



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE  
RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA  
TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL EN LOS  
LABORATORIOS DE FÍSICOQUÍMICA ATMOSFÉRICA  
DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA  
**HUGO MARTÍNEZ MIRÓN**

**MÉXICO, D.F.**

**2014**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:**                    **Profesor: Irma Cruz Gavilán García**  
**VOCAL:**                           **Profesor: María Rafaela Gutiérrez Lara**  
**SECRETARIO:**               **Profesor: Gema Luz Andraca Ayala**  
**1er. SUPLENTE:**               **Profesor: Agustín García Reynoso**  
**2° SUPLENTE:**               **Profesor: Nestor Noé López Castillo**

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**DEPARTAMENTO DE FISICOQUÍMICA ATMOSFÉRICA**  
**CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ASESOR DEL TEMA:**

\_\_\_\_\_  
**Dra. Gema Luz Andraca Ayala**

**SUPERVISOR TÉCNICO:**

\_\_\_\_\_  
**MC JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ SOLÍS**

**SUSTENTANTE**

\_\_\_\_\_  
**Hugo Martínez Mirón**

---

---

**Índice**

<b>CAPITULO 1 RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 2 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos particulares.....	3
<b>CAPITULO 3 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO 4 ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
4.1 Definición de residuos peligrosos.....	6
4.1.1 Definiciones propuestas por organismos internacionales.....	7
4.1.2 Definición en la Unión Europea.....	8
4.1.3 Definición en Estados Unidos.....	9
4.1.4 Cooperación internacional.....	11
4.1.5 Definición en México.....	14
4.2 Marco jurídico relativo a residuos peligrosos.....	16
4.3 Programa Universitario relativo a residuos peligrosos.....	21
4.4 CRETIB.....	22
4.5 Manejo seguro de los residuos peligrosos.....	26
4.6 Procedimiento para manejo de residuos peligrosos en el laboratorio.....	28
4.6.1 Inventarios.....	28
4.6.2 Envasado.....	29
4.6.3 Etiquetado de residuos peligrosos.....	31
4.6.4 Almacenamiento temporal de residuos peligrosos.....	33

---

---

<b>CAPITULO 5 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	<b>36</b>
5.1 Diagnóstico en los laboratorios de caso estudio.....	38
5.1.1 Laboratorio de Fisicoquímica Atmosférica II.....	38
5.1.2 Laboratorio de HPLC.....	43
5.1.3 Bodega.....	45
<b>CAPITULO 6 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>48</b>
6.1 Laboratorio FQA I.....	48
6.2 Laboratorio FQA II.....	48
6.3 Laboratorio de Cromatografía de líquidos (HPLC).....	49
6.4 Bodega.....	48
<b>CAPITULO 7 IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA.....</b>	<b>50</b>
7.1 Manipulación de residuos peligrosos.....	51
7.2 Bitácora de laboratorio.....	55
7.3 Traslado a almacenamiento temporal.....	56
7.4 Embalaje.....	59
7.5 Transportación de los residuos peligrosos.....	65
<b>CAPITULO 8 CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>CAPITULO 9 GLOSARIO.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 1 SUMARIO DE ETIQUETAS FINALES.....</b>	<b>75</b>

## CAPITULO 1

### RESUMEN

El Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), así como los diferentes centros de investigación y las entidades educativas tanto de nivel medio superior y superior generan una gran variedad de residuos químicos peligrosos cada año derivado de sus actividades sustantivas. Lo que representa un problema potencialmente serio si no se manejan correctamente. Éstos deben ser manejados de una manera tal que se minimicen los riesgos presentes y futuros sobre la salud humana y el medio ambiente. Los residuos al ser generados en un centro educativo y de investigación se deben manejar y disponer, a fin de cuidar la integridad de quienes trabajan dentro de esta entidad.

Para lograr este objetivo, se trabajó conjuntamente con varios sectores que conforman el CCA como la parte académica y administrativa. Así mismo, se propiciaron cambios en las formas de trabajo que permitieron incorporar los objetivos planteados en este caso de estudio.

Específicamente fue imperativo identificar la diversidad de los residuos químicos peligrosos y conocer la magnitud de lo que se estaba generando en el laboratorio de fisicoquímica atmosférica (FQA), para lo cual se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa de los residuos generados, planteando procedimientos de recolección para su posterior tratamiento o disposición.

En este trabajo se aplicó una metodología sencilla, basada en los siguientes documentos:

- Santos Elvira & Gavilán Irma C. (2002), *Manual de procedimientos de seguridad en los laboratorios de la UNAM* 2ª edición. México: Arte y Proyección Digital.
- Gavilán García, I. (2012) *Guía técnica de acción para residuos peligrosos químicos*. México: Comité asesor de salud, protección civil y manejo ambiental.

Estos documentos aplican en los laboratorios, así como en las áreas de servicio, donde los residuos son generados, hasta su disposición final.

Además se siguió la normatividad mexicana vigente con el fin de evitar el manejo inadecuado de sustancias peligrosas y la prevención de riesgos por una mala disposición de estas. Así mismo, se logró la implementación de buenas prácticas de tratamiento y disposición final de los residuos del grupo FQA derivado de sus actividades de docencia e investigación.

## CAPITULO 2

### OBJETIVOS

#### 2.1 Objetivo General

Elaborar una metodología para la gestión interna de los residuos del laboratorio de Físicoquímica Atmosférica con base al *Manual de procedimientos de seguridad en los laboratorios de la UNAM* y en la *Guía técnica de acción para residuos peligrosos químicos* de la UNAM.

#### 2.2 Objetivos particulares

- Proponer una sucesión de etapas con origen en la realización de un diagnóstico de situación.
- Ampliar la aplicación de la metodología desarrollada a todo tipo de instalaciones con características similares.

### CAPITULO 3

### INTRODUCCIÓN

En México se enfrentan problemas generados por el manejo de los residuos peligrosos, los cuales se reflejan en la modificación de los ecosistemas con la consecuente pérdida de biodiversidad y afectaciones en la salud de las personas. La problemática relacionada con los residuos peligrosos es muy compleja e involucra aspectos técnicos, políticos y sociales.

El empleo de productos químicos en la sociedad moderna ha probado ser un elemento esencial para el desarrollo de las actividades productivas y el logro de las metas sociales y económicas, sin embargo, no está exento de peligros, por lo cual es preciso promover procesos de manejo y eliminación ambientalmente adecuados.

El crecimiento poblacional, la explotación inmoderada de recursos, el uso de tecnologías inapropiadas, una insuficiente educación y conciencia ambiental y las fallas en los sistemas de intervención gubernamental, entre otros factores, han sido determinantes en los problemas del manejo de los residuos peligrosos del presente. (Cortinas de Nava & Mosler García, 2002)

En los últimos años, los problemas de contaminación han adquirido tal magnitud y diversidad que la sociedad ha ido tomando cada vez mayor conciencia de los riesgos. La contaminación ambiental causada por la disposición inadecuada de residuos peligrosos hizo que los países industrializados dieran una alta prioridad a su manejo en la década de los 80 y desde entonces se han estado desarrollando diferentes programas y leyes que regulan la cantidad de residuos peligrosos que se generan y emiten al ambiente.

En 1988 se inició en México la regulación y el control de los residuos peligrosos, el objeto primordial era hacer un diagnóstico de la situación nacional al respecto y determinar la demanda de servicios para su manejo. Puede decirse que los instrumentos regulatorios que entonces se promulgaron desencadenaron un proceso que condujo a la creación de los mercados ambientales y a la formación de especialistas en este campo.

Por ello, varias instituciones mexicanas de educación superior han incluido cátedras sobre el control de la contaminación; algunas, inclusive, han creado nuevas licenciaturas y maestrías sobre ingeniería ambiental y diplomados o cursos cortos para no especialistas. (Jiménez Cisneros, 2001)

Si el manejo de los residuos peligrosos fuera simplemente un aspecto de ciencia y tecnología, sería más fácil de realizar, pero la gestión de los residuos peligrosos también es un aspecto político, las soluciones se desarrollan y deciden en un ambiente político. Entender la naturaleza de los asuntos políticos es imperativo para mejorar la política de gestión de los residuos peligrosos. (Cortinas de Nava & Mosler García, 2002)

Los residuos peligrosos son quizás uno de los aspectos poco conocidos, pero más trascendentes y severos en lo que se refiere a la problemática ambiental de éste y otros muchos países.

## CAPITULO 4

### ANTECEDENTES

#### 4.1 Definición de residuos peligrosos

El primer elemento en el que se sustenta la gestión de los residuos peligrosos, es justamente su definición, pues ella determina el tamaño del universo de residuos sujetos a regulación y control basándose en su peligrosidad.

En términos generales, un residuo debe considerarse como peligroso, diferenciándose así de los que no lo son, a efectos de su gestión, si se reconoce en él un carácter de peligrosidad o nocividad que implique un riesgo sobre las personas o el medio. No obstante, la importancia de las repercusiones de carácter técnico y económico que se derivan de la catalogación o no de un residuo como peligroso obliga a precisar, a efectos prácticos, tanto su definición como las bases y procedimientos para su caracterización.

Con respecto a la definición y el régimen jurídico de los residuos peligrosos, es necesario hacer referencia a algún grupo específico muy relevante que por su naturaleza son de carácter peligroso, pero cuya consideración, a efectos de control y gestión, se ordena dentro de un ámbito particular, con un marco legal propio. El ejemplo más importante es el de los residuos radioactivos. (Aguado Alonso, y otros, 2010)

A fin de poner en contexto la definición de residuo peligroso en México se planteará lo que han recomendado organismos internacionales, así como las definiciones adoptadas en otros países.

#### 4.1.1 Definiciones propuestas por organismos internacionales

En un documento cuya elaboración fue promovida por el Banco Mundial, para apoyar a los países en desarrollo a fortalecer sus capacidades de gestión de los residuos peligrosos y disponer de ellos de manera segura, se plantea que el dilema de denominar residuo a un material potencialmente reciclable, dificultando con ello su reciclado, tiene su origen en las experiencias desafortunadas en las que el reciclado de materiales peligrosos se llevó a cabo de manera que provocó riesgos de consideración.

Con base en estos antecedentes, se optó por definir a los residuos como:

“Todo objeto que puede moverse, que no tiene un uso directo y que es descartado permanentemente”. (Cortinas de Nava, 2002)

Además, el documento del Banco Mundial señala que todo residuo debe recibir un tratamiento y disposición adecuados para proteger al ambiente y fomentar una mejor calidad de vida.

Un Grupo de Expertos Ad Hoc, conformado por el Programa de la Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), propuso como definición de residuo peligroso la siguiente:

“Los residuos peligrosos significan residuos distintos de los radiactivos que debido a su reactividad química o características tóxicas, explosivas, corrosivas u otras, causan daño o es probable que causen daño a la salud o al ambiente, ya sea solos o cuando entran en contacto con otros residuos, y son legalmente definidos como peligrosos por los Estados en los que se generan o en los cuales son dispuestos o a través de los cuales se transportan”. (Cortinas de Nava, 2002)

Es importante tener presente que el documento del Banco Mundial fue publicado en 1989 y desde entonces se han cubierto numerosos vacíos normativos relacionados con el reciclado de residuos peligrosos en los países industrializados. Al mismo tiempo, se han establecido restricciones al depósito de residuos peligrosos; tratados o no, en los suelos, e incluso está prohibido que algunos residuos puedan disponerse en los suelos. (Cortinas de Nava & Mosler García, 2002).

#### **4.1.2 Definición en la Unión Europea**

Desde comienzos de los años setenta, la mayoría de los estados miembros de la UE comenzaron a dotarse de una legislación enfocada a garantizar una organización y un control eficaz de la gestión de los residuos.

Las autoridades de Medio Ambiente de la UE adoptaron, el 15 de julio de 1975, una directiva Marco Relativa a los Residuos, Directiva 75/442, posteriormente modificada mediante la Directiva del Consejo de 18 de marzo de 1991, Directiva 91,156, en las que se recoge la definición de residuo, como:

“Cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías enumeradas en el Anexo I de la citada Directiva y del que su poseedor se desprenda o tenga obligación de desprenderse”.

El 20 de diciembre de 1993, se estableció una lista de residuos a la que comúnmente se denomina Catálogo Europeo de Residuos (CER) en el que se identifican los principales residuos por su origen, independientemente de que se destinen a operaciones de eliminación o de recuperación y que se les pueda asignar una característica de peligrosidad.

#### **4.1.3 Definición en Estados Unidos**

En 1965 se estableció en E.U.A la primera legislación federal a través del “Solid Waste Disposal Act” El acta fue revisada y actualizada en primera instancia mediante el “Resource Conservation and Recovery Act” (RCRA) de 1976.

Para la RCRA el término residuo peligroso comprende uno o una combinación de materiales residuales que, debido a su cantidad, concentración o características físicas, químicas o infecciosas sean capaces de:

- Causar o contribuir en de modo significativo al aumento de la mortalidad, enfermedades graves de carácter irreversible o incapacidad reversible.
- Suponer un riesgo presente o potencial de importancia para la salud humana o para el entorno al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de modo inadecuado.

El término residuo incluye cualquier basura, deshecho o lodo de plantas de tratamiento de residuos o de suministros de aguas o de instalaciones de control de contaminación atmosférica, así como otros tipos de material de tipo sólido, líquido, semisólido o gaseoso resultante de actividades industriales, comerciales, mineras, agrícolas o urbanas.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), fue la encargada de establecer los procedimientos que permiten identificar cuando un residuo cumple las características que lo califican como residuo peligroso. Según las regulaciones de la EPA existen tres criterios por los cuales un residuo (sea sólido, líquido, lodo o gas almacenado) puede ser considerado peligroso:

1. Cuando se trate de un residuo contenido en la lista de RCRA. La EPA ha elaborado una lista de residuos cuyo carácter peligroso se asume por origen. La lista distingue tres categorías de residuos:

- Residuos de fuentes no específicas, a los que asigna un código F.
- Residuos de fuentes específicas, a los que asigna un código K.
- Residuos químicos comerciales, a los que asigna códigos U y P.

Los residuos pertenecientes a cada grupo se identifican además por un número de orden y se identifica para cada uno el origen de su peligrosidad mediante los códigos C (Corrosividad), T (Toxicidad), R (Reactividad) e I (Inflamabilidad). Un residuo que se encuentra en esta lista directamente está identificado como peligroso.

2. Cuando un residuo que no se encuentra en la lista presenta una de las cuatro características de peligrosidad indicadas por la EPA: inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad.

3. Cuando un residuo es considerado peligroso por el mismo generador, a partir de sus conocimientos del mismo.

La EPA seleccionó las cuatro características mencionadas teniendo en cuenta los orígenes más habituales de peligrosidad, los datos que aportaban, su reproducibilidad y su evaluación relativamente sencilla. (Lagrega, Buckingham, & Evans, 1996)

La legislación estadounidense ha sido de gran influencia para crear la legislación mexicana vigente.

#### **4.1.4 Cooperación internacional**

La creciente importancia de los temas ambientales en el contexto internacional se refleja en los organismos y acuerdos internacionales en los que participa México.

El desempeño de México en el ámbito internacional requiere atender distintos niveles e instancias de acción relacionadas con el cumplimiento de convenios internacionales, así como aquellos compromisos derivados de su participación en organismos internacionales. En lo relativo al manejo y disposición de los residuos peligrosos:

- El convenio de Basilea sobre Movimiento Transfronterizo de Residuos Peligrosos (Basilea, Suiza. Marzo 1989).
- La normatividad ambiental y la autorregulación, según los acuerdos ISO-9000, publicada por primera vez en 1987 y que fue actualizada en noviembre de 2008, e ISO-14000, publicada en Octubre de 1996.

- La conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo y en particular a aquellos contenidos en la Agenda 21 (Río de Janeiro, Brasil. Junio 1992).

También, sobresale la participación en las Comisiones de Comercio, Medio Ambiente y de Políticas Económicas de la OCDE, y el cumplimiento de compromisos regionales, principalmente en cuanto a:

- La prevención y control de la contaminación ambiental en la frontera norte, mediante la *Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)* con sede en San Antonio, Texas y que entró en vigor en febrero de 1994. El Convenio constitutivo entre los gobiernos de Estados Unidos y México fue reformado en agosto de 2004 y sigue en vigor.

El Programa Ambiental Frontera XXI creado en 1996 y que ahora se conoce con el nombre de Programa ambiental México–Estados Unidos frontera 2020 (2013-2020).

- El seguimiento y control del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos conforme a lo establecido en el Convenio de la Paz, firmado con los Estados Unidos en la ciudad de La Paz, Baja California.

Con la firma de este Convenio de colaboración bilateral, mejor conocido como el Convenio de la Paz, la atención a los problemas ambientales en la región fronteriza se convierte en prioridad para México y los Estados Unidos de América. A sus veinticinco años de vigencia, el Convenio de la Paz ha dado lugar a la creación de diferentes programas ambientales, tales como, el Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF), el Programa Frontera XXI y recientemente, el Programa Frontera 2012.

- El programa de Cooperación Ambiental México-Canadá (1994), aún vigente.

Es importante, de la misma forma, fortalecer la participación de México en las principales instancias internacionales, a través de:

- La comisión de desarrollo sostenible y de biodiversidad de las Naciones Unidas, creada en diciembre de 1992. La comisión se reúne anualmente y presenta sus informes al Consejo Económico y Social.
- Los programas del PNUMA y de HABITAT de la Organización de las Naciones Unidas. En marzo de 2014 se llevó a cabo, con la ayuda de la SEMARNAT, la XIX Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe en Los Cabos, México. El evento fue considerado el encuentro más importante en materia de medio ambiente en la región.
- El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). En noviembre de 2013 en conjunto con la SEMARNAT se presentaron avances del proyecto “Manejo y Destrucción Ambientalmente Adecuados de BPCs en México”, el cual tiene como objetivo minimizar el riesgo por exposición, además de cumplir con los requerimientos de la Convención de Estocolmo para el manejo y destrucción adecuados de BPCs. A cuatro años de que arrancó el proyecto se ha logrado la destrucción de más de 849 toneladas de BPCs. (SEMARNAT, 1997)

- La Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

La ONUDI opera en las siguientes áreas:

- Producción sostenible y más limpia (P+L).
- Tratamiento del agua.
- Contaminantes orgánicos persistentes (POP) y sustancias tóxicas persistentes (SOP).

#### 4.1.5 Definición en México

El marco regulador mexicano se manifiesta con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), última reforma publicada en el DOF 16 de enero de 2014, en la cual una de las actividades consideradas como altamente riesgosas es el manejo de sustancias y residuos peligrosos. La definición de residuo peligroso en México está descrita en esta ley en su Artículo 3° fracción XXXII y en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) siendo la siguiente:

“Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente”.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el DOF el 8 de octubre de 2003 (última reforma publicada en el DOF 19 de marzo de 2014, en su artículo 5° fracción XXXII establece que los residuos peligrosos son:

“Aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio”. (LGEEPA, 2014)

También se deben tomar en cuenta que las normas y reglamentos en materia de residuos peligrosos hacen referencia a cómo se deben identificar, clasificar, etiquetar, almacenar y transportar los residuos que se generan en las diferentes instancias ya sea educativo, gubernamental o industrial.

## 4.2 Marco jurídico relativo a residuos peligrosos

En la figura 1 se muestra un esquema sobre el sistema jurídico mexicano en materia de residuos peligrosos, el cual se explica en esta parte del capítulo.

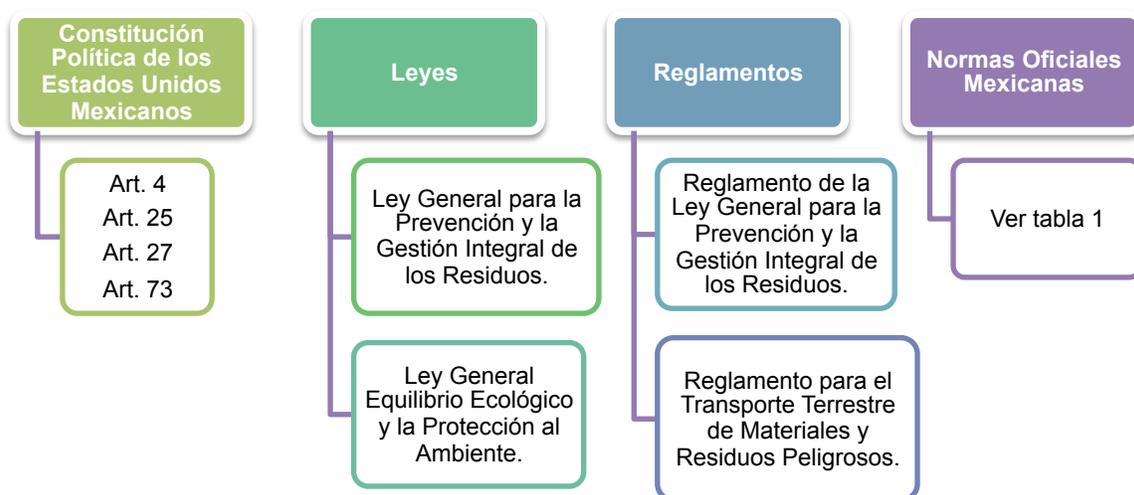


Figura 1. Sistema jurídico mexicano en materia de residuos peligrosos.

Se puede decir que el problema de la generación de desechos peligrosos comenzó en México con la amplia industrialización del país, alrededor de los años 50. Sin embargo, no fue sino hasta 1988 cuando estos residuos fueron considerados por primera vez en la legislación mexicana. (Rivero Serrano y otros, 1996)

Por lo tanto nos enfrentamos a un vacío legal que existió por casi 40 años, lo que significa que durante este largo tiempo tirar los desechos peligrosos al basurero municipal, al río o al drenaje más cercano, etcétera, no violaba la ley.

La base del sistema jurídico mexicano se encuentra en la “Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”. De los diversos artículos, fracciones e incisos que la conforman emanan las leyes y los reglamentos. Los artículos de dicha Constitución que abordan aspectos ambientales son los artículos 4, 25, 27 y 73.

Los reglamentos aplicables en materia de residuos peligrosos son: Reglamento de la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006, y el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (última actualización en el DOF 28 de noviembre de 2003).

La normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos se enlista en la tabla 1:

Tabla 1. Normatividad Oficial Mexicana vigente en materia de residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana	Última reforma publicada en el DOF	Descripción
NOM-052-SEMARNAT-2005	23 de junio de 2006	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-053-SEMARNAT-1993	23 de abril de 2003	Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
NOM-054-SEMARNAT-1993	23 de abril de 2003	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.
NOM-055-SEMARNAT-2003	23 de abril de 2003	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radioactivos.
NOM-056-SEMARNAT-1993	23 de abril de 2003	Requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-057-SEMARNAT-1993	23 de abril de 2007	Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-058-SEMARNAT-1993	23 de abril de 2003	Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

Tabla 1. (Continuación)

Norma Oficial Mexicana	Última reforma publicada en el DOF	Descripción
NOM-083-SEMARNAT-2003	20 de octubre de 2004	Especificaciones de protección ambiental para selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	23 de abril de 2003	Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-clasificación especificaciones de manejo.
NOM-098-SEMARNAT-2000	1 de octubre de 2004	Protección ambiental – incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.
NOM-133-SEMARNAT-2000	23 de abril de 2003	Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCS), especificaciones de manejo.
NOM-002-SCT/2002	27 de enero de 2012	Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
NOM-003-SCT/2006	15 de agosto de 2008	Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-004-SCT/2000	18 de agosto de 2008	Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-005-SCT/2000	14 de agosto de 2008	Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-007-SCT2/2003	6 de septiembre de 2010	Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.
NOM-010-SCT2/2003	1 de septiembre de 2009	Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

Tabla 1. (Continuación)

Norma Oficial Mexicana	Última reforma publicada en el DOF	Descripción
NOM-011-SCT2/2003	9 de diciembre de 2003	Condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas.
NOM-033-SCT4/1996	21 de octubre de 2013	Lineamientos para el ingreso de mercancías peligrosas a instalaciones portuarias.
NOM-023-SCT4/1995	15 de diciembre de 1998	Condiciones para el manejo y almacenamiento de mercancías peligrosas en puertos, terminales y unidades mar adentro.
NOM-024-SCT2/2002	23 de noviembre de 2010	Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-027-SCT/1994	17 de febrero de 2009	Disposiciones generales para el envase embalaje y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2 peróxidos orgánicos.

La normatividad y el marco jurídico general constituyen instrumentos de regulación estratégicos para adecuar conductas productivas, minimizar o evitar riesgos ambientales, inducir el manejo adecuado de los residuos y ofrecer certidumbre a la inversión en la infraestructura y para el tratamiento y minimización de los residuos.

### 4.3 Programa Universitario relativo a residuos peligrosos

En la Universidad Nacional Autónoma de México se desarrollan diversas áreas del conocimiento, donde se realizan actividades de docencia e investigación que, en algunos casos, implica el uso y manejo de sustancias químicas, materiales radiactivos y la manipulación de diversos organismos, con los que se pueden generar residuos peligrosos químicos, que demandan un estricto control en su manejo para minimizar los riesgos hacia la comunidad universitaria. (Gavilán García, 2012).

Dado el marco jurídico mencionado anteriormente, la UNAM está obligada a ser cuidadosa con el manejo de los residuos y rigurosa con las empresas que le ofrecen servicios para la disposición de estos.

Nuestra casa de estudios, ha demostrado ser pionera en la implementación de programas institucionales en beneficio de la sociedad mexicana, por tal motivo la responsabilidad de efectuar una gestión adecuada de los residuos peligrosos en el campus es un compromiso moral, ético y legal, y por ello es importante tener actualizados nuestros inventarios y darles un manejo seguro en todas las entidades y dependencias generadoras de este tipo de residuos. (Gavilán García, 2012)

Con el objetivo de dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente se creó en la UNAM un Programa para el Manejo Adecuado de Residuos Peligrosos, el cual desarrolló el *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final*, donde se establecen las estrategias y procedimientos propios para prevenir, aprovechar y manejar de manera ambientalmente segura todos los tipos de residuos peligrosos generados de las actividades de docencia e investigación en la UNAM.

Como material de apoyo a dicho procedimiento se desarrollaron las *Guías técnicas de acción para residuos peligrosos (químicos, biológicos y radiactivos)*, donde se consideran los principales aspectos técnicos sobre la identificación, separación de residuos peligrosos químicos, su manejo adecuado, equipo de protección, bases para el almacenamiento seguro, requerimientos legales; y una evaluación que permita al generador conocer su desempeño y es una herramienta de apoyo dirigida a los responsables de su manejo en cada entidad.

#### **4.4 CRETIB**

La identificación del residuo peligroso, subproducto de la actividad humana en el hogar, en la industria, en los servicios municipales, en los centros académicos y de investigación, presenta características diferentes, acordes con la actividad específica de la cual provienen.

CRETIB Es el acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico ambiental, Inflamable y Biológico infeccioso. La Norma Oficial Mexicana que contiene la información acerca de estas características es la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

CORROSIVO	
<p>*Líquido acuoso y presenta un PH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5.</p> <p>*Sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un PH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5.</p> <p>*Líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año a una temperatura de 328 K (55°C).</p>	

REACTIVO	
<p>*Líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición.</p> <p>*Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora.</p> <p>*Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor.</p> <p>*Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo</p>	

EXPLOSIVO	
<p>Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.</p>	

TÓXICO AMBIENTAL	
<p>El extracto PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos listados en la Tabla 2 de la Norma NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los límites ahí señalados</p>	

INFLAMABLE	
<p>*Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5°C, medido en copa cerrada</p> <p>*No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C</p> <p>*Es un gas que, a 20°C y una presión de 101,3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad.</p> <p>*Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material</p>	

En el caso de los residuos del tipo Biológico-infecciosos, éstos deben ser tratados de una manera distinta conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-2005 Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infeccioso-clasificación especificaciones de manejo.

El símbolo que se maneja para indicar dicha característica es:



Dentro de la NOM-052-SEMARNAT-2005 también se está una tabla que contiene códigos de peligrosidad con base a las características de los residuos peligrosos, tabla 2.

Tabla 1. Código de Peligrosidad de los Residuos (NOM-052-SEMARNAT-2005, 2006)

<b>Características</b>	<b>Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)</b>
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad	T
Ambiental	Te
Aguda	Th
Crónica	Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-Infecioso	B

#### 4.5 Manejo seguro de los residuos peligrosos

Los generadores (sean del sector público, privado o social) deberán adoptar medidas para evitar la generación de residuos, aprovechar aquellos susceptibles de reutilización, reciclado o de transformación en energía, y para tratar o confinar aquellos que no se puedan valorizar.

También las disposiciones regulatorias (leyes, reglamentos y normas), establecen pautas de conducta a evitar y medidas a seguir para lograr dicho manejo seguro a fin de prevenir riesgos.

Complementan las medidas regulatorias, los manuales, las guías, lineamientos, procedimientos y métodos de buenas prácticas de manejo de los residuos peligrosos, así como la divulgación de información, la educación y la capacitación de quienes los manejan.

El manejo de residuos peligrosos se debe llevar a cabo bajo condiciones de precaución que promuevan el cuidado de la salud de los trabajadores o el personal directamente relacionado con el uso de estos productos, cuales quiera que sea su clasificación. En la NOM-005-STPS-1998, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, se establece una serie de indicaciones para la protección personal dentro de su lugar de trabajo.

Para un correcto manejo de los residuos peligrosos dentro de los laboratorios es muy importante conocer la información de los reactivos y equipos que se manejarán, minimizando así la posibilidad de tener un accidente, por lo que esta norma recomienda lo siguiente (Juárez González, 2013):

- Obtener la mayor información relacionada con los reactivos que se manejarán mediante la consulta de las respectivas hojas de seguridad.
- No oler directamente los reactivos, sino que sus vapores deben abanicarse con la mano hacia la nariz.
- No probar los reactivos.
- No tocar los reactivos directamente. Se recomienda el uso de guantes de seguridad.
- No usar grandes cantidades de reactivos, sólo lo necesario.

- Los recipientes con sustancias químicas peligrosas deben permanecer cerrados mientras no estén en uso.
- No tirar o arrojar residuos al desagüe.
- Para reacciones con desprendimiento de gases o ácidos que se evaporen rápidamente, se debe trabajar en la campana de extracción.
- No ingerir alimentos ni bebidas dentro de la zona de reactivos.

## **4.6 Procedimiento para manejo de residuos peligrosos en el laboratorio**

### **4.6.1 Inventarios**

En un laboratorio el primer paso es ordenar las sustancias químicas de uso frecuente, mediante la elaboración de un inventario de sustancias químicas.

Un inventario es un listado de las sustancias químicas de un laboratorio. Un inventario no debe limitarse a productos adquiridos en forma comercial, sino que puede incluir sustancias sintetizadas en el laboratorio. (Santos & Cruz-Gavilán, 2002)

La compilación de una lista detallada de todas las fuentes de residuos peligrosos, las características de los residuos y las cantidades que se generan de cada uno es el primer paso en un plan de manejo de residuos. Esto asegura que se tomen en cuenta todos los residuos y se documenten debidamente.

Un buen inventario debe considerar las siguientes características:

- Identificación: El inventario debe ser claramente identificado con el nombre de la escuela, dirección y teléfono del departamento al que pertenece.
- Fecha: En que se inventariaron las sustancias.
- Identificación de la sustancia: Nombre (comercial, IUPAC, nombre común), Fórmula Química (condensada, desarrollada, fabricante), Número CAS.
- Cantidad: Indicando tipo y número de frascos así como la cantidad que contiene cada uno y la cantidad total (en volumen y peso) existente de cada sustancia.
- Ubicación: Lugar asignado y que debe ocupar en el almacén cada una de las sustancias inventariadas.

En un laboratorio se debe mantener actualizado el inventario, por lo que es recomendable la revisión de éste por lo menos una vez al año. (Santos & Cruz-Gavilán, 2002)

#### 4.6.2 Envasado

Una vez que se ha identificado los residuos, se procede a la elección de los contenedores más apropiados en donde se han de envasar. Los envases destinados para el uso de residuos peligrosos CRET, deben reunir ciertas características de seguridad que garanticen el cierre hermético para evitar fugas, derrames y exposición del personal encargado de la realización de residuos y directamente de los generadores de los mismos.

Algunos ejemplos de contenedores para residuos peligrosos químicos son:

- Contenedor de polietileno (HDPE) de 5 galones
- Tambor de boca abierta de polietileno de 30 galones
- Tambor de fibra de vidrio de 55 galones
- Tambor de boca abierta o cerrada de metal de 55 galones
- Tambor de boca cerrada de metal de 55 galones
- Contenedor de polipropileno (PP) de 5 galones
- Contenedor de vidrio recubierto con PVC de un galón
- Botella de polipropileno (PP) de 30 mL
- Botella de polipropileno (PP) de 60 mL
- Botella de polipropileno (PP) de 125 mL
- Botella de polipropileno (PP) de 250 mL
- Botella de polipropileno (PP) de 500 mL
- Botella de polipropileno (PP) de 1000 mL
- Botella de vidrio de 60 mL, solo para su uso con residuos incompatibles con otros materiales
- Botella de vidrio de 125 mL, solo para su uso con residuos incompatibles con otros materiales
- Botella de vidrio de 250 mL, solo para su uso con residuos incompatibles con otros materiales (Gavilán García, 2012)

Recomendaciones al momento de envasar los residuos peligrosos:

Si el residuo es líquido podrá envasarse en contenedores para líquidos del tipo cerrados preferentemente que cuenten con tapones de seguridad. No deberán llenarse a más del 90% de su capacidad.

Si el residuo es sólido podrá envasarse en contenedores para sólidos del tipo abiertos que cuenten con aro y tapa de seguridad, es posible usar bolsas de polietileno selladas y que estén cerradas adecuadamente. No deberán llenarse a más del 90% de su capacidad o paquetes de no más de 2 kilogramos en caso de usar bolsas.

Si el residuo es corrosivo deberá colocarse en contenedores de plástico de tipo abierto o cerrado según corresponda, si son lodos o sólidos y sólo se cuenta con contenedores metálicos podrá colocarse dentro del contenedor un liner, forro o bolsa plástica de grueso calibre para evitar que el residuo entre en contacto con el metal del contenedor; no podrá aplicarse para el caso de líquidos. No deberán llenarse a más del 90% de su capacidad.

#### **4.6.3 Etiquetado de residuos peligrosos**

Todos los residuos peligrosos químicos deben estar identificados mediante una etiqueta para conocer en todo momento el tipo de residuo que se tiene y para facilitar su manejo, almacenamiento, tratamiento y disposición final; evitando riesgos por compatibilidad con otros residuos. Durante el manejo de residuos, estos pasan por varias personas y la información de la etiqueta es fundamental para que en cada etapa el responsable pueda contar con la información mínima necesaria sobre el residuo. Es indispensable realizar una correcta identificación en el llenado y colocar todas las etiquetas, evitando falla alguna. (Gavilán García, 2012)

En el trabajo que se realizó se utilizaron dos etiquetas diferentes, mostradas en las figuras 2 y 3. La primera fue la etiqueta oficial para uso interno de Centro de Ciencias de la Atmósfera incluida en el *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final* de dicha entidad y en el caso de la segunda etiqueta, ésta se utilizó para el transporte y disposición final de los residuos por parte de la empresa recolectora.

	<b>Centro de Ciencias de la Atmósfera</b> Universidad Nacional Autónoma de México	
<b>RESIDUOS QUÍMICOS</b>		
Edificio y No. Lab: _____	Teléfono: _____	
Generador: _____	Fecha: _____	
DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO (Componentes, concentración y/o %)		
_____		
Estado físico: _____	<b>CARACTERÍSTICAS:</b>	
Color: _____	• Corrosivo	<input type="checkbox"/>
Consistencia: _____	• Reactivo	<input type="checkbox"/>
	• Explosivo	<input type="checkbox"/>
	• Tóxico	<input type="checkbox"/>
	• Inflamable	<input type="checkbox"/>

Figura 2. Etiqueta oficial para uso interno del Centro de Ciencias de la Atmósfera

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
 LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUTORIZADOS

NOMBRE DEL GENERADOR: \_\_\_\_\_ FECHA DE ENVIO: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
 CIUDAD: \_\_\_\_\_ TELEFONO: \_\_\_\_\_  
 NOMBRE RESIDUO: \_\_\_\_\_ CODIGO INE: \_\_\_\_\_

**DESTINATARIO**

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
 CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA ( ) \_\_\_\_\_

<b>DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA, USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD</b>		<input type="checkbox"/> <b>C</b> ORROSIVO <input type="checkbox"/> <b>R</b> EACTIVO <input type="checkbox"/> <b>E</b> XPLOSIVO <input type="checkbox"/> <b>T</b> OXICO <input type="checkbox"/> <b>I</b> NFLAMABLE <input type="checkbox"/> <b>B</b> IOLÓGICO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE <input type="checkbox"/> NO PELIGROSO <input type="checkbox"/> VACIO <input type="checkbox"/> CONTENIA <input type="checkbox"/> OTRO _____ <input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE _____
<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK <input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR <input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA <input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS <input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	HOJA DE SEGURIDAD No. _____	

NFPA 704 S= \_\_\_\_\_ I= \_\_\_\_\_ R= \_\_\_\_\_

Figura 3. Formato de etiqueta utilizado para transporte de residuos peligrosos.

#### 4.6.4 Almacenamiento temporal de residuos peligrosos

Debido a la peligrosidad en el manejo de los residuos peligrosos, se han adoptado una serie de precauciones básicas para el almacenamiento y manejo de los mismos para prevenir situaciones de riesgo. Para el almacenamiento se debe considerar principalmente la compatibilidad entre las sustancias químicas, es decir, que dos sustancias puedan estar cercanas sin que ocurra algún tipo de reacción química debido a un accidente, y de esta manera se pueda llevar a cabo la selección y separación.

Es posible que sucedan accidentes cuando se mezclan dos residuos peligrosos y entre ellos se presenta una reacción química vigorosa que puede generar gases tóxicos, calor, derrame o sobre-presión de contenedores, fuego y hasta explosiones. (Santos & Cruz-Gavilán, 2002)

Si se conoce qué sustancias son compatibles con otras y cuáles no, se puede evitar cualquiera de las consecuencias mencionadas anteriormente en caso de que se lleguen a mezclar sustancias por accidente. La compatibilidad entre sustancias se puede conocer consultando las tablas contenidas en la NOM-054-SEMARNAT-1993. También existe una tabla de compatibilidad química en la *Guía técnica de acción para residuos peligrosos químicos* de la UNAM (ver tabla 2).

En el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas se debe contar con zonas específicas y exclusivas para resguardar el conjunto de recipientes contenedores de dichas sustancias con sus debidas especificaciones. Las características de los recipientes como, tamaño, diseño, material y forma dependen de las sustancias y la cantidad a almacenar. En las áreas del centro de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen estas sustancias, las paredes, pisos, techos, instalaciones y cimentaciones deben ser de materiales resistentes al fuego. (Juárez González, 2013)

La base legal que señala las condiciones que debe reunir un sitio de almacenamiento de residuos peligrosos se encuentra en el los artículos 82 y 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Tabla 2. Compatibilidad química contenida en la *Guía técnica de acción para residuos peligrosos químicos* de la UNAM, (Gavilán García, 2012).

GRUPOS REACTIVOS	GRUPOS DE SUSTANCIAS																					
	1. Ácidos minerales no oxidantes	2. Ácido sulfúrico	3. Ácido nítrico	4. Ácidos orgánicos	5. Bases	6. Amoníaco	7. Aminas alifáticas	8. Alcanol-aminas	9. Aminas aromáticas	10. Amidas	11. Anhídridos orgánicos	12. Iso-clanatos	13. Acetato de vinilo	14. Acrilatos	15. Haluros sustituidos	16. Óxidos alquénicos	17. Epiclorohidrina	18. Cetonas	19. Aldehidos	20. Alcoholes, Glicoles	21. Fenoles, Cresoles	22. Disolución caprolactámica
1. Ácidos minerales no oxidantes		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		A	E		
2. Ácido sulfúrico	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Ácido nítrico		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4. Ácidos orgánicos		X			X	X	X	X	C			X				X	X			F		
5. Bases	X	X	X	X												X	X			X	X	X
6. Amoníaco	X	X	X	X						X	X	X	X			X	X		X	X	X	
7. Aminas alifáticas	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8. Alcanol-aminas	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X	B	X			
9. Aminas aromáticas	X	X	X	C							X	X							X			
10. Amidas	X	X	X			X						X									X	
11. Anhídridos orgánicos	X	X	X		X	X	X	X	X													
12. Iso-clanatos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					D					X		X
13. Acetato de vinilo	X	X	X			X	X	X														
14. Acrilatos		X	X				X	X														
15. Haluros sustituidos		X	X				X	X				D										
16. Óxidos alquénicos	X	X	X	X	X	X	X	X														
17. Epiclorohidrina	X	X	X	X	X	X	X	X														
18. Cetonas		X	X				X	B														
19. Aldehidos	X	X	X		X	X	X	X	X													
20. Alcoholes, Glicoles	E	X	X	F	X		X	X				X										
21. Fenoles, Cresoles		X	X		X		X			X												
22. Disolución caprolactámica		X			X		X					X										
30. Oleofinas		X	X																			
31. Parafinas																						
32. Hidrocarburos aromáticos			X																			
33. Mezclas de hidrocarburos			X																			
34. Esteres		X	X																			
35. Haluros de vinilo			X																			X
36. Hidrocarburos halogenados		C			H		I															
37. Nitrilos		X																				
38. Disulfuro de carbono							X	X														
39. Sulfolano																						
40. Eteres de glicol		X										X										
41. Eteres		X	X																			
42. Nitrocompuestos					X	X	X	X	X													
43. Disoluciones acuosas		X										X										

## CAPITULO 5

### METODOLOGÍA DE TRABAJO

A partir de esta sección se llevará a cabo una descripción de todo el trabajo que se realizó con los residuos peligrosos que se encontraban en los laboratorios del grupo FQA del Centro de Ciencias de la Atmósfera.

En primer lugar, se realizó un inventario de todos los residuos que se encontraban en cada laboratorio, posteriormente se identificaron los residuos, de acuerdo a sus características CRETIB, se envasaron, etiquetaron y finalmente se almacenaron in situ hasta que fueron recogidos por una empresa acreditada para su disposición final.

En la figura 5 se incluye un diagrama de flujo el cual explica cómo se realiza la identificación de los residuos peligrosos que se generan en los laboratorios de esta entidad académica; gracias a este diagrama se determinó que ruta seguir para el manejo los residuos generados en los laboratorios del grupo FQA.

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO**

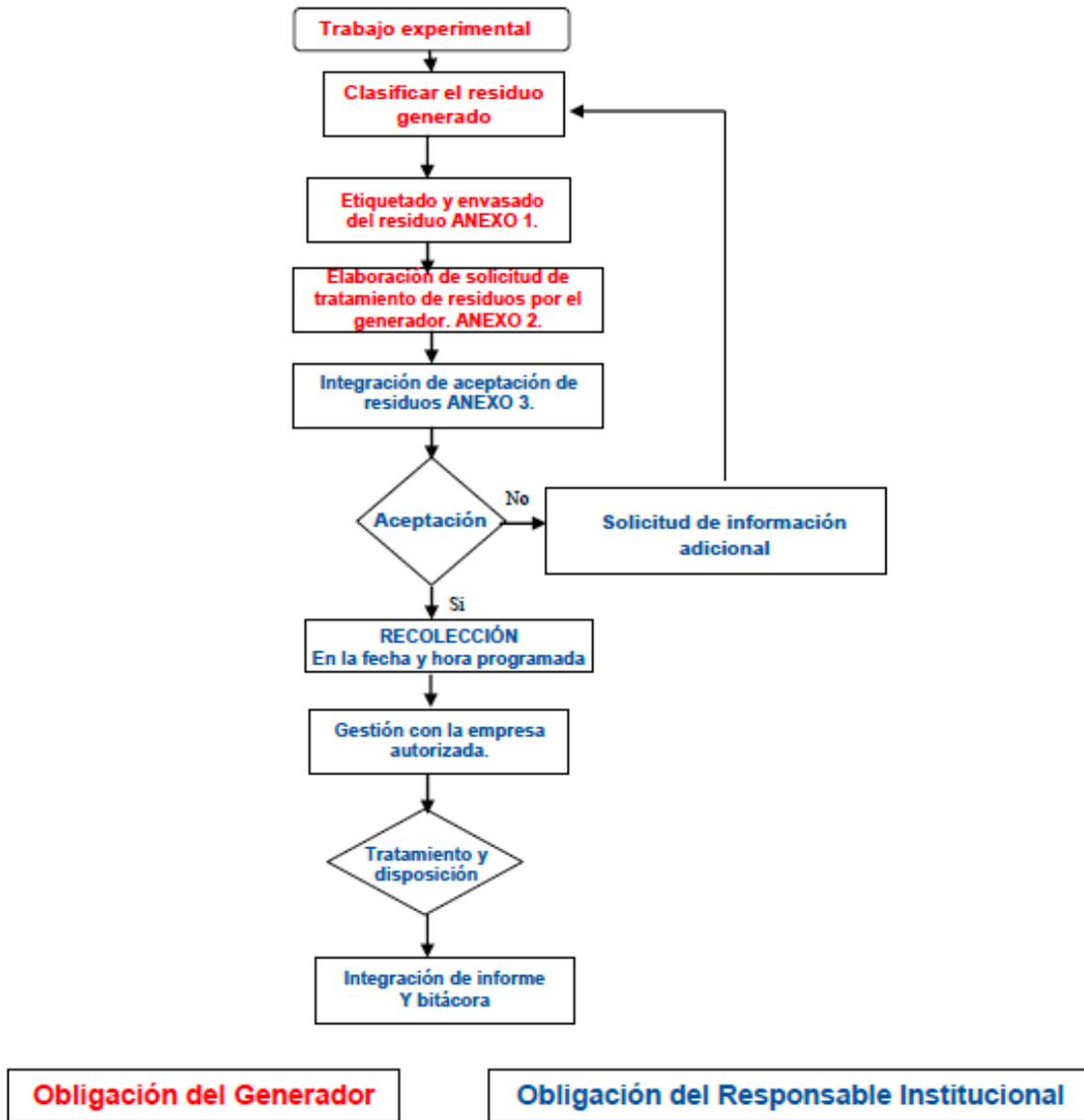


Figura 5. Diagrama para la identificación de residuos peligrosos contenido en la GUÍA TÉCNICA DE ACCIÓN PARA RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS de la UNAM.

## 5.1 Diagnostico en los laboratorios de caso estudio

### 5.1.1 Laboratorio de Físicoquímica Atmosférica

El grupo FQA del Centro de Ciencias de la Atmósfera comprende los laboratorios de Físicoquímica Atmosférica I y II (FQA I y FQA II), Laboratorio de Cromatografía de Líquidos (HPLC), Laboratorio de cromatografía de gases, Laboratorio de Reacción fotoquímica y una bodega.



Figura 6. Laboratorio de Físicoquímica Atmosférica II (FQA II)

En los laboratorios FQA I y FQA II, así como en el laboratorio de HPLC se generan residuos que representan un riesgo ambiental y para las personas adscritas a dichos laboratorios.

En el laboratorio FQA II se encontraron residuos etiquetados y no etiquetados, por lo que era sumamente importante disponer de los residuos para poder generar un ambiente seguro de trabajo dentro del grupo de FQA.

En la tabla 3, se describen sólo algunos de los proyectos que se trabajan en el grupo de Físicoquímica Atmosférica, en especial los que generan residuos peligrosos.

Tabla 3. Proyectos realizados en el grupo FQA que generan residuos peligrosos.

Generador	Laboratorio	Nombre
Proyecto I	FQA I	Determinación de NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , y SO <sub>2</sub> por monitoreo pasivo en 3 sitios de la ladera sur de la sierra de Chichinautzin.
Proyecto II	FQA II	Validación de monitores pasivos por un flujo controlado de amoniaco gaseoso
Proyecto III	FQA II	Comparación de dos métodos (activo y pasivo) para determinar amoniaco en la atmósfera.
Proyecto IV	HPLC	Cromatografía por fluorescencia

Algunos de los residuos líquidos que se encontraron estaban ubicados debajo de la mesa de trabajo en frascos de vidrio con capacidad de 4L, también se tenían residuos colocados sobre repisas en frascos de vidrio más pequeños. Debido a que no todos los frascos estaban identificados no se pudo saber lo que contenían. En las figuras 7 y 8 se muestra las condiciones en las que se encontraron los residuos al momento de iniciar con el diagnóstico en el laboratorio.



Figura 7. Contenedor sobrellenado y no identificado correctamente



Figura 8. Residuos no identificados encontrados en las repisas.

Una vez realizado el levantamiento de la situación en el laboratorio se procedió a realizar el inventario de los residuos que se encontraron y posteriormente, tratar de clasificarlos. El inventario de residuos peligrosos encontrados se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Inventario de residuos peligrosos encontrados en el laboratorio FQA II.

Inventario de residuos peligrosos en el laboratorio Físicoquímica Atmosférica II 05/Ago/2013			
Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM, Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria tel. 56224095			
Residuo	Estado en que se encontró	Cantidad	CRETI
CrO <sub>3</sub> en solución	Líquido	3 L	T
Ácido sulfúrico	Líquido	1 L	T
Fase móvil (Ácido ftálico)	Líquido	2 L	T
Fenol en solución acuosa	Líquido	2.5 L	T
Sulfanilamida en solución	Líquido	2.5 L	T
Oxisulfato de Ti (iv) en solución	Líquido	15 L	C,T
Permanganato de potasio	Líquido	600 ml	C,T
Residuos O <sub>3</sub> en solución	Líquido	250 ml	C,T
Solución de Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Líquido	250 ml	C,T
Solución de Nitrato de sodio	Líquido	250 ml	
Solución de resorcinol	Líquido	250 ml	T

Una vez determinado cuales eran los residuos peligrosos que se tenían dentro del laboratorio; una vez realizado el inventario y clasificado los residuos (CRETI), el siguiente paso fue el envasado.

Los residuos fueron colocados en contenedores de polietileno de alta densidad, cuidando no llenarlos a más del 90% de su capacidad. A todos los envases se les colocó una etiqueta para identificarlos (ver figura 2 de este trabajo), dicha etiqueta se llenó con los datos correspondientes y finalmente todos los residuos fueron llevados al almacén temporal para residuos peligrosos, revisando las compatibilidades entre los residuos para saber si no existía peligro alguno en caso de algún derrame accidental.



Figura 9. Residuos peligrosos envasados y etiquetados



Figura 10. Residuos envasados y etiquetados



Figura 11. Almacén temporal para residuos peligrosos

### 5.1.2 Laboratorio de HPLC

El laboratorio de Cromatografía de Líquidos (HPLC) se encuentra localizado en la planta alta del Centro de Ciencias de la Atmósfera, laboratorio 11. Dentro de esta instalación se tiene un refrigerador, el cual, a través de los años se ha utilizado para almacenar una variada gama de sustancias químicas (reactivos, estándares, soluciones preparadas, etc.). Las sustancias consideradas con residuos químicos fueron básicamente las soluciones preparadas que se dejaban de usar.



Figura 12. Laboratorio de HPLC



Figura 13. Refrigerador del laboratorio de HPLC

En la tabla 5 se muestra el inventario realizado el laboratorio de HPLC:

Tabla 5. Inventario de soluciones encontradas en el laboratorio de HPLC.

Sustancia	Estado en que se encontró	Cantidad
Solución Fenol	Líquido	110 ml
Solución Hipoclorito de sodio	Líquido	75 ml
Solución impregnante NH <sub>3</sub>	Líquido	150 ml
Solución Luminol	Líquido	3.5 L
Solución madre NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Líquido	100 ml
Solución NH <sub>4</sub> Cl	Líquido	60 ml
Solución Nitroprusiato de sodio	Líquido	90 ml
Solución Sulfato manganoso	Líquido	50 ml

Las soluciones enlistadas en la tabla 5 son las utilizadas en los diferentes proyectos que se realizaban, estas no pueden ser tratadas como residuos hasta que el proyecto este concluido. En ese momento pasaran a ser manejadas como residuos y se les harán algunas pruebas para determinar si son residuos peligrosos y de ser así, se envasarán, etiquetarán y serán enviadas al almacén temporal para residuos peligrosos. En la figura 14 se muestran algunas sustancias encontradas en el refrigerador del laboratorio, la mayoría en buen estado; en la figura 15 se muestran las soluciones enlistadas en la tabla 5.



Figura 14. Algunas sustancias encontradas en el refrigerador del laboratorio de HPLC.



Imagen 16. Soluciones preparadas guardadas en el refrigerador y sin etiquetar.

### 5.1.3 Bodega

La bodega del grupo FQA se encuentra ubicada en el segundo piso del Centro de Ciencias de la Atmósfera frente al laboratorio FQA II. En este lugar, además de tener guardado equipo y diversos materiales que se utilizan, se tienen guardadas diferentes sustancias (reactivos, residuos y aceites) que han estado ahí durante mucho tiempo, representando un peligro al no tenerse las condiciones adecuadas para su correcto almacenamiento.

El objetivo de revisar este lugar fue hacer, como en los casos anteriores, un inventario de las sustancias, clasificarlas de acuerdo a sus características (CRETI), envasarlas, etiquetarlas y enviarlas al almacén temporal para residuos peligrosos del Centro de Ciencias de la Atmósfera; de esa manera se hizo que la bodega se volviera un lugar más seguro para el personal del Centro de Ciencias de la Atmósfera. En las figuras 16 y 17 se muestra las condiciones en las cuales se tenían almacenados los residuos, en la figura 18 se muestra algunos de los residuos que se tenían almacenados en la bodega.



Figura 16. Bodega del grupo FQA



Figura 17. Residuos encontrados en la bodega del grupo FQA.



Figura 18. Aceite vegetal usado en pruebas de combustibles alternos encontrado en la bodega.

En la tabla 6 se muestra el inventario de los residuos encontrados en la bodega del grupo FQA:

Tabla 4. Inventario de residuos peligrosos encontrados en la bodega del grupo FQA.

Sustancia	Estado en que se encontró	Cantidad	CRETI
Aceite vegetal	Líquido	16 L	
Acetonitrilo	Líquido	100 ml	
Gasolina	Líquido	4 L	T
Residuos Cd	Líquido	1.5 L	
Residuos Fe	Líquido	750 ml	C, T
Residuos KI	Líquido	500 ml	C, T
Solución DMSP	Líquido	500 ml	



Figura 19. Residuos envasados y etiquetados

Además de los residuos reportados en los diferentes inventarios (tablas 4, 5 y 6), se encontraron residuos que no estaban identificados, es decir, que no tenían ninguna etiqueta en el envase. Esto demuestra que algunas de las personas que en algún momento trabajaron en los laboratorios del grupo FQA no tienen buenas prácticas en cuanto al manejo de residuos peligrosos se refiere.

A estos residuos “desconocidos” se les manejó de la manera más cuidadosa posible porque no se sabía qué clase de residuos se estaban manipulando. Este trabajo se realizó con la finalidad de mitigar esas malas prácticas en cuanto a los residuos peligrosos se refiere.

## CAPITULO 6

### CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

En esta sección se presenta una etiqueta que resume el procedimiento indicado en el apartado 7.1 de este trabajo para todos los residuos peligrosos encontrados en el grupo FQA.

#### 6.1 Laboratorio FQA I

El proyecto que se lleva a cabo en este laboratorio del grupo Fisicoquímica Atmosférica no genera residuos que puedan ser considerados y clasificados como peligrosos, es por esto que no se reportan resultados de este laboratorio.

#### 6.2 Laboratorio FQA II

La etiqueta que a continuación se presenta es utilizada por la empresa recolectora para transportar los residuos peligrosos, como ya se había mencionado anteriormente existe una etiqueta para uso interno y otra para transporte. En la figura 20 se muestran las diferentes partes que conforman la etiqueta para transporte de residuos peligrosos.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
 LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
 FECHA DE ENVIO \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
 DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
 CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: CrO3 CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
 DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
 CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( ) \_\_\_\_\_

**DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD**

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C ORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input checked="" type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE _____

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

SEPA 704 5- \_\_\_\_\_

Equipo de seguridad recomendado      Categoría de peligro

Figura 20. Etiqueta generada para los residuos de Ácido ftálico.

### 6.3 Laboratorio de Cromatografía de líquidos (HPLC)

Al momento de concluir este trabajo todavía se estaban utilizando las soluciones que pudieron ser consideradas residuos peligrosos, por lo tanto aún no se tienen resultados en este laboratorio hasta que se concluyan los proyectos que ahí se llevan a cabo.

### 6.4 Bodega

Tal como sucedió con los residuos del laboratorio FQA II a los residuos encontrados en la bodega se les generaron etiquetas de identificación para transporte y disposición final, las cuales se encuentran en el anexo 1.

## CAPITULO 7

### IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA



Figura 21. Diagrama de flujo para la manipulación de residuos peligrosos en el laboratorio

El objetivo de esta sección fue dar a conocer de manera simple y fácil los pasos (o metodología) a seguir para manejar los residuos peligrosos y no peligrosos que se lleguen a encontrar en el laboratorio de Fisicoquímica Atmosférica y el laboratorio de cromatografía de líquidos del mismo grupo.

## **7.1 Manipulación de residuos peligrosos**

### **Paso 1. Inventario**

El inventario consiste en saber que sustancias se tienen en el laboratorio, cantidad de sustancia, el tipo de envase en el que se tiene, cantidad de envases y en que parte del laboratorio se tienen guardados. Esto se hace para reactivos, soluciones preparadas en el laboratorio y residuos generados. Esto ayuda a tener un control adecuado de las sustancias dentro del laboratorio.

### **Paso 2. Generación**

El generador de los residuos deberá clasificarlos de acuerdo con sus características de peligrosidad (CRETI). Además será responsable de ellos hasta el momento de su recolección por el encargado de seguridad de la entidad donde fueron generados.

### **Paso 3. Clasificación**

Los residuos que se encuentren dentro del laboratorio se tienen que identificar y clasificar (CRETIB) conforme a la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Si no se cuenta con el equipo o las condiciones necesarias para realizar todas las pruebas indicadas en la norma, como mínimo de debe medir el pH de los residuos en estado líquido. Para las características RETIB, el generador puede asignar una clasificación basándose en su conocimiento sobre la sustancia; se puede consultar la lista de sustancias tóxicas contenida en la norma o las hojas de seguridad de cada sustancia.

### **Paso 4. Envasado**

Recomendaciones para envasar residuos peligrosos (ver apartado 4.6.2 de este trabajo)

### **Paso 5. Etiquetado**

Se debe identificar cada envase en el que se tenga almacenado algún residuo peligroso, la etiqueta debe ser de un tamaño proporcional al envase y debe ser la etiqueta oficial para uso interno del Centro de Ciencias de la Atmósfera, o la etiqueta para transporte de residuos peligrosos (ver apartado 4.6.3 de este trabajo). En caso de no contar con alguna de las etiquetas el generador deberá colocar una etiqueta improvisada de tal manera que se pueda leer claramente y como mínimo la siguiente información:

- Nombre del generador
- Fecha
- Nombre del residuo
- Estado físico
- Clasificación CRETl

Posteriormente la etiqueta improvisada por el generador será reemplazada por alguna de las etiquetas oficiales.

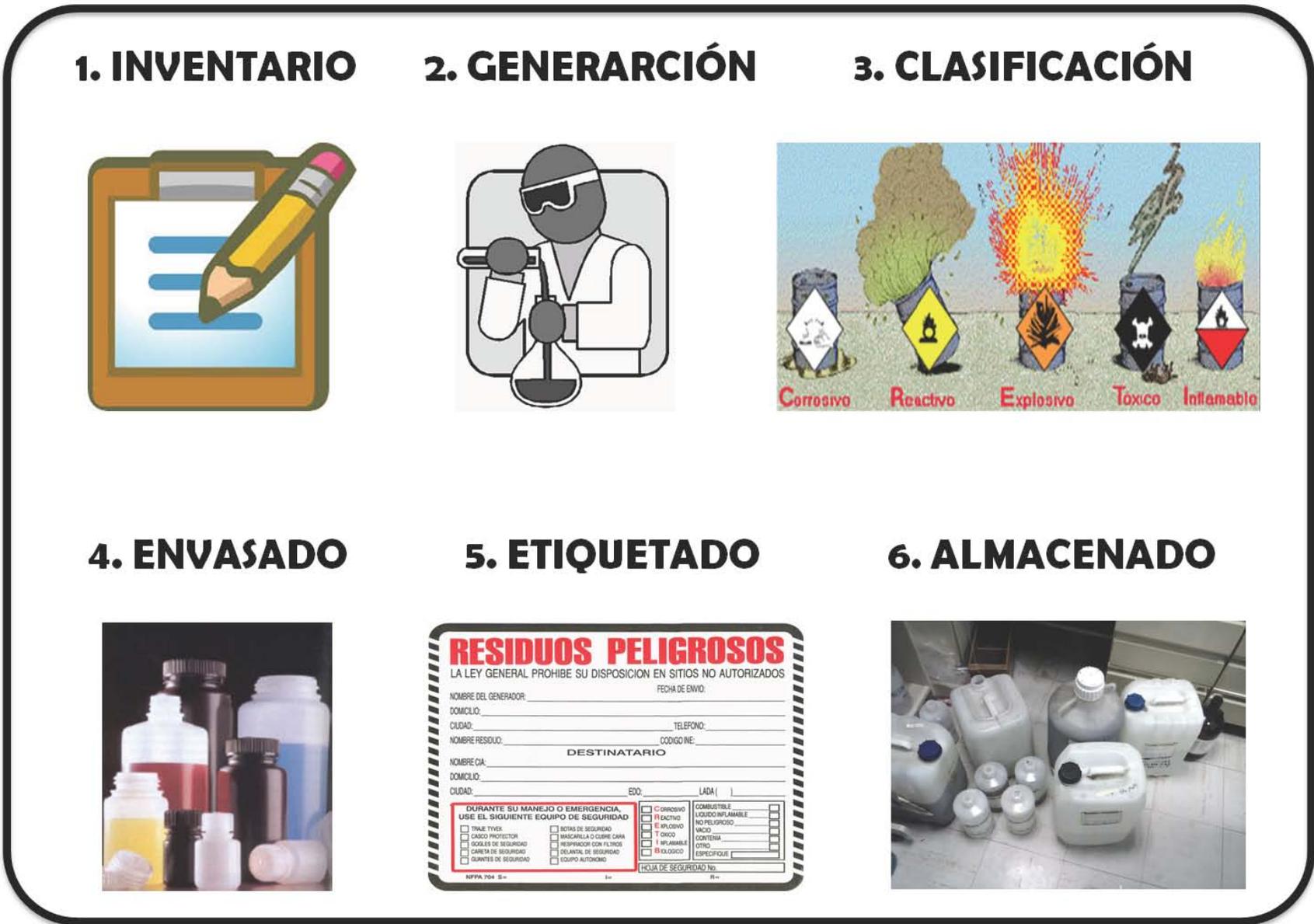
### Paso 6. Almacenamiento in-situ

Los residuos deben permanecer en el lugar donde fueron generados o cerca del mismo y son responsabilidad de quien los generó. El almacenamiento *in-situ* de residuos en los laboratorios (ver *Guía técnica de acción para residuos químicos*) se realizará de manera temporal mientras se lleva a cabo la recolección y traslado de éstos al almacén temporal para residuos peligrosos.



Figura 22. Almacenamiento in situ de residuos peligrosos

Todo lo anteriormente mencionado se resume en la figura 23:



**RESIDUOS PELIGROSOS**  
 LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUTORIZADOS

NOMBRE DEL GENERADOR: \_\_\_\_\_ FECHA DE ENVÍO: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
 CIUDAD: \_\_\_\_\_ TELEFONO: \_\_\_\_\_  
 NOMBRE RESIDUO: \_\_\_\_\_ CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
**DESTINATARIO**  
 NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
 CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA ( ) \_\_\_\_\_

**DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA, USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD**

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> NOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> REACTIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> APOLVIDO	<input type="checkbox"/> N/A
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> GASEO	<input type="checkbox"/> CONTENIDA
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTÓNOMO	<input type="checkbox"/> INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> OTRO _____
		<input type="checkbox"/> BIOLÓGICO	<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE _____

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

NFPA 704 5-1-11



Figura 23. Metodología a seguir para la manipulación de residuos peligrosos en laboratorio.

## 7.2 Bitácora de laboratorio

La bitácora de laboratorio, ha sido utilizada por investigadores para llevar un registro cronológico documental del trabajo en el laboratorio. Hoy en día continúa siendo la mejor forma de registrar los resultados y la metodología de trabajo en la investigación industrial y académica.

Físicamente, la bitácora es un cuaderno de trabajo preferentemente de pasta dura cuyas hojas no puedan ser desprendidas, este aspecto es importante por lo que no deberán utilizarse cuadernos de espiral o carpetas con hojas desprendibles. Es importante recordar que una bitácora pretende crear un registro permanente, por lo que no se deberá arrancar ninguna hoja del cuaderno.

En general, cuenta con cuatro secciones: (a) portada, (b) tabla de contenido, (c) experimentos e (d) información de referencia.

La bitácora de laboratorio es de gran ayuda cuando se llega a dar el caso de que no se sabe que residuo se tiene en un envase que no está debidamente etiquetado o que el nombre del residuo es ilegible. Cuando se dan esos casos se puede recurrir a la bitácora para saber cuál era el proyecto o experimento en desarrollo y así poder saber cuáles fueron los residuos que se produjeron. De esta manera es como se puede volver a poner una etiqueta nueva al envase.

Quedaron instauradas 2 bitácoras de residuos químicos en los laboratorios del grupo FQA, una en el laboratorio FQA I y la otra en el Laboratorio de Cromatografía de Líquidos (HPLC).

En la tabla 5 se muestra un formato sugerido con los datos que deben contener las bitácoras de residuos químicos en los laboratorios donde fueron instauradas:

Tabla 5. Formato para las bitácoras de residuos químicos de los laboratorios FQA.

Fecha	Residuo	CRETIB	Cantidad	Proceso	Nombre del responsable

### 7.3 Traslado al almacén temporal

El “*Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final*” del Centro de Ciencias de la Atmósfera enlista una serie de pasos para realizar este traslado de residuos peligrosos desde el almacenamiento in situ hasta que llegan al almacén temporal para residuos peligrosos:

- El generador elaborará la solicitud para el tratamiento y/o disposición de residuos de acuerdo al formato (ANEXO 2 del *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final* del Centro de Ciencias de la Atmósfera).
- Las fechas programas de recolección serán cuatro veces al año, trimestrales. Las semanas de recolección serán las últimas de marzo, junio, septiembre y la segunda de diciembre, las cuales confirmará en su momento la Secretaría Técnica. El generador deberá entregar la solicitud para el tratamiento y/o disposición de sus residuos al responsable de residuos cuando menos una semana antes.

- La recolección podrá realizarse fuera de este calendario cuando las características físicas o químicas y las cantidades de residuos acumulados lo ameriten.
- La entrega de la solicitud será vía correo electrónico colocando como mensaje “Disposición final de residuos”, para la cual se generará un acuse de recibo por el mismo medio para confirmar el recibo de la solicitud.
- Tomando como base la solicitud de cada generador el responsable de residuos generará un acuse de recibo donde se señale el día, la hora y la relación de residuos que serán recolectados (ANEXO 3 del *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final* del Centro de Ciencias de la Atmósfera).
- Los residuos se entregarán al responsable de residuos en el *almacén de residuos peligrosos* de acuerdo a la fecha y hora programados. La entrega de los residuos debe ser por el técnico académico o los estudiantes asignados para ello. Este traslado será responsabilidad por el laboratorio o taller generador. No se recibirán aquellos residuos fuera de los horarios y el lugar establecidos previamente, ni tampoco aquellos residuos que no estén identificados y envasados de acuerdo a este procedimiento y a las *Guías técnicas de acción para residuos químicos y biológicos* de la UNAM.
- El responsable de residuos conformará un listado con los residuos recibidos de cada laboratorio generador, según lo programado: Este listado será archivado en la bitácora de residuos de la entidad y formará parte del informe semestral que será entregado a las autoridades.

CLAVE \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA**  
**SOLICITUD DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL.**

Por medio de este conducto me permito solicitar su apoyo para la disposición adecuada de los materiales que se enlistan a continuación

Sustancia o Residuo	Proceso del que Proviene	Concentración aprox./ Disolvente	Cantidad (L, g)	Tipo de envase

Dichos materiales se encuentran ubicados en \_\_\_\_\_  
 y cuyo responsable es \_\_\_\_\_  
 del departamento \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Correo: \_\_\_\_\_

Figura 24. Solicitud de tratamiento y disposición final contenida en el *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final* del Centro de Ciencias de la Atmósfera

CLAVE \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA**  
**ACEPTACIÓN DE RESIDUOS PARA TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL**

Departamento: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

De acuerdo a la solicitud que se anexa, los residuos que serán recolectados para su tratamiento y/o disposición final serán:

Residuo	Cantidad	Laboratorio

Siendo el siguiente lugar y día de recepción:

Lugar de recepción: Almacén de residuos peligrosos  
Día de recepción:  
Horario de recepción:

**Nota:**

- Los residuos sólidos deberán entregarse bien empacados, en papel o bolsas de plástico en paquetes no mayores a 2 Kg.
- Referencia normativa: NOM-052-SEMARNAT-2005

Figura 25. Acuse de aceptación de residuos para tratamiento y disposición final contenido en el *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final* del Centro de Ciencias de la Atmósfera.

## 7.4 Embalaje

Una vez que los residuos ya fueron llevados desde su almacén in situ al almacén temporal de residuos peligrosos se prepararon para que una empresa recolectora de residuos autorizada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) los recogiera y los llevara a otro lugar en donde se dispondrá de ellos.

La preparación que recibieron estos residuos peligrosos se conoce como acondicionamiento y consistió en poner los pequeños envases *de vidrio* en donde se tienen los residuos peligrosos en contenedores más grandes (tambos de diferentes tamaños y cubetas); los envases de polietileno de alta densidad de volúmenes mayores a 10 litros se pueden enviar sin la necesidad de ser acondicionados, solo basta con que los recipientes estén bien cerrados y en buenas condiciones, los envases de plásticos más pequeños se acondicionaron.

La manera en la que se hizo esta preparación de residuos fue separándolos por grupos reactivos, es decir, tomando en cuenta la compatibilidad entre las sustancias para que de esta manera no ocurriera ningún accidente fatal en caso de algún derrame al momento de ser transportados.

Lo primero que se hizo antes de comenzar con el acondicionamiento fue portar el equipo de seguridad mínimo requerido para realizar este trabajo, las leyes ambientales establecen que cuando se trata de manejar residuos peligrosos se debe portar equipo de protección personal. El equipo consistió en:

- Traje Tyvek
- Guantes de seguridad
- Lentes de seguridad



Figura 26. Equipo de seguridad recomendado

La manera en la que fueron separados los residuos del CCA fue la siguiente:

- Residuos orgánicos halogenados.
- Residuos orgánicos no halogenados.
- Residuos de soluciones inorgánicas.
- Residuos de sales inorgánicas.
- Residuos cáusticos.
- Residuos ácidos.



Figura 27. Separación de los residuos peligrosos por compatibilidad.

Una vez que se agruparon los residuos peligrosos por grupos reactivos, se inició el proceso de acondicionamiento para que los residuos peligrosos puedan ser transportados con seguridad.

La manera de acondicionar correctamente los residuos peligrosos se enumera a continuación:

1. Seleccionar el contenedor adecuado, dependiendo de la cantidad de envases que se tienen (tambo, cubeta, etc.) Figura 28.



Figura 28. Contenedor para residuos peligrosos

2. Al contenedor seleccionado primero se le colocó aserrín en el fondo, esto servirá para contener un derrame en caso de que algún envase de vidrio se llegue a romper cuando al momento de ser transportados (figura 29).



Figura 29. Aserrín en el contenedor para residuos peligrosos

3. Cuando se tiene una buena cantidad de aserrín en el contenedor, ya se pueden poner los primeros envases en el contenedor. Los envases se deben colocar de tal manera que haya un espacio entre ellos, así se evitará que se golpeen entre ellos y se puedan llegar a romper (figura 30).

Para impedir que los envases se golpeen entre ellos, se coloca cartón tanto entre ellos como encima (figura 31).



Figura 30. Envases separados.



Figura 31. Contenedor lleno de envases.

4. Se recomienda que un contenedor no debe estar lleno a más del 80% de su capacidad. Cuando ya no se puedan poner más envases dentro del contenedor, por seguridad se les pone más aserrín encima, se le a pone la tapa al contenedor y posteriormente se sella para asegurar que no se abra durante el transporte de los residuos peligrosos (figura 32).



Figura 32. Contenedor tapado y sellado

5. Por último se coloca una etiqueta de residuos peligrosos en el contenedor indicando el nombre del residuo peligroso, de donde procede y la cantidad en kg de residuos que están en el contenedor. A los envases de polietileno de alta densidad que no fueron embalados también se les coloca una etiqueta de residuo peligroso con los mismos datos (figura 33 y 34).



Figura 33. Contenedor con etiqueta.



Figura 34. Contenedor tapado, sellado y etiquetado

Siguiendo la metodología anterior se aseguró un buen acondicionamiento de los residuos peligrosos generados dentro de los laboratorios del CCA.

## 7.5 Transportación de los residuos peligrosos

Una vez realizado el procedimiento de embalaje se realiza la transportación de los contenedores hasta el sitio de confinamiento. Esta acción no depende de personal del Centro de Ciencias de la Atmósfera, es responsabilidad de la empresa contratada, en este caso se trató de la empresa *Grupo Pro Ecológico Mexicano S. A. de C. V.*

Es importante señalar que se realizó el *Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos químicos*. El Manifiesto es el Documento por el que el Generador mantiene un estricto control sobre el transporte y destino de sus residuos peligrosos dentro del territorio nacional, por lo que su adecuado llenado es muy importante para todos los involucrados: GENERADOR, TRANSPORTISTA Y DESTINATARIO. La figura 35 muestra el Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos químicos.

Una vez realizado todo este procedimiento se ha dejado implementada una propuesta de procedimiento para un mejor manejo de los residuos peligrosos dentro de los laboratorios de FQA pertenecientes al CCA (ver figura 21), lo que se espera dé como resultado unas mejores prácticas en cuanto al manejo de los residuos peligrosos.



**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, Y RECURSOS NATURALES  
SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y  
ACTIVIDADES RIESGOSAS**

**MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCIÓN  
DE RESIDUOS PELIGROSOS**

GENERADOR	1.-NÚM. DE REGISTRO AMBIENTAL (o Núm. de Registro como Empresa Generadora)		2.-No. DE MANIFIESTO	3.- PAGINA	
	4.- RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA GENERADORA: _____				
	DOMICILIO: _____		C.P. _____		
	MUNICIPIO O DELEGACIÓN: _____		EDO: _____		
TEL. _____					
5.- DESCRIPCIÓN (Nombre del resíduo y características CRETIB)		CONTENEDOR		CANTIDAD TOTAL DE RESIDUO	UNIDAD VOLUMEN/PESO
		CAPACIDAD	TIPO		
6.- INSTRUCCIONES ESPECIALES E INFORMACIÓN ADICIONAL PARA EL MANEJO SEGURO					
7.- CERTIFICACION DEL GENERADOR: DECLARO QUE EL CONTENIDO DE ESTE LOTE ESTA TOTAL Y CORRECTAMENTE DESCRITO MEDIANTE EL NOMBRE DEL RESIDUO, CARACTERISTICAS CRETIB, BIEN EMPACADO, MARCADO Y ROTULADO, Y QUE SE HAN PRESTADO LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA SU TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE DE ACUERDO A LA LEGISLACION NACIONAL VIGENTE. NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE _____					
TRANSPORTE	8.- NOMBRE DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA: _____				
	DOMICILIO: _____		TEL. _____		
	AUTORIZACIÓN DE LA SEMARNAT: _____		NO. DE REGISTRO S.C.T. _____		
	9.- RECIBI LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO PARA SU TRANSPORTE. NOMBRE: _____ FIRMA: _____ CARGO: _____ FECHA DE EMBARQUE: _____ <span style="float: right;">DÍA    MES    AÑO</span>				
10.- RUTA DE LA EMPRESA GENERADORA HASTA SU ENTREGA					
11.- TIPO DE VEHICULO _____		No. DE PLACA: _____			
DESTINATARIO	12.- NOMBRE DE LA EMPRESA DESTINATARIA: _____				
	NÚMERO DE AUTORIZACIÓN DE LA SEMARNAT: _____				
	DOMICILIO: _____				
13.- RECIBI LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO. OBSERVACIONES: _____ NOMBRE: _____ FIRMA: _____ CARGO: _____ FECHA DE RECEPCIÓN: _____ <span style="float: right;">DÍA    MES    AÑO</span>					

Para cualquier aclaración, duda y/o comentario con respecto a este trámite, sírvase llamar al sistema de Atención Telefónica a la Ciudadanía (SACTEL) a los teléfonos 5480 2000 en el D.F. y área metropolitana, del interior de la república sin costo para el usuario al 01800 0014800 o desde Estados Unidos y Canadá al 1888 5943372 o directamente al Instituto Nacional de Ecología a los teléfonos 5624-3442 o 5624-3495

Figura 35. Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos químicos.

## CAPITULO 8

### CONCLUSIONES

- Es necesaria la realización de inventarios de sustancias químicas y residuos peligrosos dentro de los laboratorios del grupo FQA. De esta manera, dentro de los proyectos de investigación realizados en los laboratorios de este grupo de trabajo se contará con un control y documentación de los residuos peligrosos y no peligrosos que se generan.
- Las recomendaciones del *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final* y la *Guía técnicas de acción para residuos químicos* de la UNAM para clasificar, envasar y etiquetar a los residuos químicos de los laboratorios resultaron ser efectivas.
- Las recomendaciones para clasificar, envasar y etiquetar a los residuos químicos que se generaban en los laboratorios del grupo Físicoquímica Atmosférica que se encuentran tanto en el *Procedimiento de recolección de residuos peligrosos para tratamiento y disposición final* del Centro de Ciencias de la Atmósfera como en la *Guía técnicas de acción para residuos químicos* de la UNAM resultaron ser muy efectivas.
- El almacenaje in situ de los residuos peligrosos en general era bueno en los laboratorios del grupo Físicoquímica Atmosférica, sólo se detectaron pequeños detalles en cuanto al etiquetado de algunos residuos y su clasificación.
- Es de gran utilidad contar con una metodología para tener una buena gestión de residuos peligrosos dentro de las instituciones de investigación como lo es el Centro de Ciencias de la Atmósfera.

## Recomendaciones

- La implementación de la guía para el manejo de residuos peligrosos en los laboratorios del Centro de Ciencias de la Atmósfera para lograr una buena gestión de los residuos peligrosos.
- Que los usuarios de los laboratorios reciban información acerca de los riesgos y de las medidas preventivas de las sustancias peligrosas almacenadas, ampliando su conocimiento con materia de seguridad y riesgos en cuanto al mal manejo y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- Es necesarios un manejo integral de los residuos químicos dentro de los proyectos de investigación del grupo FQA, en el cual se considere la disposición y el tratamiento final de estos.
- Contar con la información acerca de las características de las sustancias que se almacenan, hojas de seguridad.

## CAPITULO 9

### GLOSARIO

**Acondicionamiento.** Es embalar o acomodar los residuos en recipientes adecuados, de acuerdo con su clasificación.

**Almacenamiento.** Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

**CRETIB.** El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso.

**Disposición final.** Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

**DOF.** Diario Oficial de la Federación

**Empresa de servicio de manejo.** Persona física o moral que preste servicios para realizar cualquiera de las operaciones comprendidas en el manejo de residuos peligrosos.

**Extracto PECT.** El lixiviado a partir del cual se determinan los constituyentes tóxicos del residuo y su concentración con la finalidad de identificar si éste es peligroso por su toxicidad al ambiente.

**Generación.** Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

**Generador.** Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

**Inventario de residuos.** Base de datos en la cual se asientan con orden y clasificación los volúmenes de generación de los diferentes residuos, que se integra a partir de la información proporcionada por los generadores.

**LGEEPA.** Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental.

**LGPGIR.** Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**Lixiviado.** Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

**Manejo Integral.** Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

**NOM.** Norma Oficial Mexicana.

**ONUFI.** Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

**PNUMA.** Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

**Recolección.** Es la transferencia que se hace de residuos peligrosos a el lugar donde se han de desactivar, degradar o darles tratamiento para almacenarlos temporalmente mientras se envían a su destino de disposición final y se tiene que realizar por una persona previamente entrenada para tal efecto y con el equipo de protección adecuado y en los carros contenedores que cumplan con la norma.

**RGPR.** Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**Residuos peligrosos.** Son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

**SCT.** Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**SEMARNAT.** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Tratamiento.** Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

---

---

**REFERENCIAS**

Aguado Alonso, J., Alonso Pérez, A. I., Andrés Payán, A., Galán Carta, B., García Calvo, E., González García, V., y otros. (2010). *Los residuos peligrosos caracterización, tratamiento y gestión*. España: Síntesis, S.A.

Cortinas de Nava, C., & M. en Ing. Mosler García, C. (2002). *Gestión de Residuos Peligrosos*. México: Programa Universitario de Medio Ambiente.

Gavilán García, I. (2012). *Guía técnica de acción para residuos químicos*. México. Comité asesor de salud, protección civil y manejo ambiental

Jiménez Cisneros, B. E. (2001). *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*. México: Limusa.

Juárez González, L. (2013). *Aplicación de una metodología preventiva para un correcto almacenamiento de sustancias peligrosas en laboratorios de investigación, tesis de licenciatura en Química*. México.

Lagrega, M. D., Buckingham, P. L., & Evans, J. C. (1996). *Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos*. Nueva York: McGraw-Hill.

Rivero Serrano, O., Garfias Vázquez, M., & González Martínez, S. (1996). *Residuos Peligrosos*. México, Programa Universitario de Medio Ambiente.

Romero Díaz, S. (2009). *Manejo y disposición de residuos químicos peligrosos generados en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química de la UMSNH*. Morelia, Michoacán.

Santos, E., & Cruz-Gavilán, I. (2002). *Manual de procedimientos de seguridad en los laboratorios de la UNAM 2a Edición*. México: Arte y Proyección Digital.

SEMARNAT. (1997). *Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996-2000*. México: INE.

SEMARNAT. *NOM-052*. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

SEMARNAT. *NOM-054*. Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la *NOM-052-SEMARNAT-2005*

J. Glynn Henry, Gary W. Heinke (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Pearson

### Referencias electrónicas

<http://www.cocef.org>

<http://www.semarnat.gob.mx>

<http://www.undp.org.mx>

<http://www.pnuma.org>

<http://www.unido.org/es>

<http://www.dof.gob.mx>

<http://www.sct.gob.mx>

**ANEXO I**  
**SUMARIO DE ETIQUETAS FINALES**

**Laboratorio FQA I**

El proyecto que se lleva a cabo en este laboratorio del grupo FQA no genera residuos que puedan ser considerados y clasificados como peligrosos, es por esto que no se reportan resultados de este laboratorio.

**Laboratorio FQA II**

Etiquetas generadas para los residuos encontrados en el laboratorio FQA II.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: CrO3 CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C ORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R IACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No.

Figura 36. Etiqueta generada para los residuos de CrO3.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Acido sulfúrico CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> C ORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R IACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input checked="" type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No.

Figura 37. Etiqueta generada para los residuos de Ácido sulfúrico.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Ácido ftálico CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C OBRISIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 38. Etiqueta generada para los residuos de Ácido ftálico.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Fenol CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C OBRISIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 39. Etiqueta generada para los residuos de Fenol.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Sulfanilamida CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C OBRISIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 40. Etiqueta generada para los residuos de sulfanilamida.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Oxisulfato de Ti (IV) CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> C OBRISIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 41. Etiqueta generada para los residuos de Oxisulfato de Ti (IV).

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Permanganato de potasio CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> C OBRISIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 42. Etiqueta generada para los residuos de permanganato de potasio.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: O3 CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C OBRISIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 43. Etiqueta generada para los residuos de O3.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095  
NOMBRE DEL RESIDUO: Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD		<input checked="" type="checkbox"/> C ORROSIVO	COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	LIQUIDO INFLAMABLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	NO PELIGROSO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> T OSICO	VACIO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	CONTENIA <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	OTRO <input type="checkbox"/>
		ESPECIFIQUE _____	

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 44. Etiqueta generada para los residuos de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095  
NOMBRE DEL RESIDUO: NaNO<sub>3</sub> CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD		<input type="checkbox"/> C ORROSIVO	COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	LIQUIDO INFLAMABLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	NO PELIGROSO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> T OSICO	VACIO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	CONTENIA <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	OTRO <input type="checkbox"/>
		ESPECIFIQUE _____	

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 45. Etiqueta generada para los residuos de NaNO<sub>3</sub>.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095  
NOMBRE DEL RESIDUO: Resorcinol CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD		<input checked="" type="checkbox"/> C ORROSIVO	COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	LIQUIDO INFLAMABLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	NO PELIGROSO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> T OSICO	VACIO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	CONTENIA <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	OTRO <input type="checkbox"/>
		ESPECIFIQUE _____	

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 46. Etiqueta generada para los residuos de Resorcinol.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095  
NOMBRE DEL RESIDUO: Sólido desconocido CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD		<input type="checkbox"/> C ORROSIVO	COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	LIQUIDO INFLAMABLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	NO PELIGROSO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input checked="" type="checkbox"/> T OSICO	VACIO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	CONTENIA <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	OTRO <input type="checkbox"/>
		ESPECIFIQUE _____	

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 47. Etiqueta generada para los sólidos desconocidos.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS  
FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095  
NOMBRE DEL RESIDUO: Líquido desconocido CODIGO INE: \_\_\_\_\_  
DESTINATARIO

NOMBRE CIA: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
CIUDAD: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_ LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD		<input type="checkbox"/> C ORROSIVO	COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	LIQUIDO INFLAMABLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	NO PELIGROSO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input checked="" type="checkbox"/> T OSICO	VACIO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> I NFLAMABLE	CONTENIA <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	OTRO <input type="checkbox"/>
		ESPECIFIQUE _____	

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 48. Etiqueta generada para los líquidos desconocidos.

**Laboratorio de Cromatografía de líquidos (HPLC)**

Al momento de concluir este trabajo todavía se estaban utilizando las soluciones que pudieron ser consideradas residuos peligrosos, por lo tanto aún no se tienen resultados en este laboratorio hasta que se concluyan los proyectos que ahí se llevan a cabo.

**Bodega**

Etiquetas generadas para los residuos encontrados en la bodega del grupo FQA.

Figura 49. Etiqueta generada para Aceite vegetal.

Figura 50. Etiqueta generada para los residuos de acetonitrilo.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS

FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Gasolina CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C CORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 51. Etiqueta generada para Gasolina.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS

FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Cadmio CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input checked="" type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C CORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 52. Etiqueta generada para los residuos de Cadmio.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS

FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Hierro CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C CORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 53. Etiqueta generada para los residuos de hierro.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS

FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Yoduro de potasio CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C CORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 54. Etiqueta generada para los residuos de Yoduro de potasio.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS

FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: DMSP CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C CORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 55. Etiqueta generada para los residuos de DMSP.

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
LA LEY GENERAL PROHIBE SU DISPOSICION EN SITIOS NO AUNTORIZADOS

FECHA DE ENVIO

NOMBRE DEL GENERADOR: CCA UNAM  
DOMICILIO: Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria  
CIUDAD: México D.F. TELEFONO: 56224095

NOMBRE DEL RESIDUO: Líquido desconocido CODIGO INE: DESTINATARIO

NOMBRE CIA:  
DOMICILIO:  
CIUDAD: EDO: LADA: ( )

DURANTE SU MANEJO O EMERGENCIA USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK	<input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> C CORROSIVO	<input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE
<input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR	<input type="checkbox"/> MASCARILLA O CUBRE CARA	<input type="checkbox"/> R EACTIVO	<input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE
<input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTROS	<input type="checkbox"/> E XPLOSIVO	<input type="checkbox"/> NO PELIGROSO
<input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> T OXICO	<input type="checkbox"/> VACIO
<input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO	<input type="checkbox"/> I INFLAMABLE	<input type="checkbox"/> CONTENIA
		<input type="checkbox"/> B IOLOGICO	<input type="checkbox"/> OTRO
			<input type="checkbox"/> ESPECIFIQUE

HOJA DE SEGURIDAD No. \_\_\_\_\_

Figura 56. Etiqueta generada para los líquidos desconocidos.