

---

## 10. ANEXOS

### 10.1. ANEXO 1.

#### **PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS DEL CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES AVANZADOS, S.C. (CIMAV).**

Se redacta el presente documento con la finalidad de que se convierta en un instrumento guía para que investigadores, docentes, técnicos, personal administrativo y estudiantes del CIMAV realicen sus actividades con apego a la normatividad en materia ambiental y adquieran el compromiso de cuidado del entorno para las generaciones futuras. Se pretende que este plan sirva de base para que otras instituciones educativas y de investigación puedan elaborar uno propio.

#### **INTRODUCCION.**

Según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR, 2004) un residuo es todo material cuyo propietario o poseedor desecha, y un residuo peligroso es aquel que posea alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contenga agentes infecciosos que le confiera peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

El mal manejo de los residuos peligrosos ha sido causa de innumerables problemas tanto de salud pública como medioambientales.

Una vez que un RP es liberado en el ambiente, es casi seguro que de una u otra forma va a llegar a tener contacto con el ser humano. Ya sea por contacto dérmico, inhalación o ingesta; incluso puede suceder de manera indirecta al consumir algún vegetal o animal que haya estado en contacto con el RP, y los efectos serán los mismos: daños a la salud y daños al medio ambiente.

Los centros de investigación así como las universidades cuentan con laboratorios que generan RP. El reto aquí en cuanto a gestión de RP se refiere es que la variedad de RP, principalmente residuos químicos, es muy grande, pero el volumen de generación de cada uno de ellos puede ser muy pequeño. Además el volumen de generación así como el tipo de RP puede variar en función del tiempo de acuerdo a la duración de los proyectos de investigación.

---

Estas variantes deben ser tomadas en cuenta a la hora de diseñar un plan de manejo de RP ya que éste debe tener la virtud de ser dinámico para la incorporación o eliminación de RP dentro del mismo.

En México, la información existente acerca de planes de manejo de RP es muy poca, y dado que sólo es obligatorio presentar planes de manejo ante la autoridad para los pequeños y grandes generadores de RP, los centros de investigación así como las universidades no entran en estas categorías y por lo tanto no elaboran sus planes o no los hacen públicos.

Sin embargo, que este tipo de instituciones no cuente con un plan de manejo de RP bien establecido es un riesgo muy elevado tanto para el personal, los alumnos así como para las comunidades donde se encuentren. La magnitud de los daños en caso de presentarse un derrame o una explosión es incalculable.

Es necesario el diseño de planes de manejo que definan paso a paso la estrategia a seguir desde el diseño de un experimento hasta el destino final de un RP, porque se debe tener en cuenta que en materia de Gestión la regla principal es la minimización en la generación de RP.

### **MARCO LEGAL.**

La regulación y la política nacional en materia de residuos y sitios contaminados, tienen como propósitos cambiar las conductas de quienes los generan y orientar las acciones para evitar su generación y para su manejo ambientalmente adecuado, a fin de garantizar el derecho constitucional de los ciudadanos a un ambiente adecuado y a la protección de la salud, a través de prevenir o reducir los riesgos que de ellos derivan para los ecosistemas y la salud humana (Cortinas,)

En México, los esfuerzos por abordar el problema del manejo de los RP comenzaron en 1988 con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), su reglamento y siete normas técnicas.

México ha firmado varios acuerdos internacionales acerca del medio ambiente.

El convenio de Basilea (1989) se creó para la reducir el tráfico entre países de RP así como para fomentar el manejo ambientalmente adecuado de los mismos; México lo ratificó en 1991 y entró en vigor en Mayo de 1992.

En el 2001 se firma el convenio de Estocolmo, el cual se establece para minimizar el uso y eliminación de compuestos orgánicos persistentes (COP), tales como plaguicidas y bifenilos policlorados.

Todo este conjunto de normas fue lo que rigió al país en materia de RP durante 16 años hasta la promulgación de la LGPGIR en el 2004 así como su reglamento en el 2007.

Esta ley da un nuevo enfoque hacia la Gestión de RP y no solamente su manejo. Establece el término “responsabilidad compartida”, en la que un generador de RP es responsable del residuo desde su generación hasta su disposición final y no puede transmitir esta responsabilidad a terceros sino únicamente compartirla con las empresas que puedan darle algún servicio ya sea de tratamiento, reciclado y /o disposición final. El 28 de Septiembre del 2009 se aprueba el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. Este programa pretende establecer una política ambiental que fomente la Gestión Integral de los residuos (Residuos Sólidos Urbanos, De Manejo Especial y Peligrosos) a través de acciones de prevención y minimización de la generación, separación de residuos en la fuente, re utilización y reciclado, la valorización material y energética, hasta la disposición final restringida y apropiada de los residuos como última opción.

### **Cuadro de Normatividad aplicable al manejo de Residuos.**

| <b>Normas Oficiales Mexicanas<br/>(orden cronológico de publicación o reforma)</b>   |
|--|
| NOM-053-SEMARNAT-1993 Que establece el 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 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la NOM-052- SEMARNAT-1993   |
| NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales |
| NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.  |
| NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Protección Ambiental- Salud ambiental- Residuos peligrosos biológico-infecciosos- Clasificación y especificaciones de manejo.  |
| NOM-133-SEMARNAT-2000, Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPC's)-Especificaciones de manejo.   |
| NOM-056- SEMARNAT-1993. Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos  |
| NOM-057- SEMARNAT-1993. Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.  |
| NOM-058- SEMARNAT-1993. Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado  |

---

---

**Normas Oficiales Mexicanas**  
**(orden cronológico de publicación o reforma)**

---

para residuos peligrosos.

NOM-055-SEMARNAT-2003. (antes NOM-055-ECOL-1993) Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

NOM-098-SEMARNAT-2002 Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.

NOM-040-SEMARNAT-2002 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas, así como los requisitos de control de emisiones fugitivas, provenientes de las fuentes fijas dedicadas a la fabricación de cemento (esta NOM aplica a los hornos cementeros en los que se co-procesan residuos como combustible alterno).

NOM-O83-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la 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-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación

NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

---

*Fuente: "Curso de Regulación y política de residuos en México".*

### **EL CIMAV COMO INSTITUCION.**

El Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV) es una institución integrada al Sistema Nacional de Centros Públicos CONACYT, fue fundado en la ciudad de Chihuahua en octubre de 1994 y su creación se origina por acuerdo entre el Gobierno Federal, el Gobierno del Estado de Chihuahua y Canacintra Delegación Chihuahua, lo que ha conferido características particulares que han modulado de manera afortunada el proceso de su desarrollo.

El CIMAV cuenta con personal altamente especializado el cual lleva acabo investigación básica orientada, aplicada y desarrollo tecnológico, con el fin de satisfacer la demanda científica, tecnológica y académica del país, de acuerdo a once líneas de investigación y dos programas académicos institucionales.

---

- **Misión**

Realizar investigación científica, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en Ciencia de Materiales y del Medio Ambiente con criterios de excelencia, para impulsar el desarrollo sustentable regional y nacional de los sectores productivo y social.

- **Visión**

Ser líder nacional con reconocimiento internacional en investigación, educación, ciencia y tecnología de materiales y ambiental.

El CIMAV siendo una institución con reconocimiento internacional y comprometida con la sociedad chihuahuense, capaz de influir en el entorno a través de tecnologías orientadas al cuidado del medio ambiente; se ve en la necesidad de incorporar la gestión medioambiental en todas sus actividades. De tal modo que se propicien los cambios de conducta necesarios que nos lleven hacia un desarrollo sustentable.

El CIMAV cuenta con tres departamentos: Química de materiales, Física de materiales y Medio ambiente y energía.

El departamento de Química de materiales cuenta con cuatro líneas de investigación:

- 1) Beneficio de minerales.
- 2) Materiales catalíticos nanoestructurados.
- 3) Materiales compuestos base polimérica.
- 4) Simulación computacional de materiales y procesos.

El departamento de Física de Materiales comprende las siguientes líneas de investigación:

- 1) Deterioro de materiales.
- 2) Integridad mecánica y análisis de riesgo.
- 3) Materiales funcionales.
- 4) Recubrimientos.

Y por último el departamento de Medio Ambiente y Energía tiene las siguientes líneas de investigación:

- 1) Contaminación atmosférica.

- 
- 2) Energía.
  - 3) Remediación ambiental.

El centro cuenta con un total de 54 laboratorios que en los que se desarrollan estas trece líneas de investigación.

La generación de residuos peligrosos (RP) es completamente diferente entre un laboratorio y otro, tanto en volumen como en composición; así mismo la generación de RP puede variar en un mismo laboratorio en función del tiempo debido a la duración de un proyecto de investigación. Esto representa un gran reto a la hora de diseñar un plan de manejo, y esta situación se presenta en casi todas las instituciones educativas y de investigación.

Por lo anterior, se hizo un diagnóstico de generación de RP tomando como base la Bitácora de Recolección Interna de RP con que cuenta el centro.

### **ANTECEDENTES.**

El CIMAV cuenta con un comité de recolección interna de residuos peligrosos conformado en el 2005. Este comité se encarga de difundir la disposición adecuada de los residuos peligrosos mediante la organización de recolecciones de RP para su almacenamiento temporal y disposición final.

Cada laboratorio en el CIMAV cuenta con un técnico responsable el cual se encarga de elegir recipientes, identificar (mediante rotulación) y almacenar todos los residuos peligrosos dentro de su laboratorio. Una vez que se organiza la recolección llena un formato y acude al área destinada como almacén temporal y entrega sus residuos.

Las recolecciones de RP se notifican con una semana de anticipación y solo se llevan a cabo en un día único con un horario matutino. Esto dificulta la entrega ya que los responsables de los laboratorios deben atender sus funciones y por lo general se encuentran mas saturados de trabajo por la mañana. También el no contar con recipientes dificulta el almacenamiento, se utilizan envases vacíos de reactivos químicos para este fin pero no siempre se tienen disponibles. La rotulación de envases no es el método mas adecuado para la identificación de RP ya que al manipularlos tienden a borrarse y no siempre se identifican adecuadamente, es decir, se han detectado nombres

---

incompletos, falta de algunos de los componentes del RP, y en la mayoría de los casos no se define la fecha de almacenamiento en el rotulo.

También se detecto mediante una encuesta realizada que solamente el 1% de los técnicos responsables de los laboratorios tienen conocimiento acerca de la Ley General para la Prevención y gestión Integral de Residuos, lo cual denota la falta de capacitación. Es importante señalar que algunos de ellos no tienen el conocimiento para determinar si un residuo es peligroso o no.

Solamente 14 de estos 54 laboratorios cuenta con un listado de reactivos.

El 28% participa o ha empleado el sistema de reactivos compartidos.

Una vez que los residuos son entregados al comité, se almacenan en un pequeño cuarto destinado para ello (3m por 2m aproximadamente). Este almacén no cuenta con canales para lixiviados ni temperatura controlada ni luces de seguridad, esto aunado a la cercanía entre RP debido a las dimensiones del cuarto representan un riesgo muy elevado.

De acuerdo a la cantidad de RP generados a partir del 2004 el CIMAV entra en la categoría de pequeño generador de RP, ya que su volumen de generación es mayor a 400 Kg pero menor a diez toneladas (LGPGIR, 2004) por lo que esta sujeto a las siguientes obligaciones legales:

- I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;
- II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí; ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;
- III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo;
- IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén;

- 
- V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR y en los plazos de tiempo señalados en dicha ley;
  - VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría (SEMARNAT) autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles;
  - VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la normatividad mexicana;
  - VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos.

Teniendo en cuenta todas las especificaciones anteriores y para procurar el cumplimiento de la normatividad aplicable se redacta el siguiente plan de manejo.

### **ACCIONES ADMINISTRATIVAS.**

#### **POLITICA AMBIENTAL.**

El CIMAV al ser una institución dedicada a la investigación y a la formación de científicos y tecnólogos consciente de su influencia sobre la comunidad y la Nación, asume el compromiso con la preservación del Medio ambiente y el desarrollo sustentable a través de prácticas que aseguren la minimización de residuos y riesgos así como el impacto ambiental teniendo como principal herramienta la prevención.

#### **PRINCIPIOS AMBIENTALES.**

- La asignación de recursos para la gestión ambiental del centro.
- La minimización de riesgos a la salud y al medio ambiente a través de prácticas de manejo de residuos adecuadas.
- Evaluación constante de prácticas, procedimientos y procesos para la disminución de residuos generados aplicando la regla de las 3 r's reducir, reusar y reciclar.

- 
- Capacitación y concientización de empleados así como estudiantes.
  - Desarrollo de tecnologías que contribuyan al cuidado del Medio Ambiente.

### **REESTRUCTURACION DEL COMITE DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

Como ya se menciona anteriormente el CIMAV cuenta con un comité cuya función primordial es la de recibir los residuos peligrosos de los laboratorios, almacenarlos y entregarlos a una empresa para su disposición final una vez al año. La función que realizan es muy importante sin embargo falta más por hacer.

Para llevar a cabo la gestión integral de residuos peligrosos se requiere de una secuencia de acciones a desarrollar y el personal para llevarlas a cabo, así como una persona responsable de supervisar y apoyar a este personal.

El comité de residuos peligrosos se establecerá de la siguiente manera:

#### **Coordinador del Comité de Gestión de Residuos peligrosos.**

Su función es la de implementar el plan de manejo de RP en todas sus etapas incluyendo la capacitación del personal y el monitoreo del desempeño. Deberá realizar la recolección interna de RP mensualmente con apoyo de los otros miembros del comité. Notificará a todos los laboratorios la calendarización de los tratamientos de RP que se vayan a llevar a cabo para su oportuna entrega. Repartirá las etiquetas y recipientes para los RP en cada uno de los laboratorios y solicitará la compra de los mismos de acuerdo a las necesidades del centro.

Integrará la Bitácora de Recolección interna de RP

Elaborará los resúmenes de las recolecciones mensuales así como el informe anual de generación que exige la SEMARNAT.

Será el responsable legal ante la SEMARNAT del CIMAV en lo que a gestión de residuos peligrosos se refiere.

Reunir semestralmente al comité para darle seguimiento al plan de manejo y realizar modificaciones en caso necesario.

El coordinador del comité no deberá tener ninguna otra función ajena a la gestión de residuos peligrosos.

#### **Miembros del Comité de Gestión de RP.**

Su función es la de desarrollar, mantener y reforzar el plan de manejo. Apoyar al coordinador a la realización de sus actividades. Realizar inspecciones continuas para la detección de fallas y proponer ideas para la mejora del programa.

---

### **Investigadores.**

Tendrán la responsabilidad de conocer el plan de manejo para que en conjunto con los técnicos de los laboratorios puedan llevarlo a cabo. Deberán notificar al técnico sobre todas y cada una de las actividades que los alumnos vayan a realizar dentro del laboratorio.

### **Técnicos de laboratorio.**

Deberán desarrollar los procedimientos del plan de manejo dentro de sus laboratorios y notificar al coordinador en caso de cualquier incidente. El técnico es responsable de todo lo que sucede dentro de su laboratorio, por ello deberá mantenerse informado de todas las actividades que ahí se realicen. Deberá proporcionarles a los alumnos toda la información acerca del programa como medidas de seguridad y la manera de manejar sus RP.

### **Alumnos.**

El alumno deberá ponerse en contacto con el técnico antes de realizar cualquier actividad dentro del laboratorio y notificarlo en caso de cualquier incidente. Deberá seguir las instrucciones que el técnico les proporcione y acatar todas las normas de seguridad del laboratorio. Tienen la responsabilidad de leer las hojas de seguridad de los reactivos y materiales que vayan a emplear.

### **REGISTRO ANTE LA SEMARNAT.**

El CIMAV cuenta ya con un registro ante la SEMARNAT como generador de RP pero deberá darse de alta como pequeño generador de RP y realizar todos los trámites correspondientes.

### **ACCIONES DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

Las acciones de manejo integral de los residuos son aquellas que nos permiten minimizar los residuos y maximizar los beneficios. Son una secuencia de pasos cuyo objetivo principal es el que la cantidad de residuos que se van a confinamiento sea la mínima posible; esto se logra a través de la aplicación de los principios de las tres "r's": reducir, reusar y reciclar.

### **MINIMIZACION DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

El primer paso a la hora de diseñar un plan de manejo de RP deberá ser la minimización.

La minimización de RP permite obtener múltiples beneficios y no solo en cuanto a cumplimiento de leyes se refiere sino también llegan a ser beneficios económicos, ambientales e incluso sociales, como puede ser la buena imagen ante la comunidad.



*Fuente: Promoción de la minimización y Manejo Integral de los Residuos Peligros. SEMARNAP / INE / Dir. General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas. 1999*

### **Beneficios de los Programas de minimización de Residuos Peligrosos**

|                  |   |
|------------------|---|
| Económicos:      | Ahorros por aprovechamiento de materias primas  |
|                  | Reducción de costos por disposición   |
|                  | Reducción de costos por tratamiento   |
| Legales:         | Disminución de costos por sanciones   |
|                  | Certificación del programa de minimización de residuos  |
| Responsabilidad: | Responsabilidad por la seguridad de los trabajadores de la empresa  |
|                  | Responsabilidad por problemas ambientales en plantas de tratamiento, almacenamiento, transporte y disposición |
| Imagen pública:  | Imagen ante la comunidad y los empleados  |
|                  | Imagen por el respeto al ambiente   |

---

*Fuente: Regulación de los Residuos en México y la Política Sectoriales la Materia, autora: Cortinas, Cristina.*

Dentro de la minimización de RP existen tres áreas fundamentales el diseño de experimentos, la adquisición de reactivos y el control de reactivos.

### **Diseño de experimentos.**

Al momento de diseñar un experimento o un proyecto de investigación es muy importante definir las sustancias y materiales a emplear así como las cantidades. Una vez establecido lo anterior, es necesario indagar sobre la posibilidad de reducir estas cantidades. Si dentro de esta lista hay compuestos clasificados como peligrosos, hay que analizar la factibilidad de cambiarlos por otros menos peligrosos.

Otro aspecto muy importante al momento de diseñar es conocer las propiedades de cada una de las sustancias a emplear, esto para saber si se requieren medidas o condiciones especiales al momento de recibirla, de almacenarla o de trabajar con ella; con el fin de evitar cualquier incidente. Además para ver si existe la manera de recuperar alguna de estas sustancias para volver a usarla.

Se deberá hacer también un listado de los residuos a generar a través de este experimento, sus características (tipo de compuesto, características, estado físico, volumen y/o peso, compatibilidad química, tipo de recipiente necesario...), si es posible reutilizarlos y como disponer de ellos.

Todos los pasos anteriores deben quedar bien claros antes de iniciar cualquier actividad dentro del laboratorio.

El diseño de un experimento permite planear el experimento anticipando errores y detectando áreas de mejora antes de invertir recursos.

### **Adquisición de reactivos.**

El CIMAV cuenta con un programa llamado “*reactivos compartidos*”; *este programa fue creado para que cada laboratorio pueda ofrecer sus reactivos en desuso de tal modo que algún otro laboratorio pueda hacer uso de los mismos sin necesidad de comprarlos, y así generar mas gastos y mas residuos.*

*Es indispensable la promoción en el CIMAV de este programa ya que muy pocos técnicos de laboratorio lo emplean, además que falta actualización mas dinámica del mismo, se requiere la actualización de la base de datos por lo menos una vez a la semana y dar de baja los reactivos que ya no estén disponibles al momento que sean notificados.*

*Una vez que se difunda el uso del programa las requisiciones de reactivos disminuirán así como los costos por confinamiento de RP.*

---

En cuanto a las requisiciones de reactivos nuevos se refiere se deben de tener en cuenta las siguientes medidas:

- A) Al momento de solicitar la compra es recomendable elegir las presentaciones más pequeñas para disminuir los riesgos asociados al rompimiento del frasco, los riesgos de accidentes y exposición a materiales peligrosos por trabajar cantidades pequeñas. También se evita la descomposición de compuestos altamente reactivos ya que el contenido del frasco se consumirá con mayor rapidez y se disminuye el costo de equipo adicional para subdividir el reactivo a porciones más pequeñas.
- B) Siempre se debe de solicitar las hojas de seguridad de los materiales a comprar.
- C) Al momento de recibir una sustancia química se debe verificar que el contenedor no presente ningún daño y que este correctamente etiquetado.

### **Control de los reactivos.**

Se debe evitar una acumulación excesiva de reactivos que puedan crear problemas de almacenamiento y seguridad. Una sobrepoblación de reactivos dificulta la tarea de revisarlos para determinar si existen reactivos en desuso favoreciendo el deterioro de estos y aumentando el riesgo.

Se debe realizar un inventario de reactivos incluyendo:

- Nombre del compuesto.
- Estado físico.
- Cantidad (L, ml, Kg., g, mg)
- Fecha de caducidad.

Este inventario se actualizara por lo menos una vez al mes.

Existen sustancias altamente reactivas y que se deterioran con el tiempo, en el caso de estos reactivos se debe comprar únicamente la cantidad inmediata a emplear para de ser posible evitar el almacenamiento de estas. Es necesario que al momento de recibir estas sustancias se indique en la etiqueta cuando se abrió el recipiente para futuras referencias.

Nunca debe abrirse un contenedor de material altamente reactivo cuando la fecha de caducidad se ha vencido, en este caso el reactivo se entregara al coordinador del comité de MIRP.

En el caso de poseer reactivos que no serán empleados a corto plazo deberá notificarse al departamento de sistemas para ser publicados en el programa de reactivos compartidos.

### **GENERACION DE RP.**

---

Una vez que se llevadas a cabo las acciones de minimización y ya generado el residuo deberá determinarse si este es o no un RP. El CIMAV como cualquier otro centro de investigación o universidad se enfrenta ante el reto de que los residuos generados pueden ir variando en función de la duración de un proyecto de investigación tanto en cantidad como en tipo de residuo. Por ello es muy importante que los técnicos de laboratorio sean constantemente capacitados para el uso de nuevos compuestos (riesgos, incompatibilidades, descomposición...) y para la determinación de la peligrosidad de los mismos.

Para determinar si un residuo es peligroso existen los listados de la NOM – 052-SEMARNAT-2005 y la NOM-054-SEMARNAT-1993. En caso de no encontrar el nombre del compuesto a determinar de pueden realizar los procedimientos establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

El técnico deberá de conocer con exactitud cada uno de los componentes de sus residuos y de ser posible la composición en volumen o en peso para poder determinar la peligrosidad de los mismos.

En el caso de que el residuo no sea peligroso puede ser descartado como basura común Si el residuo es peligroso deberá buscarse las incompatibilidades del mismo con otros residuos en las tablas de incompatibilidades químicas contenidas en el Manual de Manejo de RP del CIMAV.

Teniendo como base los datos de la bitácora de recolección interna de RP con que cuenta el CIMAV y la NOM-054-1993 se creo el listado de RP e incompatibilidades. Este listado determina cuales compuestos no pueden mezclarse ni almacenarse juntos.

Es muy importante que cada técnico conozca la compatibilidad entre los compuestos que emplea cotidianamente para evitar accidentes.

Una vez que ya se conoce la compatibilidad del RP se procede con el siguiente paso que es la preparación para el almacenamiento.

### **ALMACENAMIENTO DE RP DENTRO DEL LABORATORIO.**

Para el almacenamiento de los RP dentro del laboratorio existen tres puntos muy importantes a determinar: el tipo de recipiente, el etiquetado y el área de almacenamiento.

Los recipientes para contener residuos están fabricados de materiales termoplásticos. Entre los más utilizados se encuentran el polietileno, el cloruro de polivinilo (PVC) y el polipropileno, ya sea como polímeros puros o como copolímeros con otras resinas.

Para el almacenamiento de RP en estado líquido lo más recomendable es utilizar recipientes de polipropileno de alta densidad y alto peso molecular.

En la elección del recipiente también debe tomarse en cuenta el volumen del RP así como el espacio disponible dentro del laboratorio para almacenarlo.

En la utilización de envases de polipropileno, es preciso tener en cuenta algunas recomendaciones, las más importantes de las cuales se resumen en la siguiente tabla:

| <b>Recomendaciones referentes al uso de envases de polietileno para el almacenamiento de residuos.</b>   |  |
|--|--|
| <b>Bromoformo</b><br><b>Cloroformo</b><br><b>Sulfuro de Carbono</b>  | No utilizar.   |
| <b>Ácido Butírico</b><br><b>Ácido Benzóico</b><br><b>Bromo</b><br><b>Bromobenceno</b><br><b>Diclorobencenos</b>  | No utilizar en períodos de almacenaje superior a un mes.       |
| <b>Cloruro de amilo</b><br><b>Éteres</b><br><b>Haluros de ácido</b><br><b>Nitrobenceno</b><br><b>Percloroetileno</b><br><b>Tricloroetano</b><br><b>Tricloroetileno</b> | No utilizar con el producto a temperaturas superiores a 40° C. |

*Fuente: "Manual de Gestión de Residuos Peligrosos", Universidad de Salamanca.*

Para ciertos disolventes orgánicos, como cloroformo, bromoformo, dietiléter, etc., consultar la Hoja de Datos de Seguridad, recomendándose reutilizar los envases originales que los han contenido.

En el caso de residuos sólidos se recomienda emplear bidones de apertura total de polietileno de alta densidad y alto peso molecular. Tapa de polietileno de alta densidad. Cierre de acero galvanizado. En todos los casos se incluirá material adsorbente apropiado.

Siempre que sea posible es recomendable emplear los envases originales de los RP para su almacenamiento así se evitara disponer de estos recipientes como RP por separado y se evitara el gasto de recipientes innecesarios (Artículo 87 Reg.-LGP GIR, 2006).

Al momento de vaciar los RP en los recipientes de almacenamiento deben de emplearse todas las medidas de seguridad que indiquen las Hojas de Datos de Seguridad de los componentes (Bata, Guantes, lentes, Campana de extracción...).

El vertido de los residuos en los envases correspondientes se ha de efectuar de una forma lenta y controlada sin exceder nunca el 75 % de la capacidad del recipiente para evitar derrames o salpicaduras. Una vez acabada la operación se cerrará el envase hasta

la próxima utilización. De esta forma se reducirá la exposición a los residuos generados, así como el riesgo de posibles derrames.

Para el etiquetado de los RP deberá emplearse únicamente la etiqueta predeterminada cuyo diseño se muestra a continuación:



## RESIDUOS PELIGROSOS.

NOMBRE DEL RESIDUO: \_\_\_\_\_  
COMPOSICION (EN VOLUMEN O EN PESO): \_\_\_\_\_  
ESTADO FISICO: \_\_\_\_\_  
LABORATORIO GENERADOR: \_\_\_\_\_  
EDIFICIO: \_\_\_\_\_ PUERTA: \_\_\_\_\_  
RESPONSABLE: \_\_\_\_\_  
FECHA DE INICIO DE LLENADO: \_\_\_\_\_  
FECHA DE TERMINACION DE LLENADO: \_\_\_\_\_  
FECHA DE ENTREGA AL ALMACEN: \_\_\_\_\_

MARCA CON UNA X LAS CARACTERISTICAS DEL RESIDUO.



**PELIGRO  
DE  
CORROSION**



**PELIGRO  
DE  
INCENDIO**



**PELIGRO  
DE  
EXPLOSION**



**PELIGRO  
DE  
INTOXICACION**



**RADIOACTIVO.**

El llenado de la misma se realizara de manera completa, es decir, no debe omitirse ningún dato. Utilizar letra de molde clara y legible. No deberán hacerse enmendaduras ni tachones en las etiquetas, si es necesario corregir un dato deberá llenarse una etiqueta nueva.

Una vez que ya se tiene el residuo en el recipiente adecuado y debidamente identificado se procederá a colocarlo en el área determinada para almacenamiento dentro del laboratorio. Debido al poco espacio disponible dentro de los laboratorios es importante destinar un área específica para colocar los RP. Es importante tener en cuenta las propiedades físico-químicas del RP ya que algunos son sensibles a factores ambientales y requieren ser almacenados bajo ciertas condiciones. Además deberá evitarse

almacenar juntos residuos incompatibles para evitar reacciones adversas en caso de algún derrame o fuga.

Los residuos no deberán permanecer por un periodo mayor de dos meses dentro del laboratorio sin excepción alguna. Antes de que se venza este plazo el residuo deberá ser llevado al almacén temporal.

### **ENTREGA DE RP Y TRANSPORTE AL ALMACEN TEMPORAL.**

El coordinador del comité de Gestión de RP, en colaboración con el comité realizara recolecciones de RP cada mes para evitar la acumulación de residuos dentro de los laboratorios. Se notificara mediante un correo electrónico semestralmente las fechas de recolección para que cada uno de los responsables de los laboratorios puedan programar sus entregas.

En el caso de RP de alta peligrosidad se podrá notificar al coordinador del comité para que se proceda a recolectar el residuo de manera inmediata sin tener que esperar hasta la fecha de la recolección general.

Es requisito presentar el formato de entrega de RP completamente lleno en computadora para que el comité pueda recolectar el residuo.

|   |                |   |                    |                     |
|---|----------------|---|--------------------|---------------------|
|  |                | <b>REGISTRO DE GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS.</b> |                    |                     |
| FECHA   |                |   |                    |                     |
| LABORATORIO GENERADOR.  |                |   |                    |                     |
| UBICACION   | EDIFICIO       |   | PUERTA             |                     |
| RESPONSABLE DEL LABORATORIO.  |                |   |                    |                     |
| <b>DESCRIPCION DE LOS RESIDUOS A ENTREGAR.</b>                                      |                |   |                    |                     |
| NOMBRE DEL RESIDUO.   | ESTADO FISICO. | COMPOSICION (EN VOLUMEN O EN PESO)                    | CANTIDAD (L o Kg.) | TIPO DE RECIPIENTE. |
|   |                |   |                    |                     |
|   |                |   |                    |                     |
|   |                |   |                    |                     |
|   |                |   |                    |                     |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |
| <b>CONDICIONES DE LOS RESIDUOS ENTREGADOS.</b>  |  |  |  |  |
| <i>(Esta área deberá ser llenada únicamente por algún miembro del Comité de Recolección de RP)</i>                |  |  |  |  |
| Se encuentra en perfecto estado el recipiente o empaque utilizado para almacenar el RP?<br>Si                  No |  |  |  |  |
| ¿Se encuentra debidamente colocada la etiqueta de identificación? Si      No                                      |  |  |  |  |
| Contiene la etiqueta todos los datos completos del RP? Si      No   |  |  |  |  |
| ¿Esta el recipiente lleno por debajo del 75 % de su capacidad? Si      No   |  |  |  |  |
| <b>Entrego</b><br>(Nombre y firma)  |  |  |  |  |
| <b>Recibió</b><br>(Nombre y firma)  |  |  |  |  |

Además deberá presentarse el recipiente bien cerrado y debidamente identificado con su etiqueta.

El comité deberá recorrer cada uno de los laboratorios en la fecha establecida y recolectar cada uno de los residuos con apoyo de un modulo con llantas (“carrito”) para minimizar el riesgo de caída o ruptura de los contenedores.

Los RP serán trasladados hacia el almacén temporal por los miembros del comité mediante un vehículo con ruedas para evitar cargar los bidones en peso y evitar el riesgo por una caída y rompimiento de recipientes.

**ALMACENAMIENTO TEMPORAL.**

Para un adecuado almacenamiento de los RP es necesario contar con un almacén temporal que cubra ciertas especificaciones de seguridad para evitar riesgos y accidentes.

Un almacén temporal debe ser un lugar con el espacio suficiente para almacenar los RP de manera organizada y segura, es decir, los residuos incompatibles deberán ser almacenados de manera separada. Además deberá tener la infraestructura para la contención de los RP en caso de una fuga o derrame. Así como las condiciones de iluminación y temperatura adecuada para los residuos que sean sensibles a estos factores.

Si bien es cierto, el CIMAV cuenta ya con un almacén temporal se requiere de la adecuación de este para que cumpla con las especificaciones antes mencionadas.

---

Se requiere la asignación de recursos para este efecto, pero los costos asociados a una contingencia o un accidente por no realizar estas modificaciones sería mucho más elevado.

El primer punto a modificar es el área de almacenamiento. Este almacén está ubicado dentro de un edificio que cuenta con cuatro cuartos de 4 m. de largo por y 2.5 m. de ancho. Sin embargo solamente una de estas áreas fue destinada para el almacenamiento de RP. La reasignación de estas áreas deberá hacerse de tal modo que puedan utilizarse todas las áreas para el almacenamiento de RP y se haga la clasificación de acuerdo a grupos de residuos con características similares.

En este almacén de RP se detectaron algunas irregularidades que deben de solucionarse de manera inmediata para evitar algún incidente grave.

Las dimensiones del almacén destinado para RP es insuficiente ya que en una visita realizada el día miércoles 12 de mayo del 2010, se pudo corroborar ya que aun no es mitad de año y el pasillo ya se encuentra obstruido por garrafones con RP, se pudo contar 49 garrafones de 10 L cada uno colocados en el piso.

Deberán destinarse las cuatro áreas con que cuenta el inmueble únicamente para almacenamiento de RP, ya que no solamente es insuficiente el espacio actual sino que existe un riesgo elevado al almacenar otras sustancias en las áreas restantes que pudieran mezclarse con los RP en caso de un derrame y provocar la generación de sustancias más tóxicas o incluso una explosión

Una vez que todo el edificio se destine a almacén de RP la distribución deberá quedar de la siguiente manera:

- 1) AREA DE RESIDUOS SÓLIDOS, DE MANEJO ESPECIAL Y TOXICOS.
- 2) AREA DE RESIDUOS ACIDOS.
- 3) AREA DE RESIDUOS INFLAMABLES.
- 4) AREA DE RESIDUOS REACTIVOS.

Estas áreas están definidas teniendo en cuenta los aspectos de incompatibilidad así como el volumen de generación de cada uno de estos residuos. Los residuos de mayor generación en el CIMAV son los ácidos, por ello requieren un área mayor de almacenamiento en comparación con otros residuos. También es importante mantener los residuos inflamables lejos de los residuos con alta reactividad. Los residuos sólidos deberán almacenarse con la menor cantidad de líquidos posible para evitar el contacto.

Cada una de estas áreas deberá equiparse con anaqueles de metal para la colocación de los RP; así como también deberá colocarse un letrero en cada puerta con el nombre del área y el tipo de residuos almacenados.

---

---

De acuerdo al artículo 82 del reglamento de la LGPGIR deberán realizarse las siguientes adecuaciones en el sitio destinado para almacén temporal:

- 1) Es indispensable mantener el sistema de iluminación en buen estado y con protección en caso de alguna explosión
- 2) Se deberá construir canales en todo el perímetro de cada área de almacenamiento o modificar la pendiente para el flujo de lixiviados en caso de que se presente alguna fuga o derrame. Estos canales deberán conducir hacia una fosa de retención cuya capacidad será de al menos 20 litros (por ser el tamaño de recipiente de mayor volumen).
- 3) Es necesario que se clausuren las salidas hacia el sistema de drenaje para evitar el escape de lixiviados. Cada área del edificio cuenta con rejillas de desagüe en el piso, éstas deberán redireccionarse hacia la fosa de retención. Así mismo se requiere la verificación de la permeabilidad del inmueble (muros y pisos).
- 4) El almacén deberá contar con al menos un extinguidor de incendios que sea revisado al menos cada mes para garantizar su buen funcionamiento.
- 5) Además se colocara un recipiente que contenga aserrín y otro con bicarbonato de sodio para combatir algún derrame.
- 6) Deberá instalarse un sistema de ventilación artificial debido a lo extremoso del clima en la ciudad de Chihuahua, ya que la mayoría de los compuestos químicos no deben exponerse a temperaturas superiores a los 30 C y en la ciudad el clima en verano llega mas allá de esta temperatura con facilidad. La capacidad de recepción de este sistema deberá ser de al menos seis cambios de aire por hora.
- 7) El edificio cuenta con una regadera de emergencia que se encuentra en mal funcionamiento, se deberá reparar y verificarse mensualmente que funcione adecuadamente. Además de acuerdo al punto 3, el desagüe de la misma se debe redireccionarse hacia la fosa de retención en lugar del drenaje.
- 8) Toda vez que los residuos son llevados al almacén temporal no deberán permanecer ahí un periodo mayor a seis meses sin excepción alguna (artículo 84, reg.-LGPGIR). Por lo tanto se calendarizarán las entregas de RP a la empresa que los transporta y les da confinamiento para los meses de diciembre y julio de cada año.

Las medidas de seguridad así como las acciones a realizar en caso de una contingencia se describen en el Manual de Gestión Integral de RP del CIMAV.

### **REVISION DE RP.**

Una vez que el RP llega al almacén temporal, el coordinador del comité deberá anotar los datos del mismo en una bitácora que incluya el nombre del RP (en caso de tener varios

componentes se debe definir cada uno de ellos y de ser posible su composición), volumen expresado en litros para los líquidos o peso expresado en Kg para residuos sólidos, nombre del laboratorio que lo genero y fecha en que ingreso al almacén temporal.

Posteriormente se revisara cuidadosamente las características del RP para determinar incompatibilidades, factibilidad de reutilización o tratamiento así como el área en que se debe almacenar.

En caso de que pueda ser reutilizado o tratado se hará la anotación correspondiente en la bitácora

### **TRATAMIENTOS DE RP IN SITU.**

La minimización de RP debe ser considerada como la primera opción en materia de Gestión de residuos, sin embargo siempre habrá generación de RP los cuales requieren tratamiento para que sea la cantidad mínima la que se destine a confinamiento controlado.

Los tratamientos de RP se resumen en la siguiente tabla:

#### **Métodos de tratamiento de los residuos peligrosos**

| <b>Principio del tratamiento</b> | <b>Métodos de tratamiento</b>   |   |
|----------------------------------|---|---|
| Físico                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentación</li> <li>• Centrifugación</li> <li>• Floculación</li> <li>• Flotación</li> <li>• Evaporación</li> <li>• Destilación</li> <li>• Extracción</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtración</li> <li>• Adsorción</li> <li>• Intercambio iónico</li> <li>• Ósmosis inversa</li> <li>• Electro-díalisis</li> <li>• Estabilización y solidificación</li> </ul> |
| Químico                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutralización / precipitación</li> <li>• Ozonización</li> <li>• Oxidación electrolítica</li> </ul>  |   |
| Biológico                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lodos activados</li> <li>• Bio-regeneración</li> <li>• Tratamiento anaeróbico</li> <li>• Tratamiento aeróbico</li> </ul>   |   |

|         |   |  |
|---------|---|--|
| Térmico | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno de inyección líquida</li> <li>• Horno rotatorio</li> <li>• Horno de lecho fluidizado</li> <li>• Horno de cemento</li> <li>• Incineradores pirolíticos</li> <li>• Tratamiento térmico infrarrojo</li> <li>• Oxidación catalítica</li> <li>• Degasificación o pirolisis</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasificación</li> <li>• Hidrogenación</li> <li>• Combustión interna</li> <li>• Horno de plasma centrífugo</li> <li>• Proceso de vidrio-fundido (Molten-Glass Process)</li> <li>• Oxidación húmeda</li> <li>• Proceso de reducción química en fase gaseosa.</li> </ul> |
|---------|---|--|

*Fuente: Regulación de los Residuos en México y la Política Sectoriales la Materia, autora: Cortinas, Cristina.*

En el caso del CIMAV solo definiremos los tratamientos que cuentan con mayor factibilidad para realizarse dentro del centro debido a los equipos con que ya cuenta el centro así como por ser los métodos que menos inversión requieren. Se pueden emplear para arrancar un sistema de tratamiento y posiblemente se pueden ir anexando tratamientos mas sofisticados.

### **Tratamientos físicos**

#### **Sedimentación.**

La sedimentación gravitacional es uno de los mecanismos naturales más importantes para remover partículas especialmente mayores a 50 µm, con un porcentaje de eficiencia menor a 50%, teniendo como ventajas que se utiliza menos presión, y es simple en su diseño y mantenimiento.

Por lo general, el término sedimentación supone la eliminación de la mayor parte del líquido o el agua con limo después del asentamiento de éste. Así mismo, dependiendo del proceso que se esté llevando a cabo y del producto deseado se generarán sólidos residuales (los sedimentos) y líquidos residuales.

#### **Centrifugación.**

La centrifugación es la operación que utiliza la fuerza centrífuga para separar los líquidos de los sólidos. Se trata de una filtración por gravedad en donde la fuerza que actúa sobre el líquido se incrementa enormemente utilizando la fuerza centrífuga. También puede aplicarse para efectuar la separación de líquidos inmiscibles, mediante equipos llamados centrífugas, las cuales por ser muy semejantes a los filtros, generan los mismos residuos que, dependiendo del constituyente deseado, pueden ser sólidos o líquidos residuales.

---

### **Flotación.**

Operación unitaria a través de la cual se separa un sólido de una fase líquida, básicamente el sólido sobrenada en la superficie del líquido. Existen dos tipos de sistemas de flotación:

El sistema de flotación con aire disuelto es el más común y eficiente;

El sistema de flotación con aire disperso, cuya eficiencia es mucho menor y es menos utilizado.

### **Evaporación.**

En esta operación es necesario dar calor a la disolución para que llegue a su temperatura de ebullición, y proporcionar el calor suficiente para que se evapore el solvente. Los posibles residuos generados en esta operación unitaria, provienen de las purgas de limpieza al momento de limpiarlos.

### **Destilación.**

La destilación es un proceso de separación que consiste en eliminar uno o más de los componentes de una mezcla. Para llevar a cabo la operación se aprovecha la diferencia de la volatilidad de los constituyentes de la mezcla, separando o fraccionando éstos en función de su temperatura de ebullición. Se usa para concentrar mezclas de alcoholes, separar aceites esenciales, así como componentes de mezclas líquidas que se deseen purificar. En la industria actual hay cuatro tipos de destilación: destilación por arrastre de vapor, destilación diferencial, destilación instantánea o flash y la destilación fraccionada.

Los residuos en esta operación son sedimentos o lodos y, en algunos casos, son breas depositadas en el fondo de los tanques de destilación, y como cabezas líquidas o gaseosas en lo alto de las torres y como colas líquidas en la parte baja de ésta.

### **Extracción.**

Hay dos tipos de extracción muy usadas en casi todas las industrias:

**La extracción sólido-líquido** consiste en tratar un sólido constituido por dos o más sustancias con disolventes que disuelven preferentemente uno de los dos sólidos, que recibe el nombre de soluto. La operación recibe también el nombre de lixiviación, nombre más empleado al disolver y extraer sustancias inorgánicas en la industria minera. Los residuos en esta operación son los lodos acumulados en el fondo del extractor que contienen sólidos y disolventes.

---

**La extracción líquido-líquido** es una operación unitaria que consiste en poner una mezcla líquida en contacto con un segundo líquido miscible, que selectivamente extrae uno o más de los componentes de la mezcla. Se emplea en la refinación de aceites lubricantes y solventes, en la extracción de productos que contienen azufre y en la obtención de ceras parafínicas. Los lodos y líquidos residuales acumulados en el fondo del decantador o de la torre son los residuos del proceso.

### **Filtración.**

El objetivo de la filtración es la remoción de partículas sólidas del aire y agua. Este es el método más antiguo para separar materiales suspendidos en gases y agua. La operación completa de la filtración está compuesta por dos fases: filtración y limpieza. El método se basa en el principio de hacer pasar el líquido, aire o gases, conteniendo los sólidos, a través de un medio filtrante poroso o granular con ó sin la adición de algunos compuestos químicos.

### **Adsorción y absorción**

La adsorción es un proceso mediante el cual un gas o vapor orgánico o inorgánico (adsorbato) se adhiere sobre la superficie de materiales sólidos como el carbón activado, la alúmina activada o la sílica gel (adsorbente). El carbón activado es el absorbente más ampliamente usado para separar compuestos orgánicos. En estas aplicaciones se utiliza carbón de origen vegetal en un tamaño de 6 a 16 mallas, el cual adsorbe grandes cantidades de gases y/o vapores debido a su gran cantidad de área superficial disponible y también a las propiedades de superficie. La adsorción es un proceso físico y tiene lugar cuando las moléculas del gas son atraídas hacia la superficie del carbón activado, debido a fuerzas de naturaleza electrostática entre las moléculas y la superficie del carbón.

La absorción química, a diferencia de la adsorción, va acompañada de una reacción química. Las especies removidas por absorción pueden ser recuperadas mediante la regeneración del carbón activado empleando comúnmente vapor.

Sus mayores aplicaciones son cuando se tienen sistemas con un solo compuesto o mezclas de solventes con retentividades altas e insolubles o muy poco solubles en el agua, para facilitar la separación agua/solvente en el tanque de condensadores. Los dispositivos de adsorción con carbón activado pueden ser diseñados y operados a eficiencias de remoción entre el 95 y el 100%.

### **Intercambio iónico.**

El intercambio iónico es un tratamiento que se aplica a metales en aguas subterráneas contaminadas donde los metales están presentes como especies solubles iónicas y

---

---

aniones no metálicos tales como sulfatos, nitratos y cianuros; y compuestos inorgánicos iónicos incluyendo ácidos carboxílicos, sulfónicos y algunos fenoles a un pH suficientemente alcalino para producir especies iónicas, aminoras, cuando la solución tiene suficiente acidez para formar la correspondiente sal ácida.

El intercambio iónico cuando se usa en el tratamiento de residuos peligrosos, es un proceso reversible en el cual los cationes peligrosos y/o los aniones son removidos de una solución acuosa y son sustituidos por cationes no peligrosos y/o aniones tales como el sodio, hidrógeno, cloro o iones hidroxil.

Las limitaciones son selectividad/competitividad, pH y sólidos suspendidos. Residuos con altas concentraciones pueden ser separados por otros métodos que pueden resultar más económicos.

### **Ósmosis Inversa.**

En la osmosis inversa el afluente contaminado se pone en contacto con una membrana semipermeable a una presión superior a la presión osmótica de la solución. Bajo estas circunstancias, el agua con una cantidad muy pequeña de contaminantes, pasa a través de la membrana. Los contaminantes disueltos se concentran en el compartimiento del agua subterránea contaminada. Este concentrado, se descarga, obteniéndose así agua purificada en el otro compartimiento.

El proceso se limita al tratamiento de residuos solubles, ya que los sólidos en suspensión tapan las membranas, en consecuencia se necesita el tratamiento previo cuando haya sólidos en suspensión, aumentando así los costos. Las presiones de funcionamiento que se emplean, varían desde 50 hasta 100 kg/cm<sup>3</sup>.

### **Electro-diálisis.**

La electro-diálisis es una tecnología de membrana diseñada para separar los contaminantes de un residuo líquido utilizando membranas de intercambio iónico con un campo de corriente eléctrica directa para separar las especies iónicas de la solución. Una celda de electro-diálisis consiste de un ánodo y un cátodo separados por dos membranas catiónicas-selectivas, tres cámaras de flujo líquido y dos membranas aniónicas selectivas. El líquido es introducido a la cámara de flujo y cuando se aplica una carga, los aniones son atraídos al ánodo y los cationes son atraídos al cátodo, cada uno pasa a través de la membrana correspondiente. Los cationes son precipitados como hidróxidos metálicos.

### **Estabilización y solidificación.**

La estabilización química es un proceso a través del cual se detoxifica, inmoviliza, insolubiliza o se reduce la peligrosidad de un residuo. Se logra este efecto generalmente

---

a través de una reacción química entre uno o más componentes del residuo y una matriz sólida. Este proceso se utiliza para tratar residuos peligrosos que se encuentran en forma líquida o en lodos para producir un sólido apto para su disposición en el suelo. Los sistemas más comunes de estabilización involucran el uso de cemento solo, cemento con cenizas volátiles, cal con cenizas volátiles, y cemento con silicato de sodio. El mecanismo químico de estabilización no es conocido del todo, sin embargo existen indicaciones que en el pH relativamente alcalino del cemento, los metales pesados se precipitan como hidróxidos insolubles, los que son inmovilizados dentro de la matriz sólida.

El problema principal identificado con los sistemas de estabilización es que son generalmente específicos para un residuo bajo determinadas condiciones. Es por esto que su aplicación debe estar precedida de pruebas piloto para determinar exactamente los parámetros de diseño. Asimismo, es importante tomar en cuenta que estos procesos requieren la adición de grandes cantidades de materiales solidificantes por lo cual el volumen final del residuo se incrementa.

### **Tratamiento Químico.**

#### **Neutralización/ precipitación.**

La neutralización es un tratamiento destinado a llevar a una corriente (agua o aire) o a una sustancia a un pH próximo a la neutralidad. El pH puede corregirse por procedimientos físicos de intercambio de gas-líquido (como con aireadores, mezcladores mecánicos o a presión, desgasificadores atmosféricos, térmicos, al vacío o combinados) ó adición de reactivos básicos ó ácidos. Algunos de los reactivos que se utilizan más comúnmente son: sosa, cal o algún ácido como: clorhídrico o sulfúrico; también se pueden utilizar productos alcalinotérreos.

La precipitación se emplea para remover solutos, es decir, de las sustancias en solución. Los metales pesados son eliminados del agua por precipitación con la ayuda de sulfuros, el tipo de metales que se pueden eliminar son cadmio, cobre, níquel, zinc, hierro. Puesto que los hidróxidos de metales pesados son ordinariamente insolubles, es común usar cal para precipitarlos. Sin embargo, algunas veces los carbonatos o los sulfuros son menos solubles que los hidróxidos. La temperatura afecta a la solubilidad y, por lo tanto a la precipitación de metales pesados (Cortinas, )

Una vez que el comité establezca el tipo de tratamientos a realizar, el coordinador deberá realizar un calendario con las fechas en que llevara a cabo cada tratamiento para darlo a conocer a los responsables de cada laboratorio y a su vez estos puedan programar las entregas de sus residuos.

---

## TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL.

La disposición final de residuos no es el destino ideal para la Gestión de RP, sin embargo la generación de RP no se puede minimizar hasta eliminarla, es decir, siempre abra residuos que requieran de un confinamiento. El confinamiento consiste en depositar permanentemente un residuo en el sitio y las condiciones adecuadas que impidan ocasionar un daño al medio ambiente.

El proceso comienza cuando el generador hace del conocimiento de la SEMARNAT su volumen de generación y demás especificaciones que la Secretaria así solicite; posteriormente el generador se pone en contacto con alguna empresa para que le proporcione los servicios de transporte desde el sitio de generación hasta las instalaciones de la misma para dar tratamiento previo a los residuos y así recuperar en caso de ser posible un porcentaje de ellos. Y finalmente llevarlos a confinamiento o destruirlos.

Si bien es cierto, no existe un método que sea completamente seguro para la disposición de final de residuos, pero los establecimientos de confinamiento controlado son la opción menos riesgosa ya que son construidos teniendo en cuenta las características de la zona para evitar escapes o fugas de residuos.

El CIMAV desde que inicio sus labores de recolección ha contratado los servicios de una empresa que transporte sus RP y les de disposición final. De acuerdo a la LGPGIR el generador de RP es responsable de sus residuos y puede delegar esta responsabilidad con terceros siempre y cuando sea una empresa que cuente con la autorización para la prestación de este tipo de servicios por la SEMARNAT, de lo contrario la empresa generadora será responsable de los danos que genere el manejo de los RP.

La empresa contratada por el CIMAV ha contado con sus autorizaciones anualmente, sin embargo es necesario que el coordinador verifique dicha autorización cada seis meses antes de solicitar los servicios debido a la magnitud del riesgo en caso de que no este su permiso vigente.

Una vez que los residuos son entregados para su disposición final termina la Gestión de los mismos.

---

## 10.2. ANEXO 2.

### **MANUAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LOS LABORATORIOS DEL CIMAV.**

El CIMAV dentro de sus 54 laboratorios genera muchos tipos de residuos los cuales podemos dividir en dos grupos: residuos peligrosos y residuos no peligrosos. En este manual nos enfocaremos únicamente a los residuos peligrosos que requieren una serie de medidas especiales para su almacenamiento, manejo y disposición final, según lo especifica la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) publicada en el 2004.

**Tu participación en el manejo adecuado de los residuos peligrosos (RP) es sumamente importante.**

#### **POLITICA AMBIENTAL.**

El CIMAV al ser una institución dedicada a la investigación y a la formación de científicos y tecnólogos consciente de su influencia sobre la comunidad y la Nación, asume el compromiso con la preservación del Medio ambiente y el desarrollo sustentable a través de practicas que aseguren la minimización de residuos y riesgos así como el impacto ambiental teniendo como principal herramienta la prevención.

#### **PRINCIPIOS AMBIENTALES.**

- La asignación de recursos para la gestión ambiental del centro.
- La minimización de riesgos a la salud y al medio ambiente a través de prácticas de manejo de residuos adecuadas.
- Evaluación constante de practicas, procedimientos y procesos para la disminución de residuos generados aplicando la regla de las 3 r's reducir, reusar y reciclar.
- Capacitación y concientización de empleados así como estudiantes.
- Desarrollo de tecnologías que contribuyan al cuidado del Medio Ambiente.

---

## DESIGNACION DE RESPONSABILIDADES.

### **Coordinador del Comité de Gestión de Residuos peligrosos.**

Su función es la de implementar el plan de manejo de RP en todas sus etapas incluyendo la capacitación del personal y el monitoreo del desempeño. Deberá realizar la recolección interna de RP mensualmente con apoyo de los otros miembros del comité. Notificará a todos los laboratorios la calendarización de los tratamientos de RP que se vayan a llevar a cabo para su oportuna entrega. Repartirá las etiquetas y recipientes para los RP en cada uno de los laboratorios y solicitará la compra de los mismos de acuerdo a las necesidades del centro.

Integrará la Bitácora de Recolección interna de RP

Elaborará los resúmenes de las recolecciones mensuales así como el informe anual de generación que exige la SEMARNAT.

Será el responsable legal ante la SEMARNAT del CIMAV en lo que a gestión de residuos peligrosos se refiere.

Reunir semestralmente al comité para darle seguimiento al plan de manejo y realizar modificaciones en caso necesario.

El coordinador del comité no deberá tener ninguna otra función ajena a la gestión de residuos peligrosos.

### **Miembros del Comité de Gestión de RP**

Su función es la de desarrollar, mantener y reforzar el plan de manejo. Apoyar al coordinador a la realización de sus actividades. Realizar inspecciones continuas para la detección de fallas y proponer ideas para la mejora del programa.

### **Investigadores.**

Tienen la responsabilidad de conocer el plan de manejo para que en conjunto con los técnicos de los laboratorios puedan llevarlo a cabo. Deberán notificar al técnico sobre todas y cada una de las actividades que los alumnos vayan a realizar dentro del laboratorio.

### **técnicos de laboratorio.**

Deberán desarrollar los procedimientos del plan de manejo dentro de sus laboratorios y notificar al coordinador en caso de cualquier incidente. El técnico es responsable de todo lo que sucede dentro de su laboratorio, por ello deberá mantenerse informado de todas las actividades que ahí se realicen. Deberá proporcionarle a los alumnos toda la

---

---

información acerca del programa como medidas de seguridad y la manera de manejar sus RP.

### **Alumnos.**

Deberán ponerse en contacto con el técnico antes de realizar cualquier actividad dentro del laboratorio y notificarlo en caso de cualquier incidente. Deberán seguir las instrucciones que el técnico les proporcione y acatar todas las normas de seguridad del laboratorio. Tienen la responsabilidad de leer las hojas de seguridad de los reactivos y materiales que vayan a emplear.

## **GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

### **¿QUE ES UN RP?**

Un RP es todo material o sustancia cuyo poseedor desecha pero que posee alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contenga agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio (LGPGIR,2004).

Un reactivo o compuesto clasificado como peligroso se convertirá tarde o temprano en un RP. De ahí la importancia de manejarlos adecuadamente. Un RP no debe representar un riesgo si se llevan a cabo las medidas de prevención necesarias.

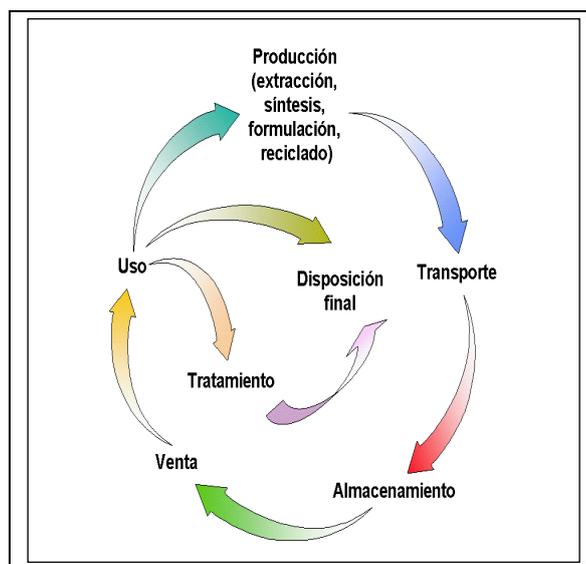
### **¿QUE SIGNIFICA MANEJO INTEGRAL DE RP?**

Se refiere a las actividades necesarias para la minimización de RP así como para la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Al hablar de manejo integral nos referimos a procedimientos tales como la reducción de generación de RP en el origen, almacenamiento, reuso, reciclaje, tratamientos, coprocesamientos, hasta llega al confinamiento. Todo esto encaminado a que la cantidad de RP que se van a confinamiento sea la mínima posible, disminuyendo así el riesgo y el impacto ambiental.

---

## Esquema de gestión de residuos.



### ¿PORQUE ES NECESARIO MANEJAR ADECUADAMENTE LOS RESIDUOS?

- Es tu responsabilidad cuidar el medio ambiente para que las generaciones futuras tengan las mismas oportunidades que tú tienes hoy.
- La LGPGIR y la demás normatividad ambiental mexicana lo exige.
- Para evitar derrames o accidentes que pueden atentar contra tu salud.
- Para prevenir la contaminación.
- Facilita la reducción de gastos por disposición de RP o por remediación de incidentes.

### MANEJO INTEGRAL DE RP.

Todas las personas que tengan contacto con reactivos químicos tanto personal como estudiantes tienen la obligación de disponer de sus residuos de modo tal que se garantice la seguridad y la salud.

### MINIMIZACION DE RESIDUOS.

El primer paso a seguir en un plan de manejo siempre debe ser la reducción. Si logramos reducir el volumen de generación de RP que tenemos el resto de los procedimientos se simplifican al igual que los costos.

---

### **Diseño de experimentos.**

Al momento de diseñar un experimento o un proyecto de investigación es muy importante que definamos las sustancias y materiales que vamos a emplear y en que cantidades. Una vez que hayamos establecido lo anterior, debemos preguntarnos si es posible reducir las cantidades. Si dentro de esta lista hay compuestos clasificados como peligrosos, debemos analizar si es factible cambiarlos por otros menos peligrosos.

Otro aspecto muy importante al momento de diseñar es conocer las propiedades de cada una de las sustancias a emplear, esto para saber si se requieren medidas o condiciones especiales al momento de recibirla, de almacenarla o de trabajar con ella; con el fin de evitar cualquier incidente. Además para ver si existe la manera de recuperar alguna de estas sustancias para volver a usarla.

Se deberá hacer también un listado de los compuestos que se van a generar a través de este experimento, sus características (tipo de compuesto, características, estado físico, volumen y/o peso, compatibilidad química, tipo de recipiente necesario...), si es posible reutilizarlos y como voy a disponer de ellos.

Todos los pasos anteriores deben quedar bien claros antes de iniciar cualquier actividad dentro del laboratorio ya que nos permite tener una visión previa de lo que va a ocurrir durante el experimento y nos da la oportunidad de realizar mejoras.

### **Adquisición de reactivos.**

El CIMAV cuenta con un programa llamado “reactivos compartidos” en el cual puedes acceder y ver que reactivos hay disponibles y solicitar alguno si así lo requieres. Antes de hacer cualquier requisición es muy importante que entres al sistema y veas si el reactivo que necesitas esta disponible en algún otro laboratorio. Si es así deberás verificar personalmente que sea el reactivo que requieres y que se encuentre en las condiciones óptimas.

En el caso que no encuentres el reactivo requerido tendrás que hacer la requisición correspondiente teniendo en cuenta las siguientes medidas:

Al momento de solicitar la compra es recomendable que siempre optes por las presentaciones más pequeñas que ofrecen los proveedores sin importar que tengas que solicitar varios frascos porque así podrás:

- Disminuir los riesgos generados en caso de que el frasco se rompa.
- Disminuir el riesgo de accidentes y exposición a materiales peligrosos por estar manejando cantidades más pequeñas.
- Evitar la descomposición de compuestos altamente reactivos, ya que el contenido de los frascos será consumido más rápidamente.
- Disminuirás costos, ya que los tamaños económicos grandes requieren de equipo

---

adicional para poder subdividir las sustancias en porciones más pequeñas.

Es muy importante que siempre solicites las hojas de seguridad de los materiales que vayas a comprar.

Al momento de recibir una sustancia química es necesario cerciorarse que el contenedor nos presente ningún daño y que este correctamente etiquetado.

### **Control de los reactivos.**

Se debe evitar una acumulación excesiva de reactivos que puedan crear problemas de almacenamiento y seguridad. Una sobrepoblación de reactivos nos dificulta la tarea de revisarlos para determinar si existen reactivos en desuso favoreciendo el deterioro de estos y aumentando el riesgo.

deberás realizar un inventario de reactivos incluyendo:

- Nombre del compuesto.
- Estado físico.
- Cantidad (L, ml, Kg, g, mg)
- Fecha de caducidad.

Este inventario deberá actualizarse por lo menos una vez al mes.

Existen sustancias altamente reactivas y que se deterioran con el tiempo, en el caso de estos reactivos se debe comprar únicamente la cantidad inmediata a emplear para de ser posible evitar el almacenamiento de estas. Es necesario que al momento de recibir estas sustancias se indique en la etiqueta cuando se abrió el recipiente para futuras referencias.

Nunca debe abrirse un contenedor de material altamente reactivo cuando la fecha de caducidad se ha vencido, en este caso deberás entregarlo al coordinador del comité de MIRP.

En el caso de que tengas reactivos que no vas a emplear a corto plazo deberás acudir a sistemas a proporcionar los datos del reactivo para que sea ofrecido en el programa "reactivos compartidos". así evitaras el riesgo de tenerlo almacenado y el costo por disponerlo como residuo.

### **ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS.**

La forma de almacenar los reactivos químicos es de vital importancia para la minimización de riesgos. al personal y alumnado. Existen diversas guías para realizar esta labor, sin embargo la mayoría de estas guías no tiene en cuenta el espacio disponible dentro del laboratorio para almacenarlos reactivos.

En las escuelas así como en los centros de investigación los laboratorios son pequeños y el espacio para almacenar reactivos es muy limitado, para ello se han creado guías como la propuesta en la Guía para el Manejo de Residuos de Laboratorio del Condado King (USA, 2006) la cual esta diseñada para este tipo de laboratorios.

La estrategia a seguir es evitar que las sustancias incompatibles puedan entrar en contacto en caso de que un derrame o fuga ocurriera. Las reacciones entre sustancias incompatibles pueden producir vapores o nubes toxicas, rompimiento violento de envases, incendios e incluso explosiones. Lo primordial es proteger el ambiente y la salud.

| <b>GUIA PARA ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS EN LABORATORIOS<br/>CON POCO ESPACIO.</b>   |
|--|
| <b>Gaveta de Reactivos Inorgánicos</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metales, hidruros.</li> <li>• Azufre, Fósforo y Arsénico</li> </ul> (Mantenerlos fuera de contacto con agua).   |
| <b>Gaveta de Reactivos Orgánicos</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácidos orgánicos, anhídridos y perácidos.</li> <li>• Peróxidos Orgánicos y azidas.</li> <li>• Compuestos epoxicos, Isocianatos, Sulfuros, Sulfoxidos y Nitrilos.</li> </ul> |
| <b>Gaveta para almacenamiento de líquidos inflamables</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrocarburos, Éteres, Cetonas, Aminas, Hidrocarburos halogenados, Aldehídos, Alcoholes, Fenol, Cresol, Combustibles ácidos orgánicos y Combustibles Anhídridos</li> </ul>  |
| <b>Gaveta para almacenar Ácidos Corrosivos.</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácidos inorgánicos, almacenar el Ácido Nítrico separado en esta o en otra gaveta.</li> </ul>  |
| <b>Gaveta para almacenar Bases Corrosivas.</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróxidos Inorgánicos Concentrados.</li> </ul>   |

*Fuente: Lab Waste Management Guide, King County, USA.*

---

Es necesario que integres una carpeta con todas las hojas de seguridad de los reactivos que se encuentran almacenados en el laboratorio. Esta carpeta deberá estar en un lugar disponible para que todas las personas puedan tener acceso a ella en caso de necesitar alguna referencia.

En el caso de que los reactivos no incluyan la hoja de seguridad correspondiente las puedes obtener de los siguientes sitios en Internet:

- International Chemical Safety Cards  
<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/ipcsname.html>
- MSDS Search  
<http://www.msdssearch.com/>
- EPA Method for Determining the Compatibility of Chemical Mixtures – Chemical Compatibility Chart  
<http://www.unl.edu/envIRON/hazard/compchrt.htm>
- Incompatibility of Common Laboratory Chemicals  
<http://www.orcbs.msu.edu/chemical/agricultural/incompatible.html>

Es importante que leas cada una de estas hojas y que solicites el equipo de protección personal necesario para manejar tus reactivos. Además deberás tener disponible un kit para combatir derrames que incluye:

- Toallas absorbentes.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Bolsas o cajas para colocar el material absorbente usado.
- Etiquetas para identificar estas bolsas.
- El material específico recomendado para combatir derrames que indiquen las hojas de seguridad.

Cuando recibas o utilices un reactivo que requiera condiciones especiales de almacenamiento o materiales específicos para combatir un derrame deberás ponerte en contacto con el Coordinador del comité para planear el manejo del mismo,

### **CARACTERIZACION DE UN RP.**

Para determinar si un residuo es peligroso existen los listados de la NOM – 052-SEMARNAT-2005 y la NOM-054-SEMARNAT-1993. En caso de no encontrar el nombre del compuesto a determinar de pueden realizar los procedimientos establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Es necesario conocer también características como:

---

### 1.- Descripción física

Sólido, líquido, dos o más fases (describir su composición en %), transparencia u opacidad y color.

### 2.- Reactividad con agua.

Adicione una pequeña cantidad de sustancia desconocida, agregue de 5 a 10 ml de agua lentamente y observe si existen cambios de color, liberación de calor, generación de gas o de flama.

### 3.- Solubilidad en agua.

En la muestra anterior observar la solubilidad. Si es insoluble. Observe su densidad con respecto al agua (flota o se hunde); la mayoría de los compuestos orgánicos no halogenados son menos densos que el agua.

### 4.- Ph.

Realizar la medición del ph con papel multirango.

### 5.-Inflamabilidad.

Coloque aproximadamente 5 ml de la solución en un crisol de aluminio o de porcelana. Acerque una flama (con precaución) medio segundo. Si la sustancia mantiene la combustión entonces es inflamable con un flash point menor de 60 C, si la muestra no enciende, acercar la flama un segundo. Los materiales combustibles tienen un flash point entre 60 y 93 C.

La información más completa acerca de un compuesto químico la puedes encontrar en las hojas de seguridad del compuesto. Estas hojas de seguridad serán tus mejores aliadas ya que contienen información desde las propiedades de la sustancia en cuestión, como almacenarlo, que condiciones se deben evitar hasta que hacer en caso de un derrame.

Es sumamente importante que conozcas las compatibilidades químicas de cada uno de los componentes de tu RP. Para ello puedes consultar el anexo a de este manual o en su defecto las hojas de seguridad Esta información es muy importante a la hora de elegir el lugar donde se almacenara el RP.

## ALMACENAMIENTO DE UN RP.

### Recipientes.

Una vez que confirmamos que el residuo es un RP, el siguiente paso será determinar el tipo de recipiente donde se debe almacenar.

Lo ideal es poder reutilizar el envase que contenía el reactivo antes de convertirse en RP. Es muy importante que solo reutilices envases para contener el mismo compuesto que tenía de origen ya que aunque aparentemente los envases parezcan vacíos, siempre quedan residuos del reactivo que contenía

---

Lo importante es evitar que sustancias incompatibles entren en contacto.

EL reusar envases tiene doble beneficio: te ahorras la disposición de recipientes vacíos como RP y evitas la compra innecesaria de recipientes

Para el almacenamiento de RP en estado líquido lo más recomendable es utilizar recipientes de polipropileno de alta densidad y alto peso molecular.

En la elección del recipiente también debe tomarse en cuenta el volumen del RP así como el espacio disponible dentro del laboratorio para almacenarlo.

En la utilización de envases de polietileno, es preciso tener en cuenta algunas recomendaciones, las más importantes de las cuales se resumen en la siguiente tabla:

| <b>Recomendaciones referentes al uso de envases de polietileno para el almacenamiento de residuos.</b>   |  |
|--|--|
| <b>Bromoformo</b><br><b>Cloroformo</b><br><b>Sulfuro de Carbono</b>  | No utilizar.   |
| <b>Ácido Butírico</b><br><b>Ácido Benzoico</b><br><b>Bromo</b><br><b>Bromobenceno</b><br><b>Diclorobencenos</b>  | No utilizar en períodos de almacenaje superior a un mes.       |
| <b>Cloruro de amilo</b><br><b>Éteres</b><br><b>Haluros de ácido</b><br><b>Nitrobenceno</b><br><b>Percloroetileno</b><br><b>Tricloroetano</b><br><b>Tricloroetileno</b> | No utilizar con el producto a temperaturas superiores a 40° C. |

*Fuente: "Manual de Gestión de Residuos Peligrosos", Universidad de Salamanca.*

Para ciertos disolventes orgánicos, como cloroformo, bromoformo, dietiléter, etc, consultar la Hoja de Datos de Seguridad, recomendándose reutilizar los envases originales que los han contenido.

Para realizar el llenado del recipiente es importante que USES EL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL QUE SUGIERA LA HOJA DE SEGURIDAD DEL COMPUESTO. Lo anterior para proteger tu integridad y evitar exposiciones al residuo innecesarias.

Nunca deberás llenar un recipiente mas allá del 75 % de su capacidad para evitar salpicaduras y/o derrames.

## Etiquetado.

Una vez que ya tienes tu RP en el recipiente adecuado debes llenar la etiqueta para identificar el residuo.



# RESIDUOS PELIGROSOS.

NOMBRE DEL RESIDUO: \_\_\_\_\_  
COMPOSICION (EN VOLUMEN O EN PESO): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
ESTADO FISICO: \_\_\_\_\_  
LABORATORIO GENERADOR: \_\_\_\_\_  
EDIFICIO: \_\_\_\_\_ PUERTA: \_\_\_\_\_  
RESPONSABLE: \_\_\_\_\_  
FECHA DE INICIO DE LLENADO: \_\_\_\_\_  
FECHA DE TERMINACION DE LLENADO: \_\_\_\_\_  
FECHA DE ENTREGA AL ALMACEN: \_\_\_\_\_

**MARCA CON UNA X LAS CARACTERISTICAS DEL RESIDUO.**



**PELIGRO  
DE  
CORROSION**



**PELIGRO  
DE  
INCENDIO**



**PELIGRO  
DE  
EXPLOSION**



**PELIGRO  
DE  
INTOXICACION**



**RADIATIVO.**

La etiqueta debe ser llenada con marcador permanente, de manera clara y legible.

Evitaras las ralladuras, tachones y sobre escritura Si te equivocas la momento de llenar la etiqueta deberás llenar otra nueva.

Todos los datos que solicita la etiqueta son indispensables. No se dejará ningún espacio en blanco.

Ya cuando se completó el llenado de la etiqueta deberás colocarla firmemente en la cara frontal del recipiente que contiene el RP.

## Bitácora de residuos.

Deberás tener un diario donde anotes los residuos que tu laboratorio genera diariamente.

Este documento facilita el manejo de los RP ya que permite hacer estimaciones acerca de la generación de RP. A partir de esas estimaciones se puede determinar el numero de recipientes que se van a requerir en un periodo de tiempo. Además sirve a manera de

---

Check list para evitar que se vaya extraviar algún RP o que se olvide al momento de la recolección dentro del laboratorio.

Una bitácora se puede realizar anotando diariamente la fecha, el nombre del RP, su composición y la cantidad generada. Es una práctica sencilla y de gran utilidad.

### Área de almacenamiento.

Debido a que las recolecciones internas de RP son una vez al mes, los RP deben permanecer dentro del laboratorio. Por ello debes destinar al menos dos áreas dentro del laboratorio para almacenarlos.

Es recomendable que realmente designes dos áreas para que puedas almacenar separados los residuos incompatibles.

Antes de colocar el residuo dentro del lugar de almacenamiento verifica que el recipiente este bien cerrado.

### ENTREGA DE UN RP.

Las recolecciones internas de RP se programaran cada semestre para realizarse una vez al mes.

El conocer las fechas en que se realizaran las recolecciones con anticipación te permite planear las entregas de tus residuos.

Antes de llevar el RP al almacén deberás llenar el formato correspondiente.

|   |   |                                    |                   |                     |
|---|---|------------------------------------|-------------------|---------------------|
|  | <b>REGISTRO DE GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS.</b> |                                    |                   |                     |
| FECHA   |   |                                    |                   |                     |
| LABORATORIO GENERADOR.  |   |                                    |                   |                     |
| UBICACION   | EDIFICIO  |                                    | PUERTA            |                     |
| RESPONSABLE DEL LABORATORIO.  |   |                                    |                   |                     |
| <b>DESCRIPCION DE LOS RESIDUOS A ENTREGAR.</b>                                      |   |                                    |                   |                     |
| NOMBRE DEL RESIDUO.   | ESTADO FISICO.  | COMPOSICION (EN VOLUMEN O EN PESO) | CANTIDAD (L o Kg) | TIPO DE RECIPIENTE. |
|   |   |                                    |                   |                     |
|   |   |                                    |                   |                     |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| <b>CONDICIONES DE LOS RESIDUOS ENTREGADOS.</b><br><i>(Esta área deberá ser llenada únicamente por algún miembro del Comité de Recolección de RP)</i> |  |  |  |  |
| Se encuentra en perfecto estado el recipiente o empaque utilizado para almacenar el RP?<br>Si                      No                                |  |  |  |  |
| Se encuentra debidamente colocada la etiqueta de identificación? Si      No  |  |  |  |  |
| Contiene la etiqueta todos los datos completos del RP? Si      No  |  |  |  |  |
| Esta el recipiente lleno por debajo del 75 % de su capacidad? Si      No   |  |  |  |  |
| <b>Entrego</b><br>(Nombre y firma)   |  |  |  |  |
| <b>Recibió</b><br>(Nombre y firma)   |  |  |  |  |

Este formato permite llevar un control de todos los RP que ingresan al almacén Deberá llenarse por computadora (sin excepciones) e incluir los datos todos los residuos que se van a entregar..

El día de la entrega puedes solicitar que pasen por tus RP en el caso de que sea muy grande el volumen de generación o tienes dificultades para transportarlos. Si el volumen de generación es pequeño puedes ir directamente a entregarlos al almacén en el día y el horario establecido.

Es tu responsabilidad llevar el formato lleno por completo y el residuo en condiciones adecuadas (recipiente, etiqueta, debidamente cerrado).

Si tienes alguna duda consulta al Coordinador del comité de Residuos Peligrosos.

### ¿QUÉ HACER EN CASO DE UN DERRAME?

Es importante que en caso de un derrame conserves la calma.

El primer paso es conocer la peligrosidad de la sustancia que se derramo, para ello tienes las hojas de seguridad.

En caso de ser una sustancia muy toxica y/o que desprende vapores tóxicos se debe evacuar a todas las personas en el sitio.

Es importante que utilices el equipo de protección personal que sugiera la hoja de seguridad y los materiales adecuados para contener el derrame y en caso necesario neutralizar la sustancia.

---

---

## **Materiales peligrosos y como combatir un derrame.**

Líquidos inflamables.

Los líquidos inflamables deben adsorberse con carbón activo u otros adsorbentes específicos que se pueden encontrar comercializados. No emplear nunca aserrín, a causa de su inflamabilidad.

Ácidos.

Los ácidos deben recogerse con la máxima rapidez, ya que tanto el contacto directo, como los vapores que se generen, pueden causar daño a las personas, instalaciones y equipos. Para su neutralización lo mejores emplear los adsorbentes-neutralizadores que se hallan comercializados y que realizan ambas funciones. Caso de no disponer de ellos, se puede neutralizar con bicarbonato sódico. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

Bases.

Se emplearán para su neutralización y recogida los productos específicos comercializados. Caso de no disponer de ellos, se neutralizarán con abundante agua con ácido clorhídrico diluido (0.1 M) o ácido sulfúrico diluido (0.1 M). Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

Mercurio (procedimiento específico).

Recoger con polisulfuro cálcico, amalgamantes (existe comercializados en forma de estropajos) o azufre. Si se ha depositado en ranuras, se puede intentar sellarlas con una laca fijadora; también es posible su recogida mediante aspiración con una pipeta Pasteur, guardando el metal recogido en un recipiente cerrado herméticamente.

La recuperación del mercurio o la neutralización de un vertido es importante ya que de esta manera se evita un foco de contaminación permanente. Téngase en cuenta que la división del mercurio en pequeñas gotas aumenta su capacidad de evaporación, junto con la cercanía de focos de calor o la incidencia de luz solar.

Otros líquidos ni inflamables ni tóxicos ni corrosivos.

Para vertidos de otros líquidos no inflamables ni tóxicos ni corrosivos se puede utilizar serrín.

| <b>PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAME</b> |  |
|--|--|
| <b>PRODUCTO O FAMILIA DERRAMADO</b>      | <b>PROCEDIMIENTO — REACTIVOS</b>                     |
| Acetiluro de calcio                      | Recoger con vermiculita seca                         |
| Ácidos inorgánicos                       | Ver procedimiento general                            |
| Ácidos orgánicos                         | Bicarbonato sódico                                   |
| Ácido fluorhídrico                       | Solución de hidróxido cálcico o de carbonato cálcico |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Alcaloides                      | Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico                         |
| Aldehídos                       | Solución de bisulfito sódico en exceso   |
| Agua oxigenada                  | Vermiculita en gran exceso   |
| Amiduros alcalinos              | Cloruro amónico en exceso  |
| Aminas alicíclicas              | Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico                         |
| Aminas alifáticas               | Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico                         |
| Aminas aromáticas               | Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico                         |
| Anhídridos de ácidos orgánicos  | Bicarbonato sódico   |
| Azoderivados                    | Solución 10% de nitrato de cerio amoniacal   |
| Bases inorgánicas               | Ver procedimiento general  |
| Bases pirimidínicas             | Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico                         |
| Borohidruros                    | Agua fría en exceso  |
| Bromuro de etidio               | Carbón activo, Amberlita XAD-16 o Azul algodón (colorante)                                   |
| Carbamatos                      | Solución de hidróxido sódico 5 M   |
| Cesio                           | Butanol o terbutanol en gran exceso  |
| Cetonas                         | Solución de bisulfito sódico en exceso. Ver también procedimiento general de inflamables     |
| Cianuros                        | Solución de hipoclorito sódico. Mantener siempre a pH básico                                 |
| Clorometilsilanos               | Agua fría en exceso  |
| Compuestos orgánicos de azufre  | Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico         |
| Diisocianatos                   | Metanol frío   |
| Etanolaminas                    | Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico                         |
| Fluoruros                       | Solución de cloruro cálcico  |
| Formol                          | Solución de hipoclorito sódico   |
| Fósforo blanco y fosfuros       | Solución de sulfato de cobre y neutralización posterior con bicarbonato o hipoclorito sódico |
| Halogenuros inorgánicos         | Bicarbonato sódico y solución de hidróxido sódico en exceso                                  |
| Halogenuros de ácidos orgánicos | Bicarbonato sódico   |
| Halogenuros orgánicos           | Solución de hidróxido sódico 10%   |
| Hidracina (hidrato)             | Solución de hipoclorito sódico   |

|   |  |
|---|--|
| Hidracinas sustituidas                  | Solución de hipoclorito sódico, bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico |
| Hidroperóxidos                          | Vermiculita en gran exceso   |
| Hidruros (en general)                   | Recoger con disolventes orgánicos. No emplear agua ni alcoholes                                      |
| Yoduro de propidio                      | Carbón activo, Amberlita XAD-16 o Azul algodón (colorante)   |
| Litio                                   | Agua en gran exceso  |
| Mercaptanos                             | Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico                 |
| Mercurio                                | Ver procedimiento específico   |
| Metales pesados y derivados en solución | Formar derivados insolubles o recoger y precipitar a continuación                                    |
| Metales carbonilados                    | Recoger con agua procurando que el pH se mantenga neutro   |
| Organometálicos                         | Recoger con disolventes orgánicos. No emplear agua ni alcoholes                                      |
| Perácidos                               | Vermiculita en gran exceso   |
| Peranhídridos                           | Vermiculita en gran exceso   |
| Perésteres                              | Vermiculita en gran exceso   |
| Peróxidos                               | Vermiculita en gran exceso   |
| Poliaminas                              | Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico                                 |
| Potasio                                 | Butanol o terbutanol en gran exceso  |
| Rubidio                                 | Butanol o terbutanol en gran exceso  |
| Silano                                  | Solución diluida de sulfato cúprico  |
| Sodio                                   | Metanol en gran exceso   |
| Sulfato de dimetilo y dietilo           | Solución de hidróxido sódico 5 M   |
| Sulfuros alcalinos                      | Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico                 |
| Sulfuro de carbono                      | Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico                 |
| Tetróxido de osmio                      | Solución de hidróxido amónico a pH 10  |
| Tioéteres                               | Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico                 |

*Fuente: "Manual de Gestión de Residuos Peligrosos", Universidad de Salamanca.*

ANEXOS DEL MANUAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS.

ANEXO a.

**RESIDUOS GENERADOS EN EL CIMAV Y SU CLASIFICACION DE ACUERDO A LA NOM-054-ECOL-1993 PARA DETERMINAR LAS INCOMPATIBILIDADES QUIMICAS.**

| <b>RESIDUO</b>                                  | <b>GRUPO</b>      |
|---|-------------------|
| AC.ACETICO                                      | 3                 |
| AC.BORICO                                       | 1                 |
| AC.CLORHIDRICO                                  | 1                 |
| AC.CLORHIDRICO+ETANOL                           | 1+4               |
| AC.FLUORHIDRICO                                 | 1 y 15            |
| AC.NITRICO                                      | 2                 |
| AC.NITRICO+AC.SULFURICO+DIOXIDO DE TITANIO      | 2+2               |
| AC.ORTOFOSFORICO                                | 1                 |
| AC.PERCLORICO                                   | 2                 |
| AC.PICRICO+H <sub>2</sub> S+AC.NITRICO          | 24 y<br>102+105+2 |
| AC.SULFHIDRICO                                  | 105               |
| AC.SULFURICO                                    | 2                 |
| ACEITE  | 101               |
| ACEITE+HEPTANO+TOLUENO+KOH                      | 101+29+16+1<br>0  |
| ACETATO DE VINILO                               | 13                |
| ACETIL ACETONATO DE TITANIO                     | 24                |
| ACETIL ACETONATO DE TITANIO,COBRE,ZINC Y ESTANO | 24                |
| ACETONA+ISOPROPANOL                             | 19+4              |
| ALCOHOL GRADO INDUSTRIAL                        | 4                 |
| ANHIDRO ACETICO                                 | 107               |
| ARSENICO  | 24                |
| BENCIL MERCAPTANO                               | 20                |
| BENZO ALFA PIRENO                               | 16                |

|   |     |
|---|-----|
| BETEX   | 16  |
| CIANURO   | 11  |
| CLOROFORMO  | 17  |
| CLORURO DE METILENO   | 17  |
| CROMATOS  | 24  |
| DECALINA  | 29  |
| DICROMATO DE POTASIO  | 24  |
| DIESEL-BODIESEL   | 101 |
| DIMETIL FORMAMIDA   | 5   |
| ETANOL  | 4   |
| ETER  | 14  |
| ETILENGLICOL  | 4   |
| GASOLINA  | 101 |
| HEXAFLOROBENCENO  | 17  |
| HEXANO  | 29  |
| HIDROCARBUROS AROMATICOS                                      | 16  |
| HIDROXIDO DE AMONIO   | 10  |
| HIDROXIDO DE SODIO  | 10  |
| HIDROXIDO DE SODIO-CLORURO DE POTASIO-AC.SULFHIDRICO          | 10  |
| METANOL   | 4   |
| MEZCLA CROMICA  | 24  |
| NITRATO DE COBRE EN SOLN ACIDA                                | 104 |
| PERMANGANATO DE POTASIO                                       | 24  |
| PINTURA   | 101 |
| PIRENO  | 16  |
| PIRIDINA  | 7   |
| POLIETILENO   | 101 |
| R. ACIDOS MINERALES NO OXIDANTES (AC. NITRICO, AC. SULFURICO) | 2   |
| R.ACIDOS ( MINERALES NO OXIDANTES) CON METALES PESADOS        | 2   |
| RESINAS EPOXICAS  | 101 |

|   |       |
|---|-------|
| SOLN ACIDA CON NIQUEL                                 | 24    |
| SOLN CENTELLANTE (AROMATICOS)                         | 16    |
| SOLN NITAL (AC. NITRICO+METANOL)                      | 2+4   |
| SOLN NITAL+AC.ACETICO                                 | 2+4+3 |
| SOLN SELENURO+CADMIO+KOH                              | 24    |
| SOLN SULFATO P-METIL DE AMINOFENOL+CARBONATO DE SODIO | 7+10  |
| SOLVENTES HALOGENADOS                                 | 17    |
| SOSA CAUSTICA   | 10    |
| SULFATO CUPRICO                                       | 24    |
| SULFATO DE PLATA                                      | 24    |
| TETRACLORURO D CARBONO                                | 17    |
| TETRAHIDROFURANO                                      | 14    |

### INSTRUCCIONES:

Se busca el residuo en la lista y se determina el grupo al que pertenece. En la tabla que a continuación se presenta se busca el grupo correspondiente y se observa los grupos de incompatibilidad y el tipo de efecto que se presenta si entran en contacto.

| Código de reactividad. | Consecuencias de la reacción  |
|------------------------|---|
| H                      | Genera calor por reacción química   |
| Γ                      | Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o de productos de la reacción      |
| G                      | Genera gases en grandes cantidades y puede elevar la presión y producir la ruptura de los recipientes cerrados. |
| gt                     | Genera gases tóxicos  |
| gf                     | Genera gases inflamables.   |
| E                      | Produce explosión debido a reacciones extremadamente vigorosas o  |

|   |   |
|---|---|
|   | suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de reacción                              |
| P | Produce polimerización violenta generando calor extremo y gases tóxicos o inflamables.                              |
| S | Solubilización de metales y compuestos metales tóxicos  |
| D | Produce reacción desconocida. Sin embargo debe tratarse como incompatibles hasta determinar la reacción específica. |

TABLA 'B' DE INCOMPATIBILIDAD

| No. | REACTIVIDAD NOMBRE DEL GRUPO   |           |          |   |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
|-----|--|-----------|----------|---|----------|----------|------|------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|-----|----|----|--------|
| 1   | Ácidos Minerales No Oxidantes  | 1         |          |   |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 2   | Ácidos Minerales Oxidantes   |           | 2        |   |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 3   | Ácidos Orgánicos   |           |          | GH  | 3        |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 4   | Alcoholes y Glicolas   | H         | HF       | HP  |          | 4        |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 5   | Aldehídos  | HP        | HP       | HP  |          |          | 5    |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 6   | Amidas   | H         | Hgt      |   |          |          |      | 6    |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 7   | Aminas Alifáticas y Aromáticas   | H         | Hgt      | H   |          |          | H    |      | 7        |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 8   | Azo y Diazo-Compuestos e Hidracinas                                      | HG        | Hgt      | HG  | HG       | H        |      |      |          | 8       |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 9   | Carbomatos   | HG        | Hgt      |   |          |          |      |      |          |         | 9       |         |         |          |     |    |    |        |
| 10  | Cáusticos  | HF        | HF       | H   |          | H        |      |      |          |         |         | 10      |         |          |     |    |    |        |
| 11  | Cianuros   | gtgf      | gtgf     | gtgf  |          |          |      |      | G        |         |         |         | 11      |          |     |    |    |        |
| 12  | Ditiocarbamatos  | HgtF      | HgtF     | HgtF  |          | gtgt     |      | D    | HG       |         |         |         |         | 12       |     |    |    |        |
| 13  | Esteres  | H         | HF       |   |          |          |      |      | HG       |         | H       |         |         |          | 13  |    |    |        |
| 14  | Eteres   | H         | HF       |   |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     | 14 |    |        |
| 15  | Fluoruros Inorgánicos  | GT        | GT       | GT  |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    | 15 |        |
| 16  | Hidrocarburos Aromáticos   |           | HF       |   |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    | 16     |
| 17  | Compuestos Orgánicos Halogenados   | Hgt       | HFgt     |   |          |          |      | Hgt  | HG       |         | Hgt     | H       |         |          |     |    |    | 17     |
| 18  | Isocianatos  | HG        | IFgt     | HG  | HP       |          |      | HP   | HG       |         | HPG     | HG      | D       |          |     |    |    |        |
| 19  | Cetonas  | H         | HF       |   |          |          |      |      | HG       |         | H       | H       |         |          |     |    |    |        |
| 20  | Mercaptanos, Sulfuros Orgánicos  | gtgf      | HFgt     |   |          |          |      |      | HG       |         |         |         |         |          |     |    |    | H      |
| 21  | Metales: Alcalinos y Alcalinotérreos Elementales y aleaciones            | gf<br>HF  | gf<br>HF | gf<br>HF  | gf<br>HF | gf<br>HF | H    | H    | gf<br>H  | gf<br>H | gf<br>H | gf<br>H | gf<br>H | gf<br>gt |     |    |    | H<br>E |
| 22  | Metales y Aleaciones en forma de talco, vapores y partículas             | gf<br>HF  | gf<br>HF | gf  |          |          |      |      | HF<br>gt | D       | gf<br>H |         |         |          |     |    |    | H<br>E |
| 23  | Metales elementales y aleaciones en forma de láminas, varillas, molduras | gf<br>HF  | gf<br>HF |   |          |          |      |      | HG<br>F  |         |         |         |         |          |     |    |    | H<br>F |
| 24  | Metales y comp. Metalic. Tóx.  | S         | S        | S   |          |          | S    | S    |          |         | S       |         |         |          |     |    |    |        |
| 25  | Nitruros   | gtHF      | HFE      | Hgt   | gtHF     | gtH      |      |      | D        | HG      | D       | gtH     | gtH     | gtH      | gtH |    |    | gtH    |
| 26  | Nitrilos   | Hgt<br>gf | HF<br>gf | H   |          |          |      |      | D        |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 27  | Nitrocompuestos  |           | HFgt     |   |          | H        |      |      | HE       |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 28  | Hidrocarburos Alifáticos no saturados                                    | H         | HF       |   |          | H        |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 29  | Hidrocarb. Alifáticos saturados  |           | HF       |   |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 30  | Peróxido e Hidroperóxido Org.  | HG        | HE       |   | HF       | HG       |      | Hgt  | HFE      | HFgt    |         | HFgt    |         |          |     |    |    | HE     |
| 31  | Fenoles y Cresoles   | H         | HF       |   |          |          |      |      | HG       |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 32  | Organofosfatos, Fosfocátos y Fosfoditricátos                             | Hgt       | Hgt      |   |          |          |      |      | D        |         | H<br>E  |         |         |          |     |    |    |        |
| 33  | Sulfuros Inorgánicos   | gtgf      | HFgt     | gt  |          | H        |      |      | E        |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 34  | Epóxidos   | HP        | HP       | HP  | HP       | D        |      | HP   | HP       |         | HP      | HP      | D       |          |     |    |    |        |
| 101 | Materiales combustibles e in- flamables                                  | HG        | HFgt     |   |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
| 102 | Explosivos   | HE        | HE       | HE  |          |          |      |      | HE       |         | HE      |         | HE      |          |     |    |    |        |
| 103 | Compuestos Polimerizables  | PH        | PH       | PH  |          |          |      |      | PH       |         | PH      | PH      | D       |          |     |    |    |        |
| 104 | Agentes Oxidantes Fuertes  | Hgt       |          | Hgt   | HF       | HF       | HFgt | HFgt | HE       | HFgt    |         | HEgt    | HFgt    | HF       | HF  | HF | HF | Hgt    |
| 105 | Agentes Reductores Fuertes   | Hgt       | HFgt     | Hgt   | gtHF     | HgtF     | Hgt  | Hgt  | HG       |         |         |         | Hgt     | HF       |     |    |    | HE     |
| 106 | Agua y Mezclas Conteniendo Agua  | H         | H        |   |          |          |      |      | G        |         |         |         |         |          |     |    |    | HG     |
| 107 | Sustancias Reactivas al Agua   |           |          | "EXTREMADAMENTE REACTIVO, NO SE MEZCLE CON NINGUN RESIDUO O MATERIAL QUIMICO" |          |          |      |      |          |         |         |         |         |          |     |    |    |        |
|     |  | 1         | 2        | 3   | 4        | 5        | 6    | 7    | 8        | 9       | 10      | 11      | 12      | 13       | 14  | 15 | 16 | 17     |



ANEXO b.

**RESIDUOS GENERADOS EN EL CIMAV Y SUS INCOMPATIBILIDADES QUIMICAS..**

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| ACETATO DE AMONIO                 | Agentes Oxidantes Fuertes y Ácidos fuertes.<br>Peligro de incendio y explosión por calentamiento o cambio de presión Reacciona con Flúor, oxidantes, cloro y bajo influencia de luz originando riesgo de incendio o explosión Reacciona con plata, cobre, mercurio y sus sales formando acetiluros sensibles al choque. Evitar nitratos y ácidos fuertes. |
| ACETATO DE SODIO                  |   |
| ACETATO DE ZINC                   | Mantener alejado de agentes oxidantes, sales de zinc en general, alcalis, carbonatos, oxalatos, fosfatos y sulfitos.<br>Agentes oxidantes fuertes.<br>Evitar oxidantes fuertes a altas temperaturas.  |
| ACETATO DE ZIRCONIO DIL (SA)      |   |
| ACETATO DE CALCIO (SA)            |   |
| ACETIL ACETONATO DE ZIRCONIO (SA) | Evitar condiciones de humedad, agentes oxidantes fuertes y ácidos fuertes.  |
| ANTICONGELANTE                    | Productos de descomposición peligrosos. Evitar pirolisis o combustión   |
| DIBENZOTIOFENO                    | Agentes oxidantes.  |
| BOROHIDRURO DE SODIO              | Evitar el calor, ácidos, agua, oxidantes e hidróxidos alcalinos.  |
| CLORURO FERRICO                   | Metales, cloruro de alilo, sodio y potasio.   |
| DIMETILAMINOPIRIDINA              | Oxidantes fuertes y agentes ácidos  |
| HIDROXIDO DE MAGNESIO             | Ácidos, anhídrido maleico, fósforo y potasio.   |
| N-BISFENOL-A                      | Reacciona violentamente con anhídridos de ácidos, cloruros ácidos, bases fuertes y oxidantes fuertes.   |
| SOLN AC. ORTOFOSFORICO            | Cáusticos fuertes. Reacciona con metales produciendo gas hidrógeno inflamable. No mezclar con soluciones que contengan lejía o amoniaco.  |
| SOLN. AZUL DE METILENO            | Cáusticos, dicromatos, agentes oxidantes fuertes, agentes reductores fuertes y yoduro alcalino.   |

---

|       |              |    |
|-------|--------------|----|
| 10.   | ANEXOS.....  | 66 |
| 10.1. | ANEXO 1..... | 66 |
| 10.2. | ANEXO 2..... | 93 |