMnO_4) a 250 ml de agua (H_2O). (Si la temperatura supera los 45°C , la solución debe enfriarse).
3. A continuación, aumentar la temperatura de 70°C a 80°C y continuar revolviendo durante 1 hora o hasta que desaparezca el color púrpura.
4. Cuando la mezcla esté a temperatura ambiente agregar ácido sulfúrico 6 N, con agitación de 20 a 40°C
5. Agregar bisulfito de sodio (NaHSO_3) sólido (al menos 8,3 g, 0,08 mol) para reducir todo el manganeso, es decir, el color púrpura.
6. Verter la mezcla por el desagüe con abundante agua.

Fuente (Press, 1995)

❖ **Tratamiento:** Destilación (Alcoholes alifáticos)

1. Ocupar la mitad de la capacidad de un balón de destilación, depositar, la disolución de acetona-agua al 15% provisto de un condensador tipo Liebig y un termómetro termocuplas.
2. Luego, calentar con la placa hasta el punto de ebullición para que se condense el vapor en el termómetro y en las paredes del balón.
3. Depositar lo destilado en una probeta graduada.
4. Tomar la lectura del índice de refracción y su temperatura.

Fuente (Yana, 2015)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos se pueden utilizar como disolventes residuales para el tratamiento térmico y la recuperación de energía, por lo que la contaminación relativamente es baja, debido a que su calor térmico libre de halógenos se puede utilizar como insumos rentables (Sören,



Nachhaltigkeit im organisch-chemischen Praktikum, 2021), de igual manera, con la técnica de destilación se pueden sobreponer los residuos de disolventes orgánicos (alcoholes alifáticos), puesto que, en su proceso se tiene que mantener una temperatura inferior a 100° C, también se debe tener en cuenta que compuestos se forman durante el proceso de producción; como los peróxidos que se tienen que descartar inmediatamente (Shanley, 1990).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704 ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD MULTICAMPUS
Clasificación: (C) Hidrocarburos alifáticos		
Familia química: Disolventes no halogenados		
Residuo: (Tipo 13) Hidrocarburo	Ficha No: 009	

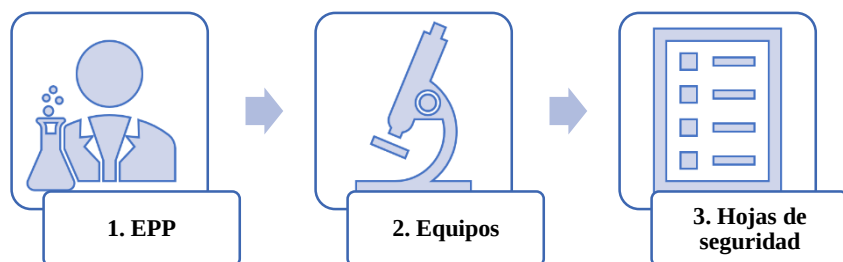
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Compuestos orgánicos cuya estructura molecular se forma de la unión entre átomos de carbono e hidrógeno, son hidrofóbicos (insolubles en agua), éstos pueden encontrarse en diferentes estados de la materia, tales como: líquido, gaseoso y sólido (Soto, 2005). Los hidrocarburos alifáticos son aquellos que carecen de anillo aromático, sus cadenas son abiertas y pueden ser tanto lineales como ramificadas (Ingeoexpert, 2020). Se agrupa, por ejemplo, el hexano (C_6H_{14}), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma		
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos presentan incompatibilidad con los hidrocarburos.

Residuos	Peróxidos
-----------------	-----------

❖ Tratamiento: Oxidación química

1. Estos compuestos de nitrógeno se pueden eliminar por el método oxidación
2. Primero todo el nitrógeno se oxida a nitrato utilizando bacterias nitrificantes
3. Luego, el nitrato es desnitrificado por las bacterias convertido en nitrógeno molecular, que luego escapa del agua
4. La segunda etapa de reducción de nitratos requiere sustancias oxidadas, por lo que, si es necesario, se puede agregar metanol y luego convertirlo en CO₂.



5. Para lidiar con fugas o desbordamientos:
6. Ventile las áreas con fugas o derrames.
7. Recoja el líquido que gotea en recipientes herméticos tanto como sea posible.
8. Diluir los materiales recolectados sin agua.
9. Neutralizar el alcalino diluído como carbonato de sodio a cal viva.
10. No intente absorber materiales combustibles como aserrín.

Fuente (Ministerio de Ambiente, 2003).

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos pueden ser utilizado mediante la técnica de pirólisis, la cual consiste en la conversión de biomasa en residuos de polímeros, productos químicos y combustibles automotrices, son un modelo de hidrocarburos y materias primas no convencionales dependiendo de los parámetros de temperatura, tiempo de resistencia y presión parcial, empleado en los reactores del laboratorio (Ústav, 2015).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (G) Aromáticos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Disolventes no halogenados		
Residuo: (Tipo 28) Alcoholes aromáticos	Ficha No: <u>010</u>	

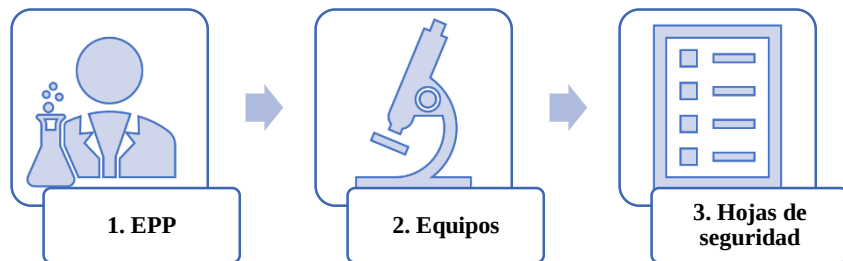
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Son compuestos orgánicos, cuya presencia del grupo funcional O-H unido al anillo aromático confiere a estos compuestos propiedades químicas características (Aldabe, 2004), poco solubles en agua y de olor agradable (Hans, 1987). Se agrupa, por ejemplo: azul lactofenol, orceína ($C_{28}H_{24}N_2O_7$), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS01. Sustancias explosivas (EX)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes presentan incompatibilidad con los alcoholes aromáticos.

Residuos	Ácidos inorgánicos débiles y fuertes	Aminas alifáticas
	Anhídridos Orgánicos	

❖ Tratamiento: Oxidación química

1. El método de eliminación en el tratamiento con fenol es a través del ozono.
2. Por la cual provoca la degradación del fenol y libera ácido oxálico y oxígeno.



3. La cinética de la reacción de oxidación depende decisivamente de dos parámetros, la temperatura y el pH.
4. Por lo tanto, si el valor del pH cambia de 8 a 11, la tasa de degradación del fenol se duplicará, por la cual es requerido para degradar parte del fenol.
5. Siempre que haya un desbordamiento o una fuga, se deben seguir los siguientes pasos:
6. Ventile las áreas con fugas o desbordes.
7. Recoja los materiales derramados de la manera más conveniente para reciclarlos o eliminarlos en un vertedero seguro.
8. Cuando el fenol es sólido y se derrama una pequeña cantidad, se puede recolectar en papel u otros materiales adecuados y luego quemar en un lugar seguro.
9. Si se desborda una gran cantidad de fenol sólido, puede recolectarse y reutilizarse, o puede disolverse en alcohol y luego atomizarse en una cámara de combustión adecuada.
10. Cuando el fenol es líquido, use papel absorbente para recolectar una pequeña cantidad, recolecte y atomice una gran cantidad en la cámara de combustión.

Fuente (Ministerio de Ambiente, 2003).

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

La recuperación de los residuos se realiza mediante una reacción química con hidróxido de sodio, obteniendo fenolato de sodio, que se utilizan para las resinas fenólicas tipo novolacas; los residuos resultantes se absorben completamente por el lecho de carbón activado granular, para asegurar que no queden trazas de residuos expuestas por el proceso, luego puede ser vertidos al alcantarillado o desagüe (Rivera, 2010).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (F) Orgánicos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Sales y soluciones acuosas.		
Residuo: (Tipo 45) Sales nitrogenadas	Ficha No: <u>011</u>	

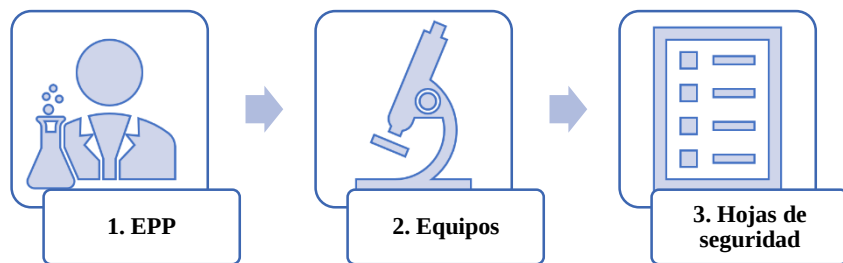
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Compuestos inorgánicos iónicos que forman parte del ciclo del nitrógeno. Se agrupa, por ejemplo: nitrato de cobre ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$), nitrato (NO_3^-), óxido nitroso (N_2O), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:



Pictograma				
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS03. Sustancias comburentes (CB)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos presentan incompatibilidad con las sales nitrogenadas.

Residuos	Hidrocarburos halogenados insaturados
-----------------	--

❖ Tratamiento: Oxidación química

1. Estos compuestos de nitrógeno se pueden eliminar por el método oxidación
2. Primero todo el nitrógeno se oxida a nitrato utilizando bacterias nitrificantes
3. Luego, el nitrato es desnitrificado por las bacterias convertido en nitrógeno molecular, que luego escapa del agua
4. La segunda etapa de reducción de nitratos requiere sustancias oxidadas, por lo que, si es necesario, se puede agregar metanol y luego convertirlo en CO₂
5. Para lidiar con fugas o desbordamientos:
6. Ventile las áreas con fugas o derrames
7. Recoja el líquido que gotea en recipientes herméticos tanto como sea posible



8. Diluir los materiales recolectados sin agua
9. Neutralizar con álcali diluído como carbonato de sódio a cal viva
10. No intente absorber materiales combustibles como aserrín

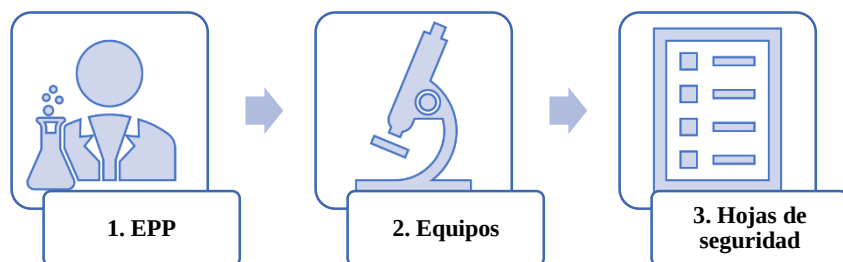
Fuente (Ministerio de Ambiente, 2003)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Se pueden tratar con la técnica de absorción de óxidos de nitrógeno (NOX), mediante una reacción química en fase líquida a través del ácido sulfúrico, esto resulta por que en su reacción con los óxidos de nitrógeno, forma el compuesto HSO_4NO (ácido nitrosil sulfúrico), esto permanece en fase líquida con condiciones de alta presión a (2atm) y baja temperatura (35°C), los óxidos de nitrógeno (NOX) se absorbe en la fase líquida, de igual forma, el proceso se puede invertir a alta temperatura (180°C) y baja presión (0,5 atm), esto quiere decir que en estos términos, la molécula de nitrógeno (que se convierte en ácido nítrico debido a la presencia de agua) se separa del ácido sulfúrico y su uso es para esterilización (Tuset, 2021)



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (F) Orgánicos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Disolventes orgánicos no halogenados		
Residuo: (Tipo 23) Ésteres alifáticos	Ficha No: <u>012</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Compuesto orgánico que contiene un grupo funcional éster y algún tipo de cadena de carbono alifático, es decir, un átomo de carbono contiene un enlace doble a un átomo de oxígeno y un enlace sencillo a un segundo átomo de oxígeno; además, son versátiles ya que pueden disolver una amplia gama de compuestos (Estudyando, 2020). Se agrupa, por ejemplo: acetato de amilo ($C_7H_{14}O_2$), acetato de etilo ($C_4H_8O_2$), etanolato de sodio (C_2H_5ONa), acetato de isobutilo ($C_6H_{12}O_2$), etanolato de potasio (C_2H_5KO), tercbutanolato de sodio, propanolato de sodio ($C_3H_5NaO_2$), entre otros (ver Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.		



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos presentan incompatibilidad con los ésteres alifáticos.

Residuos	Ácidos inorgánicos
-----------------	--------------------



❖ **Tratamiento:** Hidrólisis

1. El mecanismo de esterasas de hidrólisis para ésteres incluye tres pasos:
2. En el éster se une al sitio activo de la enzima, la serina ataca al grupo carbonilo para formar un intermedio tetraédrico estabilizado por los residuos catalíticos (His y Asp)
3. En este se colapsa del tetraedro, que libera alcohol y el complejo de acilo-enzima
4. Esta formación genera un nuevo intermedio tetraédrico
5. Entonces este segundo intermedio tetraédrico se hidroliza para formar el producto resultante, que se libera y se regenera en una enzima.
6. Los residuos restantes se les agrega lecho de carbón activado y se deposita al grifo.

Fuente (Ortiz, 2012)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos de ésteres alifáticos se pueden tratar mediante el proceso de esterasa, un sistema degradación (Sören, Nachhaltigkeit im organisch-chemischen Praktikum, 2021), puesto que, en su proceso las enzimas catalizan la hidrólisis de enlaces éster en sus propiedades enzimáticas de sustrato (Jimenez, 2016). Después de esto, se pueden utilizar para sintetizar compuestos antioxidantes (Ortiz, 2012).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (H) Ácidos inorgánicos		
Familia química: Ácidos		
Residuo: (Tipo 39) Ácidos inorgánicos	Ficha No: 013	

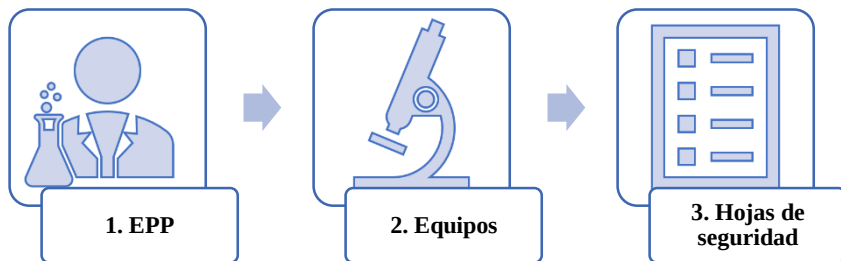
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Compuestos que tienen hidrógeno de uno o más elementos que cuando se disuelve en agua u otro solvente se descompone o disocia para liberar iones de hidrógeno, de igual manera, se utilizan como sustancias químicas intermedias, colorantes y catalizadores en reacciones químicas. Se agrupo, por ejemplo, el ácido tetraoxosilícico (H_4SiO_4), entre otros (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma		
Descripción	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los ácidos inorgánicos.

Residuos	Metales en general
-----------------	--------------------

❖ Tratamiento: Neutralización

1. Tomar un recipiente cuyo contenido de solución acuosa a temperatura ambiente supere el 10% en peso de hidróxido de sodio (NaOH).
2. Luego, verter lentamente y agitar con el ácido.
3. Controlar la temperatura al principio de la adición, ya que es una reacción exotérmica.



4. A la mezcla resultante, se le toma el pH y si esta entre 5,5 a 9, la disolución se puede eliminar al desagüe.

Nota: *Agregar siempre el ácido al agua, nunca en sentido contrario. Para eliminar derrames de ácidos inorgánicos fuertes cubrir la zona contaminada con bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y abundante agua, finalmente verter al desagüe. Fuente (Villanueva, 2010)*

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos se pueden utilizar para la acidificación, en el refinado de minerales de estaño y tantalio, de igual manera, con la eliminación de capas de óxido de calderas y equipos de intercambio de calor (John, 1998).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (G) Aromáticos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Disolventes no halogenados		
Residuo: (Tipo 31) Ésteres aromáticos	Ficha No: <u>014</u>	

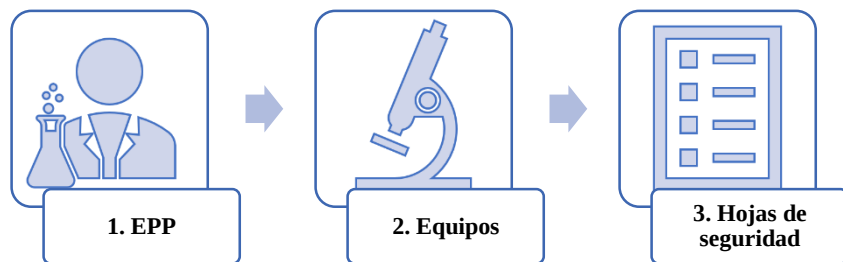
Protocolo de manejo de residuos químicos

❖ Conceptualización

Los ésteres son compuestos que se forman por la unión de ácidos con alcoholes, generando agua como subproducto (Yamaguchi, 2020) y según el tipo de ácido orgánico que se usó en formación éste se puede clasificar en aromático, correspondiente a los derivados de los anillos bencénicos (Pérez, 2011). Se agrupa, por ejemplo: ión benzoato ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$), silicato de etilo ($(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{SiO}_4$), benzoato de etilo ($\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$), entre otros (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

❖ Medidas previas

Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.





❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS01. Sustancias explosivas (EX)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los ésteres aromáticos.

Residuos	Ácidos inorgánicos
-----------------	--------------------

❖ Tratamiento: Evaporación

1. Tomar diferentes cantidades de éster aromático (Et₂O).



2. Se debe tener en cuenta que el éster Aromático (Et_2O) no contenga peróxido o inhibidores, evitando la formación de mezclas combustibles de vapor/aire, y manteniéndolo lejos de llamas abiertas u otras fuentes de inflamación.
3. Se debe mantener una temperatura entre 200°C a 230°C , para proceder a evaporar en la caja de vidrio.
4. También el éster aromático Et_2O también se puede combinar con al menos con 10 volúmenes de disolventes con puntos de ebullición más altos, en utilidad para la incineración.
5. Los gases transportan por ductos al ambiente, pero en otras condiciones se obtiene la energía de combustión que se puede transformar en electricidad, por medio de una turbina y agua en condiciones térmica, también en climatización de frío o calor.

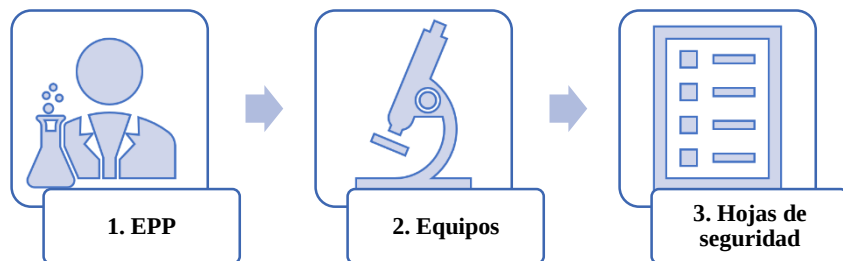
Fuente (Cáceda, 2008)

❖ Mecanismo de aprovechamiento

Los residuos se pueden recuperar mediante el proceso de separación de membranas de nanofiltración, el cual puede utilizarse como único complemento de las operaciones de separación básicas en procedimientos químicos; a través de las membranas de nanofiltración se pueden retener las moléculas de agua después de su separación previa, por ende esto se ablanda para eliminar los metales pesados de los solventes orgánicos de los ésteres en su tratamiento durante su ósmosis inversa (Treatmen., 2021).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINECUCIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (F) Orgánicos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Ácidos orgánicos		
Residuo: (Tipo 22) Ácidos carboxílicos alifáticos	Ficha No: <u>015</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Son compuestos caracterizados por la presencia del grupo carboxilo (-COOH), unido a un grupo alquilo; éstos hierven a temperaturas aún más altas que los alcoholes, debido a la presencia de doble puente de hidrógeno (Cruz, 2017). Se agrupa, por ejemplo: ácido glicólico ($C_2H_4O_3$), ácido valérico ($C_5H_{10}O_2$), ácido carbónico (H_2CO_3), ácido butírico ($C_4H_8O_2$), ácido propanoico ($C_3H_6O_2$), ácido acético (CH_3COOH), entre otros (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.		



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los ácidos carboxílicos alifáticos.



Residuos

Ácidos inorgánicos fuertes

❖ **Tratamiento:** Neutralización

1. Tomar 50 mg (o 1 gota) del ácido carboxílico de la muestra problema.
2. Agregan unas gotas de agua para comprobar si éste es soluble.
3. Luego en una balanza analítica pesar una muestra seca (alrededor de 0.5 g) en un vaso de precipitados de 100 ml y agregue 10 ml de agua (o de etanol si la muestra es poco o insoluble en agua).
4. Disolver la muestra, calentar a baño de María si es necesario, transfiera la solución a un Erlenmeyer de 250 ml, lavar el vaso de precipitados con el solvente para asegurar que no quede muestra en dicho vaso y adicionar completamente al Erlenmeyer.
5. Agregar 2 gotas de solución de fenolftaleína al 0.2 % (p/v) y titular con hidróxido de sodio NaOH de normalidad conocida (0,5 N).
6. En el punto final de la titulación se produce un viraje que va de incoloro a rosa tenue que permanece por al menos 30 segundos.
7. Cuando se utilice alcohol como solvente el punto final con fenolftaleína no es claro, por eso debe utilizarse preferencialmente azul de bromotimol como indicador.

Fuente (Urbina & Gonzalez, 2013)

8. En caso de que estos residuos de ácidos orgánicos se desborden, la superficie contaminada se cubrirá con un exceso de bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

Fuente (Guarnizo, 2003)

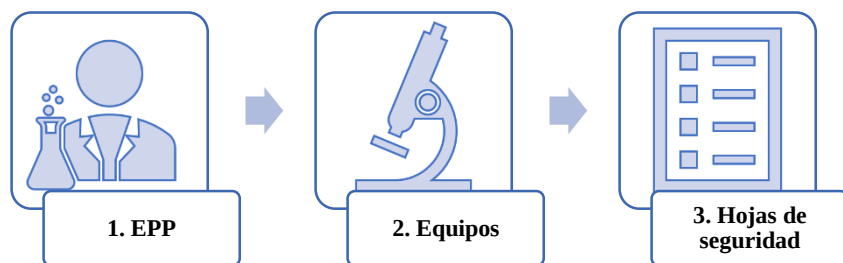
❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos pueden ser tratados mediante el proceso de reciclaje de soluciones acuosas, por ejemplo, con el sistema de bomba circulación cerrada de Temarry, por lo cual se pueden recuperar de los residuos químicos a base de agua: la corrosividad del líquido (ácido), agua aceitosa y refrigeración del agua disponible, también permite reducir en gran medida el uso de agua limpia, por lo tanto, en su proceso final, toda el agua es solo para uso interno, es decir que



se emplea en la torre de enfriamiento para el proceso de destilación de solventes y en la cámara de combustión principal para el aprovechamiento energético (Temarry, 2008).

SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEPROMEX - SNIES 1704
Clasificación: (J) Sales y soluciones acuosas de metales pesados		
Familia química: Ácidos orgánicos		
Residuo: (Tipo 48) Soluciones acuosas de metales pesados	Ficha No: <u>016</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Disoluciones acuosas de productos inorgánicos donde se establece la división de metales pesados con un número atómico más alto que el del calcio, por ejemplo, el cobre (Cu), entre otros (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.		



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con las soluciones acuosas de metales pesados



Residuos	Ácidos inorgánicos	Bases alcalinas
	Amoniaco	

❖ **Tratamiento:** Oxidación

1. Diluir el residuo de cobre en 4 ml de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$).
2. Si no se encuentra el reactivo disponible, utilizar sulfato ferroso (FeSO_4), metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) o dióxido de azufre (SO_2).
3. Luego se precipita alcalizándolo.
4. Para que la reducción en la reacción suceda de manera más acelerada.
5. Agregar el compuesto orgánico óxido de titanio (TiO_2) un elemento común en la tierra como mineral.
6. Luego puede ser vertido al grifo o desagüe.

Fuente (Litter, 2021)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

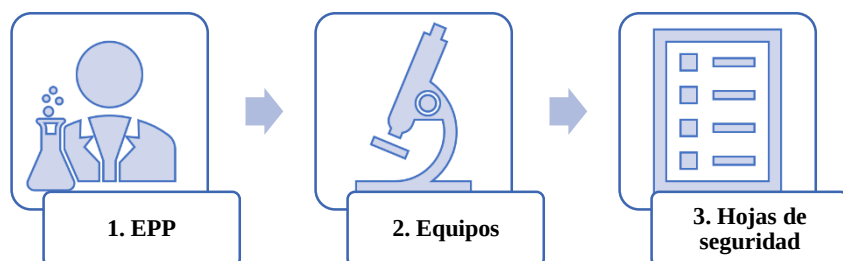
Los residuos se pueden tratar por medio de sistema oxidación fotocátalisis, donde consiste en la destrucción de los contaminantes mediante el empleo de radiación solar ultravioleta y catalizadores con el objeto de formar radicales hidroxilos, los cuales posteriormente tendrán un efecto oxidante sobre los contaminantes químicos y se pueden usar como fuente de energía solar (Giraldo & Arango, 2004).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (F) Orgánicos con diferentes grupos funcionales		
Familia química: Disolventes no halogenados		
Residuo: (Tipo 25) Aminas y amidas alifáticas	Ficha No: <u>017</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Compuestos producidos a menudo en la descomposición de la materia orgánica cuando uno o más átomos de hidrógeno del amoníaco (NH_3), son sustituidos por uno, dos o tres radicales alquil o alcanol. Según el número de grupos que se unen al nitrógeno se clasifican en primarias (NH_2R), secundarias (NHR_2) o terciarias (NR_3), los cuales sirven como productos químicos intermedios, disolventes, catalizadores (Lara, 2009). Se agrupa, por ejemplo, butilamina ($\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$), entre otros (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información		



consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma			
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los aminos y amidas alifáticas.



Residuos	Aldehídos	Ácidos inorgánicos fuertes y débiles	Ácidos orgánicos
	Acrilatos	Ácidos orgánicos insaturados	

❖ **Tratamiento:** Neutralización

1. Diluir 1 g de residuo de nitrosa amida en 30 ml de metanol.
2. Agregar 30 ml de solución saturada de carbonato sódico (Na_2CO_3). Dejar la mezcla a temperatura ambiente durante 24 h.
3. Agregar 30 ml de carbonato sódico (Na_2CO_3) con una concentración de 1 mol L⁻¹ y 10 g. Dejar la mezcla a temperatura ambiente durante 24 h.
4. Agregar 30 ml de solución concentrada de hidróxido de potasio (KOH) 1 mol L⁻¹, posteriormente, agitar la mezcla durante 24 horas, luego filtrar.
5. Finalmente, verter en la alcantarilla con exceso de agua.

Nota: En caso de fugas o desbordamientos cubrir la zona contaminada con metanol.

Fuente (Díaz, 2000)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Se utilizan ampliamente como productos intermedios, disolventes, catalizadores, estabilizantes, esto resulta por sus compuestos en sus bases débiles, por lo que pueden reaccionar con ácidos fuertes (corrosivos), esto puede ser útil para los sistemas de generación de vapor en sus líneas de transacciones de agua condensada, por lo que al reaccionar con el dióxido de carbono (CO_2) existente, produce ácido carbónico, lo cual que se agota en la presencia de las aminas o amidas a neutralizar; que de igual manera, por su capacidad neutralizante interviene en la corrosión en

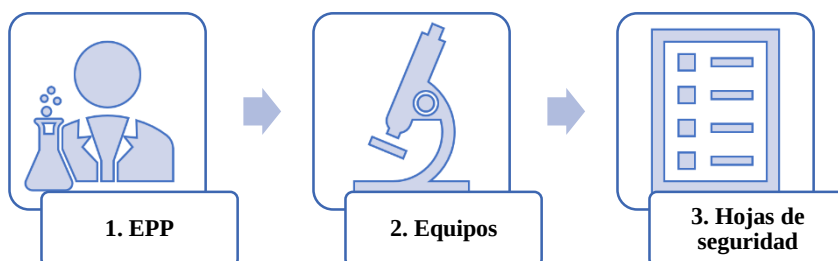


el sistema de generación de vapor en el cual deben ser alimentadas estratégicamente, ya que su efectividad en el canal del proceso depende proporcionalmente de su volatilidad (Maquimex, 2021).

SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SMES 1704
Clasificación: (D) Hidrocarburos aromáticos		
Familia química: Disolventes orgánicos halogenados		
Residuo: (Tipo 16) Hidrocarburos aromáticos	Ficha No: <u>018</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Compuestos cuyas moléculas están formadas por una o más estructuras de anillo bencénico, conformados por átomos de carbono e hidrógeno (Propiedades de los hidrocarburos aromáticos). Por otra parte, por su intenso y agradable aroma de un gran número de sus derivados son llamados compuestos aromáticos (Restrepo, 1950). Se agrupa, por ejemplo, azul de metileno ($C_{16}H_{18}ClN_3S$), entre otros (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). ❖ Medidas previas		



Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma				
Descripción	GHS02. Sustancias Inflamables (IN)	GHS07. Toxicidad aguda categoría 4 (Peligro al inhalar) (DA)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)	GHS09. Dañino para el medio ambiente acuático (EN)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los hidrocarburos aromáticos.



Residuos	Ácido nítrico
-----------------	---------------

❖ **Tratamiento:** Evaporación

1. Este disolvente se puede eliminar por evaporación a presión reducida
2. Por cada 5 mg de residuo hidrocarburo aromático (HAP), se agrega 2 ml de acetona y verifique que los hidrocarburos estén completamente disueltos, incluidos los hidrocarburos que puedan adherirse a las paredes del recipiente.
3. Luego por cada 5 mg de residuo hidrocarburo aromático (HAP), se añade 10 ml de solución de permanganato de potasio (KMnO_4) con una concentración de 0.3 mol L⁻¹ a la solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
4. Después concentrar 3 moles de L-1 (recién preparado), remover la mezcla y dejar reaccionar durante 1 hora.
5. En cuanto al color púrpura seguirá siendo el mismo durante todo el tiempo de reacción, pero si se puede agregue más permanganato de potasio (KMnO_4) hasta que la mezcla de reacción permanezca violeta durante 1 hora.
6. Simultáneamente en la reacción, use ácido ascórbico para decolorar y neutralizar la solución y verifique si la destrucción se completó.
7. Finalmente use exceso de agua para verterla en el alcantarillado (Guarnizo, 2003).
8. Para lidiar con derrames, se puede cubrir la zona con carbón activado granular, que puede remover hasta el 99% de estos hidrocarburos volátiles

Fuente (Minas, 2021)

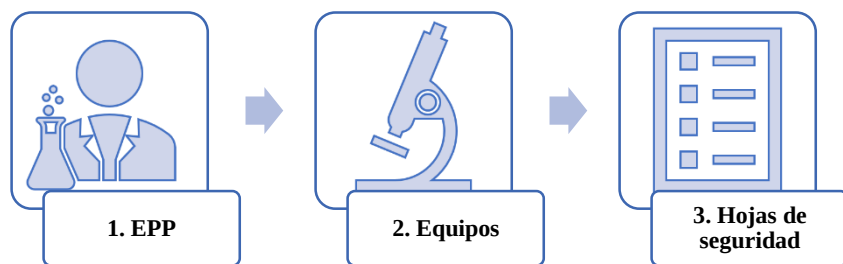
❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos pueden ser utilizados como gas de combustión adsorbido en carbón activado, el cual consiste en cadenas moleculares básicas y complejas, además pueden eliminar del gas otros componentes orgánicos volátiles (COV), por sus hornos de activación en el proceso de



purificación de gases de combustión que deshace los hidrocarburos volátiles (Lema W. , 2021).

SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (I) Alcalinos		
Familia química: Bases inorgánicas		
Residuo: (Tipo 41) Hidróxido de potasio	Ficha No: <u>019</u>	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Compuesto químico inorgánico, el cual es soluble en agua desprendiéndose calor, para la clasificación de tipos de residuos (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.		



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma		
Descripción	GHS05. Sustancias corrosivas (CR)	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con los hidróxidos de potasio.

Residuos	Ácidos inorgánicos fuertes y débiles	Ácidos orgánicos
	Anhídridos orgánicos	Aldehídos



❖ **Tratamiento:** Neutralización

1. Diluir con agua (H_2O), en relación de 1:5 por volumen.
2. Neutralizar hasta un pH 6-8.
3. Añadir disolución al 50% de ácido sulfúrico (H_2SO_4) lentamente.
4. Diluir la solución obtenida a 1:10.
5. Verter en el desagüe con exceso de agua (H_2O).

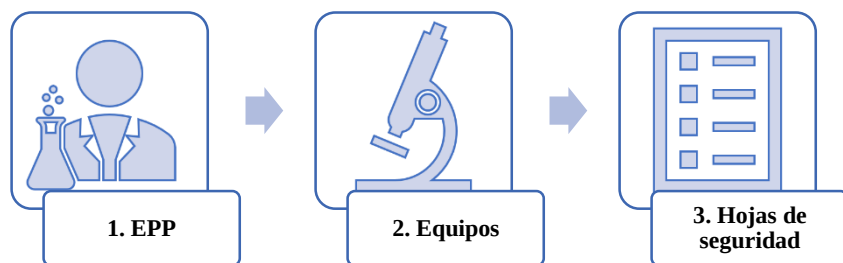
Nota: Siempre agregar lentamente el ácido al agua (nunca en el sentido contrario). En caso de presentarse desbordamiento de superficie contaminada cubrir con bisulfato de sodio (NaHSO_4) (Ministerio de educación superior, 2014) o utilizar un exceso de 50% de solución de ácido clorhídrico (HCl) o ácido sulfúrico (H_2SO_3) y el residuo resultante se diluye con agua (H_2O) (Díaz, 2000). Fuente (Gómez, 2003)

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos se pueden reciclar y utilizar para producir biodiésel, con base a la reacción transesterificación, optimizando las variables del proceso como el exceso de metanol y catálisis para la desactivación del (hidróxido de potasio KOH) y no puede tener una temperatura superior a 100°C , los residuos restantes de la reacción como el agua y los desechos se utilizan como fertilizantes, se debe tener en cuenta que el resultado esperado es según las condiciones óptimas en el proceso, esto hace referencia el exceso de metanol, catálisis, desactivación del catalizador, agitación y temperatura (Henao & Márquez, 2008).



SGA RESPEL: Formato v001_2021 <u>Manejo interno de residuos químicos</u>		  UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA SEDE VILLAVICENCIO VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
Clasificación: (J) Sales y soluciones acuosas de metal pesado		
Familia química: Disolventes orgánicos halogenados		
Residuo: (Tipo 44) Sales	Ficha No: 020	
<u>Protocolo de manejo de residuos químicos</u> ❖ Conceptualización Compuestos cuaternarios que contienen oxígeno e hidrógeno, resultan de la reacción de un ácido hidrácido con hidróxidos, formados de la combinación de un metal con un no metal de los grupos o familias VII y VI de la tabla periódica (Carrillo, 2018). Se agrupa, por ejemplo: Yodo (I), entre otros (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). ❖ Medidas previas Recuerde contar con los elementos de protección personal básicos (EPP) previo al ingreso del laboratorio, revisar el estado actual de los elementos y equipos de trabajo, leer la información consignadas en las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos a emplear y realizar la limpieza del área de trabajo.		



❖ Identificación de peligros

Empleando la metodología de identificación de peligrosidad y pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se obtienen para el residuo en cuestión las siguientes características:

Pictograma		
Descripción	GHS08. Cancerígeno, mutágeno (MU)	GHS09. Dañino para el medio ambiente acuático (EN)

❖ Incompatibilidades

Siguiendo las relaciones de la matriz de incompatibilidad (información de peligros, estabilidad y reactividad) entre residuos peligrosos empleando el SGA, los siguientes residuos a continuación presentan incompatibilidad con las sales halogenadas.

Residuos	Ácidos inorgánicos
-----------------	--------------------



❖ **Tratamiento:** Neutralización

1. Diluir agua (H_2O) con una relación de 1:5 de volumen.
2. Neutralizar hasta un pH 6-8.
3. Añadir ácido sulfúrico (H_2SO_4) lentamente.
4. Obtenida la disolución a 1:10, se vierte en el desagüe con exceso de agua (H_2O).

Fuente (Peñalver, 2000).

❖ **Mecanismo de aprovechamiento**

Los residuos se pueden tratar mediante oxidación térmica bajo ciertas condiciones específicas, posteriormente, se recicla en forma de ácido mineral de alta pureza (Ichem, 2021).



6. Bibliografía

- Aldabe, S. B. (2004). Química en acción. En *Química 2*. Buenos Aires: Colihue.
- Ambiental, C. T. (2012). *Protocolo de seguridad química: Manipulación segura de sustancias químicas*. Universidad Industrial de Santander.
- Anichiárico, R. L. (2000). *SURATEP, administradora de riesgos profesionales*. Colombia, Medellín : Suramericana. Obtenido de http://copaso.upbbga.edu.co/juegos/manejo_sust_quimicas.pdf
- Benítez, R. R. (2013). Gestión integral de residuos químicos generados en los laboratorios de docencia en química de la Universidad del Cauca. *Ciencia en desarrollo*, 4(2), 63-72.
- Boletín científico*. (01 de Mayo de 2021). Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n8/index.html>
- Carrillo, E. &. (2018). Sales halógenas. En *Nomenclatura química inorgánica* (pág. 82). Universidad Internacional SEK.
- Chemical, D. (4 de Abril de 2021). *Incompatibilidades entre Sustancias Químicas*. Obtenido de <https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/residuos/incompa.pdf>
- Consultores, A. (2008). *Proyecto de reciclaje de hidróxido de sodio*. Gestión Ambiental y Seguridad Industrial.
- Cruz, F. H. (2017). *Guía temática para el curso de química orgánica II*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Díaz, N. (2000). *Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona*. Repositorio institucional, biblioteca. Obtenido de https://www.ub.edu/ossma/wp-content/uploads/2016/03/manual_residus_especials_cs.pdf
- Durst, D. &. (2007). Química orgánica experimental. En *Tipos de alcoholes* (págs. 500-502). Reverté, S.A.
- Eche, J. J. (2003). *Tratamiento y disposición final de residuos industriales generados en una refinería*. Peru: Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas . Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtual/publicaciones/geologia/v06_n11/trata_dispo.htm
- Elizondo, L. (1999). *Manejo, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos generados en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la U.N.A.L.* Repositorio de la Universidad Autónoma de León [Maestría en ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental]. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/6342/1/1080095025.PDF>



Estudyando. (2020). Obtenido de Éster alifático: <https://estudyando.com/que-es-un-ester-alifatico-definicion-sintesis-y-disolvente/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20un%C3%A9ster%20alif%C3%A1tico&text=En%20qu%C3%ADmica%20org%C3%A1nica%2C%20el%20t%C3%A9rmino,compuesto%20pentano%20se%20considerar%C3%ADa%2>

Fisher scientific. (2019). Obtenido de Ácido clorhídrico (HCl): <https://www.fishersci.es/es/es/products/I9C8K49K/hydrochloric-acid.html>

Giraldo, L. F., & Arango, E. A. (2004). *La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales*. Colombia, Medellín : Corporación Universitaria Lasallista.

Gómez, C. (2003). *Plan de manejo de residuos peligrosos para el laboratorio del centro de investigaciones de Ingeniería Ambiental [Trabajo de pregrado, Universidad de los Andes]*. Repositorio institucional.

Greener Industry. (2021). Obtenido de http://www.greener-industry.org.uk/pages/sulphuric_acid/8SulphuricAcidRecycling.htm#:~:text=Sulphuric%20Acid%3A%20Recycling&text=Spent%20sulphuric%20acid%20and%20other,dioxide%20for%20sulphuric%20acid%20manufacture.&text=The%20acid%20is%20pre%2Dheated,the

Guarnizo, C. A. (2003). *Plan de manejo de residuos peligrosos para el laboratorio del centro de investigaciones de ingeniería ambiental -CII Universidad de los Andes*. Colombia, Bogotá D.C: Universidad de De Los Andes. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15803/u239225.pdf?sequence=1>

Gutsche, C. &. (1979). Fundamentos de química orgánica. En *Hidrocarburo lineal y ramificado* (págs. 463-464). Reverté, S.A.

Hans, B. &. (1987). *Manual de química orgánica*. Reverté, S.A.

Henao, G. J., & Márquez, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Universidad de Antioquia.

Hoja de datos de seguridad de sustancias químicas. (2016). Obtenido de Ácido sulfúrico: <https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2017/05/HDS-Acido-sulfurico-NOM-018-2015-MARY-MEAG-Hoja-de-datos.pdf>

(2000). *Hoja de seguridad*. Obtenido de http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/alcohol_etilico.pdf

Ichem. (2021). *The vichem group*. Obtenido de <https://www.vichemgroup.com/es/product/tratamiento-de-residuos/recuperaci-n-de-cido>



Ingeoexpert. (2020).

Jimenez, S. R. (2016). *Identificación y caracterización de una esterasa proveniente del acuífero de Yucatán*. Mexico, Merida, Yucatan: Centro de Investigación Científica de Yucatan, A.C. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1155/1/PCB_BT_M_Tesis_2016_Ramos_Sergio.pdf

John, F. J. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. España: Chantal Dufresne, BA. Obtenido de <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/Enciclopedia%20de%20salud%20y%20seguridad%20en%20el%20trabajo.pdf>

Koshida, N. K., & Okuda, T. F. (1976). *Method of manufacturing alkylene oxide adducts of an aliphatic alcohol*. Estados Unidos : United States Patent. Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/c2/7e/82/cc4074d9c3504e/US3932531.pdf>

Lara, A. (2009). *Química orgánica I*. OpenCourseWare UAM.

Lema, i. W. (12 de 04 de 2021). *Desotec activate carbon*. Obtenido de <https://www.desotec.com/es/carbonologia/casos/eliminaci-n-de-haps-en-gases-de-combusti-n>

Lema, W. (2021). *Desotec activate carbon*. Obtenido de <https://www.desotec.com/es/carbonologia/casos/eliminaci-n-de-haps-en-gases-de-combusti-n>

Litter, M. I. (06 de 06 de 2021). *Remoción de contaminantes metálicos*. Obtenido de https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/12_Capitulo_12.pdf

López, F., Delgado, A. L., & Manso, F. y. (2009). *Situación actual del tratamiento de neumáticos fuera de uso y posibilidades de obtención de negro humo de alta pureza*. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

Maquimex. (2021). *Especialista en soluciones químicas*. Obtenido de <https://maquimex.com/blog/que-tipo-de-aminas-debo-de-elegir-para-inhibir-la-corrosion-de-un-proc>

Mech-Chem Associates, I. (2021). *Acid Recycling at Electronics Plating Company*. Obtenido de <https://mech-chem.com/images/stories/Acid-Brochure/HCL.pdf>

Meyer, R. (2018). *Manejo de desechos químicos para laboratorios*. Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Obtenido de https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung_9/9.3_international



e_zusammenarbeit/publikationen/Get_an_Insight_into_Our_Instruments/PTB_Info_Chemical-Waste-Management_SP.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos*. Colombia, Bogotá: Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial-OCADE.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Decreto 4741 de 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. República de Colombia.

Ministerio de educación superior. (2014). *Sustancias químicas peligrosas*. Universitaria Félix Varela.

Ortiz, P. (2012). *Estudio de la actividad en síntesis e hidrólisis de la esterasa recombinante lipc de haloarcula marismortui en medios de reacción no convencionales*. Centro de investigación y asistencia en tecnología.

Ortiz, P. S. (2012). *Estudio de la actividad en síntesis e hidrólisis de la esterasa recombinante lipc de haloarcula marismortui en medios de reacción no convencionales*. Mexico, Guadalajara: Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de jalisco, a. c. Obtenido de <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/56/1/Priscila%20Sutto%20Ortiz.pdf>

Parry, R. S. (1973). *Química fundamentos experimentales*. Reverté, S.A.

Pérez, P. (2011). *BudoWebs Studio*. Obtenido de Química y algo más.

(s.f.). *Propiedades de los hidrocarburos aromáticos*. Guía de productos químicos. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/162038/6.+Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos+-+Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos+halogenados+-+Hidrocarburos+poliarom%C3%A1ticos+-+Isocianatos+-+Cetonas>

Químicas. (2015). Obtenido de El azufre: <https://www.quimicas.net/2015/07/el-azufre.html>

Químicas. (2015). Obtenido de Química orgánica: alcoholes.

Quimpac de Colombia S.A. (2012). Obtenido de Ácido clorhídrico: <https://www.quimpac.com.co/index.php/acido-clorhidrico>

Raymundo, N. (2016). *Gestión de rsiduos generados en laboratorios de la escuela de Ingeniería Química de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. Repositorio institucional.



- Response, P. E. (2021). *Eliminación de hidrocarburos y desechos*. Obtenido de https://www.itopf.org/uploads/translated/Final_TIP_9_2011_SP.PDF
- Restrepo, F. &. (1950). ¿Qué son los hidrocarburos aromáticos? En *Hola, química* (pág. 133). Susaeta ediciones S. A.
- Rivera, L. (2010). *Método para la recuperación de fenol en aguas residuales industriales y su contribución para minimizar el impacto al ecosistema acuático*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Roth, C. (2018). *Ficha de datos de seguridad*. Obtenido de <https://www.carlroth.com/medias/SDB-A514-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNDA1MTh8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYWlvaGlzLzg5NTA5MzQ2MDE3NTgucGRmfDY1YzdkMDc0OTE0NDJiMWU2MTM2NjE1NDcxNjI2MzU3NTBiNGE0NjY4ZTcyODg0NjdjZmM2>
- Roth, C. (2018). *Fichas de datos de seguridad*. Obtenido de <https://www.carlroth.com/medias/SDB-A514-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNDA1MTh8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYWlvaGlzLzg5NTA5MzQ2MDE3NTgucGRmfDY1YzdkMDc0OTE0NDJiMWU2MTM2NjE1NDcxNjI2MzU3NTBiNGE0NjY4ZTcyODg0NjdjZmM2>
- Salazar, M. L. (2020). Clima de seguridad percibido por los usuarios de laboratorios académicos en institutos de educación superior. *Elsevier*, 121, 93-99.
- Schersl, A. (2009). *Recuperación y purificación de alcoholes alifáticos de cadena larga de los residuos del proceso Kraft de pulpeo de la celulosa para su uso en la industria farmacéutica*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Harting S.A.
- Shanley, E. (1990). *Organic Peroxides*. Estados Unidos, Washington: Sociedad Química Americana.
- Sören, A. (2021). *Nachhaltigkeit im organisch-chemischen Praktikum*. Obtenido de Solvent Wastes in the Laboratory.
- Sören, A. (2021). *Nachhaltigkeit im organisch-chemischen Praktikum*. Obtenido de Solvent Wastes in the Laboratory : https://www.oc-praktikum.de/nop/en/articles/pdf/SolventRecyclingDisposal_en.pdf
- Soto, J. (2005). *Química orgánica II: Hidrocarburos y sus derivados halógenos*.
- Temarry. (2008). *Servicio de reciclaje de soluciones acuosas*. Obtenido de <http://recicladoratemarry.com/reciclaje-de-soluciones-acuosas/>



- Tovar, J. &. (2019). *Aldehídos y cetonas*. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias, Escuela de Química.
- treatment, C. E.-S. (2021). *Recuperación de disolventes orgánicos*. Obtenido de <https://condorchem.com/es/reciclado-disolventes-organicos/>
- Tuset, S. (2021). *Condorchem envitech smar ideas for wastewater y air treatment*. Obtenido de <https://blog.condorchem.com/eliminacion-de-nox/>
- Unidas, N. (06 de Mayo de 2015). *Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos Químicos*. Estados Unidos, Nueva York: Naciones Unidas. Obtenido de https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev06/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev6sp.pdf
- Urbina, L. A., & Gonzalez, A. R. (2013). *Manual practicas de laboratorio I de quimica organica*. Colombia, Santander: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de http://ciencias.uis.edu.co/quimica/sites/default/files/paginas/archivos/V01Man07OrgaI_MFOQ-OR.01_08072013.pdf
- Uriarte, J. (2020). *etecé*. Obtenido de Características del ácido clorhídrico: <https://www.caracteristicas.co/acido-clorhidrico/>
- Ústav, O. k. (2015). *Laboratory of thermal decomposition of hydrocarbon raw materials, waste tires, plastics and biomass to chemicals and fuels*. Univerzita v brastislave slovenska technicka. Obtenido de https://www.stuba.sk/english/science-and-research/other-research-centres-and-laboratories/laboratory-of-thermal-decomposition-of-hydrocarbon-raw-materials-waste-tires-plastics-and-biomass-to-chemicals-and-fuels.html?page_id=10604
- Villanueva, M. T. (2010). *Seguridad y protección del laboratorio químico*. Ministerio de educación superior.
- Wang, Y., Yu1, Y., Jia, R., & Zhang, C. Z. (2019). *Electrochemical synthesis of nitric acid from air and* (Vol. 6). Tianjin: National Science Review. Obtenido de https://watermark.silverchair.com/nwz019.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAApUwggKRBgkqhkiG9w0BBwagggKCMiICfgIBADCCAncGCSqGSIb3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQM5UBrqOASRx1cxqNDAgEQgIICSNJS5_zTjtOc6jfXAIImDIImNsVqEVeK19FJulBygIIaw3mbUL
- Wang, Y., Yu1, Y., Jia, R., & Zhang, C. Z. (2019). *Electrochemical synthesis of nitric acid from air and* (Vol. 6). China, Tianjin: National Science Review. Obtenido de https://watermark.silverchair.com/nwz019.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAApUwggKRBgkqhkiG9w0BBwagggKCMiICfgIBADCCAncGCSqGSIb3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQM5UBrqOASRx1cxqNDAgEQgIICSNJS5_zTjtOc6jfXAIImDIImNsVqEVeK19FJulBygIIaw3mbUL



Yamaguchi, J. (2020). *QUIMICA.ES*. Obtenido de University, Waseda:
<https://www.quimica.es/noticias/1167215/qumicos-bailarines.html>

Yana, M. (2015). *Destilación: laboratorios de química orgánica*. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ingeniería.

Zschimmer & Schwarz. (2020). Obtenido de Ácido sulfúrico: propiedades, beneficios y precauciones.



7. Anexos

Anexo 1. RESPEL PIRS UNAL

Tipo	Residuos	Descripción
1	Vidrio	Vidrio refractario, ámbar, verde y vidrio plano que estuvo en contacto con sustancias químicas.
2	Envases de refrigerantes	Latas varias de productos químicos, cilindros o balas de gases vacías y sin presión.
3	Envases y contenedores	Plásticos que contenían sustancias con características peligrosas, cámpalas vacías, recipientes vacíos de plástico que contenían residuos peligrosos.
4	Todo empaque	Embalaje, cinta, estopas, tela, papel, cartón, PPP (máscaras, guantes, cofias, etc.) y demás dispositivo con el que se manejó o transportó una sustancia química.
5	Equipos contaminados	Que estuvieron en contacto con sustancias químicas con características de peligro (neveras, microondas, balanzas, etc.), son en particular residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
6	Resinas poliméricas	De carácter peligroso en estado sólido (acrílicos, epóxidos, látex, resinas no entrecruzadas o en estado gel).
7	Amalgamas de mercurio	Amalgamas de mercurio.
8	Sólidos	Que estuvieron en contacto con mercurio o fueron contaminados (guantes, caretas, tubos de termómetro, bulbos de manómetros, contactores eléctricos, etc.).
9	Metales alcalinos	En estado sólido, como, por ejemplo: litio, sodio, potasio y otros no alcalinos pero que por su carácter son explosivos al contacto con el agua o inflamables en presencia de fuente de ignición como el magnesio y otros.



10	Metales pesados	En estado sólido que no reaccionan violentamente con el agua o no son inflamables en presencia de fuente de ignición, pero son de carácter tóxico (manganeso, plomo, cromo, plata), todos los catalizadores.
----	-----------------	--

Tipo	Residuos	Descripción
11	Hidrocarburos de cadena lineal o ramificada, que tiene reemplazos de hidrógeno por halógeno.	Dicloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de alilo, epiclorhidrina, cloroformo, tricloroetileno, tetracloruro de carbono, triclorotrifluoretano, bromometano, clorometano.
12	Hidrocarburo de cadena lineal o ramificada, que tiene reemplazos de hidrógeno por metal pesado	Tetra etilo de plomo, de hierro y de cobalto; algunos maltenos y asfaltenos alifáticos.
13	Hidrocarburo	Pentano, hexano, decano, etc.
14	Hidrocarburos aromáticos, el cual tiene reemplazos por halógeno.	Cloro benceno, diclorobenceno, todos los PCB, orto, meta y para cloro tolueno.
15	Hidrocarburos aromáticos, el cual tiene reemplazos de hidrógeno por metal pesado.	Fracciones pesadas de hidrocarburos tipo maltenos y asfaltenos.
16	Hidrocarburos aromáticos, no clasificados en el Tipo 14 ni en el 15.	Benceno, tolueno, xileno, antraceno, naftaleno, pireno, thiner
17	Hidrocarburos cíclicos halogenados.	1 cloro-ciclobutano, 1 cloro ciclo pentano y 1,2 dicloro ciclo hexano, etc.
18	Hidrocarburos cíclicos halogenados con reemplazos de metal pesado	1 plomo-ciclobutano, 1 plomo ciclo pentano, entre otros.
19	Hidrocarburos cíclicos	Ciclo butano, ciclo pentano y ciclo hexano.
20	Alcoholes alifáticos	Metanol, etanol, propanol, butanol, octano, Isopropanol. Alcohol amílico, alcohol alílico, etilenglicoles, polialcoholes.



21	Aldehídos y cetonas alifáticas	Formol, acetona, propanaldehído, butanona, acetaldehído, hexanona, metil butanal.
22	Residuos de ácidos carboxílicos alifáticos	Ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico, ácido valérico y ácido caprílico.

Tipo	Residuos	Descripción
23	Ésteres alifáticos	Acetato de etilo, acetato de butilo, acetato de vinilo, propanoato de etilo, propanoato de butilo.
24	Éteres alifáticos	Éter etílico, éter propílico, éter butílico.
25	Aminas y amidas alifáticas	Metilamina, dimetil amina, metil propil amina, metanamida, propanamida, 3 butanamida, etc.
26	Nitrogenados	Nitrilos, azocompuestos.
27	Alifáticos con azufre	Tioles, sulfuros, disulfuros, tioeteres, tioesteres, tiocetonas, etc.
28	Alcoholes aromáticos	Fenol, 1,2 dihidroxifenol, orto metil fenol, 2 fenil etanol, 2 iso propil fenol, etc.
29	Aldehídos y cetonas aromáticas	Benzaldehído, difenilmetanona, acetofenona, p-etil benzaldehído, p-totualdehído, etc.
30	Ácidos carboxílicos aromáticos	Ácido benzoico, ácido fenil acético, ácido p-metoxi benzoico, ácido m-nitro benzoico, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido tereftálico, ácido naftaleno 1,3,5, tricarboxílico, entre otros.
31	Ésteres aromáticos	Benzoato de metilo, benzoato de propilo, etc.
32	Éteres aromáticos	Metoxi benceno, éter difenílico, 2-metoxi antraceno, éter etilfenílico, etc.
33	Aminas y amidas aromáticas	Anilinas, metilanilinas, benceno carboxamida, difenilamnina, para toluidina, entre otras.
34	Aromáticos nitrogenados	Nitrilos y azo-compuestos aromáticos, piridina, quinoleina.
35	Residuos aromáticos con azufre	Ácido bencensulfónico, derivados del ácido bencelsulfónico, venzo tiofenos, dibenzotiofenos.



36	Residuos de ácido	En todas concentraciones y soluciones acuosas
37	Residuos de ácido clorhídrico	En todas las concentraciones y soluciones acuosas.
38	Residuos de ácido nítrico	En todas las concentraciones y en soluciones acuosas.

Tipo	Residuos	Descripción
39	Mezclas de los ácidos	Residuos de otros ácidos inorgánicos, sus soluciones o sus mezclas.
40	Residuos de hidróxido de sodio	Y a sus soluciones acuosas en cualquier concentración
41	Residuos de hidróxido de potasio	Y a sus soluciones acuosas en cualquier concentración
42	Residuos de hidróxido de amonio	Y a sus soluciones acuosas en cualquier concentración
43	Residuos alcalinos inorgánicos	Y a sus soluciones acuosas en cualquier concentración
44	Residuos de sales halogenadas	Cloro, yodo, bromo y flúor
45	Residuos de sales nitrogenadas	Principalmente nitritos y nitratos, o a sus soluciones acuosas.
46	Residuos de sales de azufre	Principalmente sulfatos y sulfitos
47	Residuos de cianuro en todas sus formas	Principalmente sus sales y sus soluciones acuosas
48	Soluciones acuosas de metales pesados	Principalmente los provenientes de cromatógrafos, espectrofotómetros y otros residuos de equipos de análisis, reveladores y fijadores fotográficos a base de plata
49	Residuos de los diferentes tipos de fósforo	Blanco, rojo o amarillo



50	Borras o ripsos de tuberías o recipientes	Lavado de equipos, lavados de tanques, lavados de recipientes o trampas de grasa que tengan hidrocarburos, emulsiones con agua entre otros.
-----------	---	---

Tipo	Residuos	Descripción
51	Lodos de recipientes o tanques	Limpieza de equipos o plantas que contengan sustancias halogenadas, aceites usados.
52	Lodos de trampas	Plantas de tratamiento, lavado de equipos, tanques o recipientes que contengan metales pesados.
53	Lodos provenientes de precipitados de tanques	Limpieza de tuberías, trampas de grasa, plantas de tratamiento y lavado de equipos
54	Gases industriales en recipientes a alta presión	Bombonas de baja presión y aerosoles industriales recipiente.

