

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**Universidad de El Salvador**  
*Hacia la libertad por la cultura*

**PROPUESTA DE UN MANUAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS  
DESECHOS QUIMICOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

**JUAN CARLOS AMAYA RIVERA**

**ANA MARTA JOSEFINA RODRIGUEZ MONTES**

**PARA OPTAR AL GRADO DE :**

**LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA**

**AGOSTO 2008**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ.

**SECRETARIO GENERAL:**

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO:**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIA:**

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

## **COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION**

### **COORDINADORA GENERAL:**

Lic. Maria Concepción Odette Rauda Acevedo

### **ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: CALIDAD AMBIENTAL**

Lic. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez

### **ASESORA DE ANALISIS DE ALIMENTOS: MICROBIOLOGICO**

MSc. María Evelyn Sánchez de Ramos.

### **DOCENTE DIRECTORA:**

MSc. Edith Alicia Torres de Cantón

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **- A Dios y a la Santísima Virgen María.**

Por escuchar nuestras oraciones y acompañarnos en todo momento.

### **- A nuestra asesora: MSc. Edith Alicia Torres de Cantón**

Por orientarnos en nuestro trabajo y brindarnos su comprensión.

### **-A nuestros Maestros: Dra. Blanca Berganza**

Lic. José caballero

Lic. Mario Santamaría

Por brindarnos sus conocimientos, consejos y apoyo en nuestra formación académica y personal.

### **-A nuestra Maestra y Amiga : Licda. Isabel Sorto de Alarcón**

Por brindarnos sus conocimientos y apoyo.

### **-A nuestro amigo y consejero: Alberto Berganza**

Por brindarnos su amistad y conocimientos.

### **- A las diferentes facultades y laboratorios.**

Por colaborar con nuestro trabajo de campo.

**DEDICADA A:**

**- A Dios:**

Por las bendiciones recibidas a lo largo de toda mi vida y por ser la fuerza que me impulsa y me ayuda a superar todos los obstáculos.

**- A la Santísima Virgen Maria:**

Por ser mi protección y refugio en los momentos mas difíciles.

**-A mis Padres:** Mercedes Rivera de Amaya

Juan Arnoldo Amaya Nolasco

Por que con su amor y ejemplo me ayudaron a ser la persona que soy.

**- A mis Hermanos:** José Arnoldo Amaya Rivera

Rolando Antonio Amaya Rivera

Por que siempre están conmigo apoyándome y me dan la fuerza para no rendirme.

**-A mis Amigos:** Por su ayuda y por aconsejarme en los momentos de duda.

Juan Carlos Amaya Rivera. 2008

**TESIS DEDICADA A:**

- **A Dios:** Por ser la fuerza que me ayuda a superar los obstáculos de la vida.

- **A mis padres:** Gonzalo Ernesto Rodríguez Carrillo

Ana Adela Montes de Rodríguez

Padre y Madre recibid el fruto de nuestros esfuerzos, desvelos y sacrificios.

Su hija que les estará eternamente agradecida.

Amor profundo.

- **A mis hermanos:** Lic. Oscar Atilio Rodríguez Montes

Ing. Gonzalo Ernesto Rodríguez Montes

Por ser una razón más de mis esfuerzos.

Cariño y respeto.

-**A mi Abuelita:** Adela López de Granadino.

Por su profundo amor y apoyo.

Cariño y Respeto.

-**A mi Cuñada Y Sobrinas:** Ing. Lorena Cordero de Rodríguez; Mariana

Michelle Rodríguez Cordero y Valeria Beatriz Rodríguez Cordero

Quien con su sabiduría, consejos e incondicional apoyo, me llevaron a la cima de mis aspiraciones.

Cariño y Gritud.

-**A mi Novio:** Lic. Marvin Horacio Chávez Sifontes.

Por ser un apoyo fundamental en mi formación académica y personal.

Amor y Respeto.

**En memoria :**

**Mi Abuelito:**

Atilio Granadino Morán.

(Q.D.D.G.)

“Que la luz de tu estrella sea el faro que ilumine mi camino; pues en mi corazón siempre vivirás”

Ana Marta Josefina Rodríguez Montes. 2008

## ÍNDICE

ABREVIATURAS

RESUMEN

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION xxiv

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS

CAPITULO III

3.0 MARCO TEORICO 30

CAPITULO IV

4.0 DISEÑO METODOLOGICO 47

CAPITULO V

5.0 Resultados y análisis de resultados 53

5.1 Resultados de la entrevista. 53

5.2 Interpretación y discusión de Resultados. 55

CAPITULO VI

6.0 Manual 64

-Introducción 68

-Objetivos 69

-Marco jurídico 70

-Alcance 71

-Medidas de seguridad en el laboratorio 72

-Clasificación de los desechos químicos	75
-Desechos no peligrosos	75
-Desechos peligrosos	76
-Prevención de la contaminación	77
-La Producción más limpia conceptos y estrategias	77
-Evaluación de la producción más limpia en un Laboratorio	78
-Principios de la producción más limpia	79
-Minimización de los desechos químicos para una producción más limpia	80
-Reducción en la fuente	80
-Cambio de reactivos	80
-Cambio de procedimientos de operación	81
-Implementación de políticas rígidas de Procedimientos	81
-Reciclo	82
-Tratamiento en el punto de generación, el laboratorio	83
-Ventajas de la Producción más limpia	83
-Química verde	84
-Función de la química verde	86
-Principios de la química verde	86
-Química a micro escala	89
-Ventajas de la Química a Micro escala	90
-Principios de la Química a Micro escala	91
-Ejemplos de Química a Micro escala	94

-Ejemplos de Química a Micro escala Facultad de Química y Farmacia	
Universidad de El Salvador. Laboratorio de Química Orgánica	100
-Métodos de tratamiento para desechos Químicos	105
-Tratamiento Químico para: acetato de etilo	106
-Tratamiento Químico para: acetona	107
-Tratamiento Químico para: ácido clorhídrico	108
-Tratamiento Químico para: ácido nítrico	109
-Tratamiento Químico para: amidas	110
Tratamiento Químico para: aminas	111
-Tratamiento Químico para: amoniaco	113
-Tratamiento Químico para: anhídridos y cloruros de ácidos	116
-Tratamiento Químico para : arsénicos, compuestos	118
-Tratamiento Químico para : azida de sodio	119
-Tratamiento Químico para: benceno	121
-Tratamiento Químico para : berilio, compuestos	123
-Tratamiento Químico para: bromo	125
-Tratamiento Químico para: bromuro de etidio	127
-Tratamiento Químico para: Cadmio	133
-Tratamiento Químico para: cianuro de hidrogeno y cianuros	134
-Tratamiento Químico para: cloroformo	138
-Tratamiento Químico para: cromatos y dicromatos	140
-Tratamiento Químico para: dicromato de potasio	142

-Tratamiento Químico para: estroncio, compuestos	144
-Tratamiento Químico para: etanol	145
-Tratamiento Químico para: éter etílico	147
-Tratamiento Químico para: fluoruros inorgánicos	149
-Tratamiento Químico para: fósforo tricloruro, fósforo pentacloruro, fósforo - pentóxido	150
-Tratamiento Químico para: hexano	151
-Tratamiento Químico para: hidracinas	153
-Tratamiento Químico para: hidróxido de sodio	154
-Tratamiento Químico para: hidruros	155
-Tratamiento Químico para: hipoclorito de sodio	156
-Tratamiento Químico para: mercaptanos	158
-Tratamiento Químico para: mercurio, elemento y compuestos	159
-Tratamiento Químico para: metanol	161
-Tratamiento Químico: neutralización	163
-Tratamiento Químico: neutralización con una base.	164
-Tratamiento Químico: neutralización con un ácido	165
-Tratamiento Químico para: nitrilos	166
-Tratamiento Químico para: organometálicos, compuestos	168
-Tratamiento Químico para: oxidación	170
-Tratamiento Químico para: permanganato de potasio	171
-Tratamiento Químico para: peróxido de hidrógeno (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	173

-Tratamiento Químico para: plomo y sales de plomo	174
-Tratamiento Químico: reducción	178
-Tratamiento Químico para: sodio metálico	180
-Tratamiento Químico para: sulfuros	182
-Tratamiento Químico para: sulfuros inorgánicos	186
-Tratamiento Químico para: sulfuros orgánicos	187
-Tratamiento Químico para: talio, compuestos	188
-Tratamiento Químico para: tolueno	190
-Tratamiento Químico para: yodo	192
-Documentos de seguridad para laboratorios	194
-Etiquetado de sustancias y preparados	194
-Etiqueta para reactivos químicos	194
-Etiqueta para desechos químicos	195
-Peligrosidad de los productos químicos, categorías de peligro	195
-Frasas R	195
-Frasas S	195
-Ficha de datos de seguridad	196
-Composición de la ficha de datos de seguridad	196
-Objetivos de la Ficha de datos de seguridad.	197
-Ejemplo de una hoja de seguridad.	199
-Almacenamiento de reactivos químicos	220
-Bodega de reactivos	220

-Principios básicos para almacenar reactivos	220
-Reducción de las existencias al mínimo	221
-Establecimiento de separaciones	221
-Aislamiento o confinamiento de ciertos productos	222
-Disposición de instalaciones adecuadas	223
-Criterios de incompatibilidad	223
-Estrategias y almacenamiento	224
-Almacenamiento de pequeñas cantidades	231
CAPITULO VII	
7.0 Conclusiones	234
CAPITULO VIII	
8.0. Recomendaciones	237
Bibliografía	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO N°

1. Entrevista
2. Cuestionario
3. Material para química a micro escala
4. Ejemplo de una etiqueta para reactivos químicos.
5. Vías de entrada al organismo de sustancias toxicas
6. Etiqueta para desechos químicos
7. Símbolos para identificar las propiedades fisicoquímicas y toxicologicas de los reactivos químicos
8. Frases R
9. FRASES S
10. Norma salvadoreña CONACYT agua. Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.
11. Condiciones de almacenamiento para reactivos químicos
12. Medidas de seguridad en caso de fuga o derrames.
13. Incineración
14. Identificación de residuos de la EPA
15. Códigos de residuos peligrosos de la para flujos de residuos comúnmente generados por los generadores de pequeñas cantidades.

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N°</b>	<b>Pagina</b>
1. Tipos de efectos tóxicos provocados por sustancias químicas.	34
2. Resultados del número de personas de las facultades de la Universidad de El Salvador donde se ocupan reactivos químicos.	49
3. Resultados de la entrevista	53
4. Resultados pregunta N° 1 (cuestionario)	55
5. Resultados pregunta N° 2 (cuestionario)	56
6. Continuación resultados pregunta N° 2 (cuestionario)	57
7. Resultados pregunta N° 3	57
8. Continuación resultados pregunta N° 3 (cuestionario)	58
9. Resultados pregunta N° 4	59
10. Resultados pregunta N° 5	59
11. Continuación Resultados pregunta N° 5	60
12. Resultados pregunta N° 6	61
13. Resultados pregunta N° 7	62
14. Resultados pregunta N° 8	62
15. Tratamiento de desechos químicos, Facultad de Química y Farmacia.	103

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA Nº</b>	<b>Pagina</b>
1. Eliminación de desechos químicos en la naturaleza.	31
2. Vías de penetración de químicos en el organismo.	37
3. Laboratorio de Química General Universidad de Valencia.	94
4. Determinación de la entalpía de neutralización	96
5. Síntesis de un compuesto orgánico, acetanilida	97
6. Valoración ácido-base con bureta de 25mL	98
7. Valoración ácido-base con pipeta de 5mL	98
8. Destilación de dos líquidos en tubos de Eppendorf	99
10. Electrólisis del yoduro de potasio (KI)	99
11. Incompatibilidades de almacenamiento de algunos productos químicos peligrosos	222

## ABREVIATURAS

ACGIH	: American Conference of Governmental Industrial Hygienist Conferencia americana de higienistas industriales gubernamentales.
AFFF	: Aqueous Film Forming Foam Película acuosa formadora de espumas.
AFFF/ACT	: AFFF + Alcohol Type Concentrate AFFF+concentrado tipo alcohólico
BCF	: Bioconcentration Factor Factor de bioconcentración.
BOD	: Biological Oxygen Demand Demanda biológica de oxígeno.
C	: Ceiling Value (of OEL or TLV) Valor techo
CAS	: Chemical Abstract Service Servicio del Chemical Abstract.
CEFIC	: Conseil Europeen des Fedrations de l'Industrie Chimique Consejo Europeo de las federaciones de la industria química.
CEU	: Commission of the European Union Comisión de la Unión Europea.
CENSALUD	: Centro de Investigación y Desarrollo en Salud..
COD	: Chemical Oxygen Demand Demanda química de oxígeno.
CSI	: Chemical Substances Inventory I Inventario de sustancias químicas.
CSN	: Consejo de Seguridad Nuclear.
CSST	: Commission de la Santet de la Securite du Travail Comisión de la salud y seguridad del trabajo.
D	: Diluir y tirar en el drenaje.
DE	: Destilar
DH	: Lavar con el solvente adecuado y deshidratar con calor.

E	: Entregar al profesor.
EC	: European Community Comunidad Europea.
EINECS	: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances Inventario europeo de sustancias químicas que existen en el mercado
EPA	: Environmental Protection Agency Agencia de Protección del medio. Ambiente.
EU	: European Union Unión Europea.
F	: Recipiente específico.
FDS	: Food Drugs
IARC	: International Agency for Research on Cancer Agenc. Inter. Invest. Cancer
ICSC	: International Chemical Safety Card Fichas de seguridad.
ILO	: International Labour Office Oficina internacional del Trabajo OIT.
IRPTC	: International Register of Potentially Toxic Chemicals Registro internacional de productos químicos potencialmente tóxicos
IUPAC	: International Union of Pure and Applied Chemistry Unión internacional de Química pura y aplicada.
ISO	: International Organization for Standardization.
LC50	: Lethal Concentration 50 Concentración letal al 50%.
LD50	: Lethal Dose 50 Dosis letal al 50%.
LEL	: Lower Explosive Limit Límite inferior para explotar LogPow: Logarithm of the octanol/water partition coefficient Logaritmo del coeficiente de reparto octanol/agua.

MAK	: Maximale Arbeitsplatz Konzentration Conc. máx. en lugar de trabajo
N	: Neutralizar.
NFPA	: National Fire Protection Association Asociación. Nacional de protección contra el fuego
NIOSH	: National Institute for Occupational Safety and Health (USA) Instituto nacional para la salud y la seguridad en el lugar de trabajo
OEL	: Occupational Exposure Limits Límites de exposición en el trabajo
OEL/???	: OEL combined with ??? abbreviation Límites de exposición en el trabajo
OSHA	. Administración de seguridad y salud ocupacional
P	: Percutaneous (with PDK-absorption through skin) A través de la piel.
PDK	: Predel'no Dopustimeye Kotsentratsi (USSR - Maximum Allowable Concentration) Concentración máxima permitida.
PML ó P+L	. Producción más limpia.
PNUMA	: Programa Ambiental Naciones Unidas.
R	: Risk - European Union System Sistema de riesgo de la Unión Europea
RC	: Rehusar.
RIP	: Residuo industrial peligroso.
RIR	: Relative Inhalation Risk Relativo riesgo de inhalación.
RTECS	: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances Registro de efectos tóxicos de sustancias químicas.

S	Safety - European Union System Sistema de seguridad de la U. Europea.
SADT	: Self-Accelerating Decomposition Temperature Temperatura de descomposición autoacelerada.
STEL	: Short-Term Exposure Limit Limite de exposición durante breve tiempo.
T	: Tirar bote de basura.
TEC	: : Transport Emergency Card Ficha de emergencia en el transporte.
TLV	: Threshold Limit Value Valor umbral límite (valor límite ambiental).
TSCA	: Toxic Substances Control Act Ley de control de sustancias tóxicas.
TWA	: Time Weighted Average promediado en el tiempo.
UN	: United Nations Naciones Unidas(ONU).
UNCETDG	: United Nations Committee of Experts on Transport of Dangerous Goods Comité de las Nac. Unidas de expertos en transp. de sust. Peligrosas.
UNEP	: United Nations Environment Programme Programa de M. A. de la ONU.
WHO	: World Health Organization Organización mundial de la Salud (OMS).

## RESUMEN

Con la finalidad de contribuir a disminuir la contaminación ambiental se elaboro el presente manual para que pueda ser usado como una guía para disminuir la contaminación en los laboratorios donde se usan reactivos químicos en La Universidad de El Salvador . Para la elaboración de éste se realizo primeramente una entrevista, seguidamente la encuesta en los laboratorios de las Facultades de Química y Farmacia, Facultad de Medicina, Facultad de Odontología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas y el centro de investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD).

En dicho manual se presentan las medidas de seguridad que se deben tomar en cuenta al trabajar con reactivos químicos, así también se mencionan metodologías preventivas para disminuir los desechos químicos poniendo en practica La producción mas limpia , la química verde y la química a micro escala estas tres disciplinas relacionadas íntimamente cumplen con el principio de las tres R ( Reducir, Recuperar y Reciclar ).Los métodos de tratamiento que se anotan son sencillos y fáciles de realizar.

En conclusión debido a que los resultados de la investigación de campo manifestaron que no se cuenta con información para tratar lo desechos y almacenamiento de reactivos se propone la implementación del uso de este manual como una herramienta para contribuir a disminuir la contaminación en los laboratorios antes mencionados y otros que se implementen en esta Universidad.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCIÓN

Los problemas del medio ambiente, la necesidad del desarrollo sostenible y ecológicamente sustentable y la implementación de una educación ambiental en los procesos educativos han pasado a ocupar el centro de las preocupaciones del mundo contemporáneo.

La forma irracional de la interacción entre el hombre y el medio ambiente genera los llamados problemas ambientales. Con frecuencia sólo se concede importancia y significación a aquellos fenómenos llamativos o impactantes como la lluvia ácida, el efecto invernadero, desconociendo acciones cotidianas negativas cuyo origen es la falta de una consecuente educación ambiental.

La educación ambiental centrada en la solución de problemas específicos ha llegado a ser de especial interés para los profesionales, a fin de desarrollar sus conocimientos sobre el medio ambiente y potenciar las capacidades que le permitirán encontrar soluciones a los problemas de contaminación <sup>(10)</sup>. Teniendo presente que educar es una función primordial y que el laboratorio es un lugar idóneo para promover y fomentar cambios, se propone la implementación de técnicas enfocadas en disminuir la cantidad de desechos químicos en los laboratorios.

Para contribuir con la protección del medioambiente, se realizó una investigación bibliográfica y de campo en las facultades que desarrollan prácticas de laboratorio las cuales son: Facultad de Medicina, Facultad de Odontología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ingeniería y

Arquitectura, Facultad de Química y Farmacia, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas; y laboratorios dependientes de oficinas centrales (CENSALUD). Además para comprender la situación actual de la investigación se tomaron en cuenta antecedentes internacionales y nacionales.

En algunas facultades de la Universidad de El Salvador se realizan prácticas de laboratorios, caracterizadas por el uso de un número relativamente amplio y variable de reactivos químicos produciendo una considerable cantidad de desechos químicos contaminantes. En tales casos habrá que decidir si son o no peligrosos, por ello se debe efectuar la identificación de desecho de acuerdo con las leyes vigentes.

En la mayoría de los casos estos desechos son peligrosos para la salud y el medio ambiente, aunque el volumen de desechos que se generan en los laboratorios es generalmente pequeño en relación proveniente del sector industrial, no por ello se debe ignorar el problema.

Las adecuadas condiciones de trabajo en los laboratorios incluyen el control, tratamiento, y eliminación de los desechos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio, por lo tanto, dentro del presupuesto de operación de los laboratorios debe considerarse el costo del tratamiento de los desechos químicos. También se debe contar con políticas y lineamientos de manejo de desechos químicos, manuales de procedimientos para desechos químicos, auditorías periódicas

para controlar la efectividad del sistema, evitar la acumulación de desechos químicos peligrosos y realizar una disposición final adecuada.

Los desechos químicos generados en los laboratorios de la Universidad de El Salvador son la causa para considerar la investigación de métodos que pueden ser implementados en las diferentes facultades tomando en cuenta las condiciones que se cuentan actualmente.

Por las causas antes expuestas, se presenta una recopilación de información orientada en el conocimiento y así mejorar la calidad del medioambiente de la Universidad de El Salvador, para lo cual se proponen metodologías simples que con un poco de voluntad y conciencia ambiental contribuyan a disminuir el deterioro del medio ambiente.

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Propuesta de un manual de tratamiento para el manejo integral de los desechos químicos generados en los laboratorios de la Universidad de El Salvador.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 2.2.1 Diagnosticar la forma de almacenamiento de los reactivos químicos en los laboratorios de la Universidad de El Salvador.
- 2.2.2 Investigar la forma de tratamiento que se le da a los desechos químicos generados en los laboratorios antes de su disposición final.
- 2.2.3 Realizar un diagnóstico de las medidas de seguridad que se toman al trabajar con los reactivos químicos.
- 2.2.4 Recomendar medidas de seguridad que se apliquen en los laboratorios para evitar accidentes.
- 2.2.5 Proporcionar lineamientos para almacenar adecuadamente los reactivos químicos.
- 2.2.6 Aportar métodos de tratamiento para los desechos químicos.
- 2.2.7 Elaborar un manual de seguridad y tratamiento para los desechos químicos.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEÓRICO

Los productos químicos forman parte de la vida cotidiana. En el mundo hay de 5 a 7 millones de distintos productos químicos conocidos. Al año se producen al menos 400 millones de toneladas de productos químicos en el mundo, entre ellos, productos químicos para la agricultura, aditivos de los alimentos, medicinas, combustibles para la producción de energía, productos químicos de consumo y reactivos químicos utilizados en los laboratorios etc. No se sabe nada o muy poco acerca de las posibles consecuencias inmediatas o a largo plazo en la salud de la mayoría de los reactivos químicos que se utilizan en el lugar de trabajo. La realidad es que se sabe muy poco acerca de las posibles consecuencias inmediatas o a largo plazo de la inmensa mayoría de los reactivos químicos que se utilizan y se están concibiendo en la salud de los trabajadores y de los estudiantes que los utilizan en el lugar de estudios y que, a pesar de ello, se les sigue pidiendo que trabajen con sustancias potencialmente tóxicas (venenosas o dañinas para el estudiante). En algunos países en desarrollo, a menudo se pide a los alumnos que utilicen reactivos químicos tóxicos que han sido prohibidos en países desarrollados por sus consecuencias dañinas. En la mayoría de los países desarrollados, los estudiantes que utilizan esos mismos reactivos químicos se visten empleando

vestimentas de seguridad, con ropa de protección para evitar la contaminación de los reactivos químicos y se les facilitan instalaciones para lavarse y se les somete a controles médicos periódicos.

Los desechos químicos que se arrojan en la naturaleza pueden provocar graves problemas para los seres humanos y el medio ambiente.(ver figura No 1)

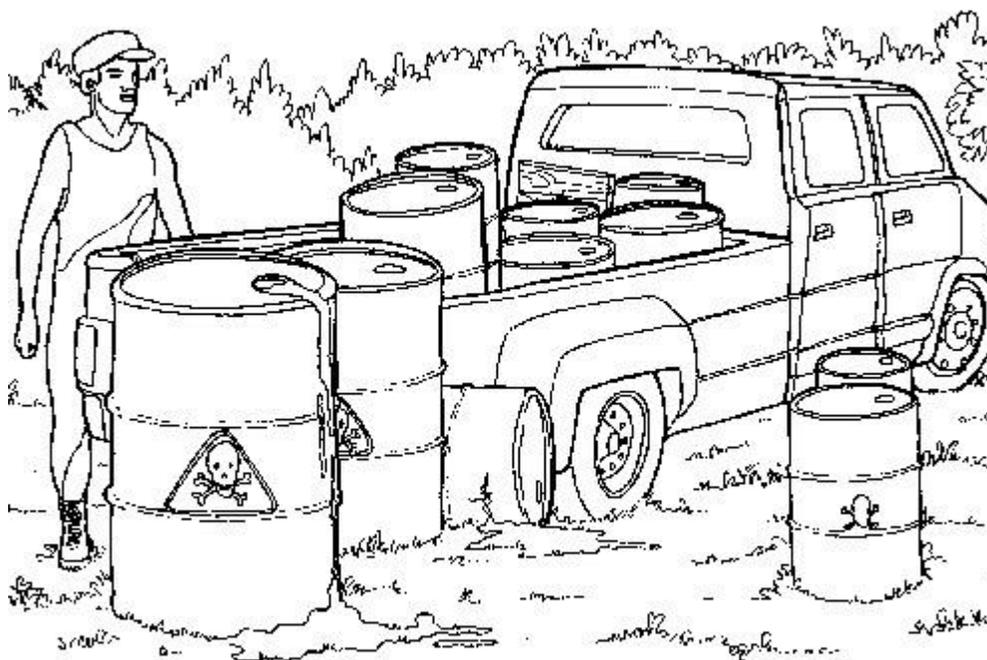


Figura No.1 Eliminación de desechos químicos en la naturaleza.

No importa que tipo de desechos químicos se trate, las consecuencias pueden ser graves problemas de salud a los estudiantes (que normalmente no conocen los peligros de los desechos químicos), la comunidad universitaria y daños

permanentes para el medio ambiente. Aquí existen leyes estrictas sobre eliminación de desechos químicos para proteger a las personas y al medio.

### **Puntos que hay que recordar:**

Los químicos forman parte de la vida cotidiana. Todos los años se producen en el mundo por lo menos 400 millones de toneladas de desechos químicos. No se tiene información sobre las posibles consecuencias inmediatas o a largo plazo en la salud de la mayoría de los reactivos químicos que se utilizan y conciben, a pesar de lo cual aún se sigue pidiendo a los trabajadores y a los estudiantes que utilicen sustancias que pueden ser tóxicas. Hoy día, casi todos los trabajadores y estudiantes están expuestos a algún tipo de riesgo químico, porque se utilizan reactivos químicos en casi todas las facultades de la Universidad de El Salvador. Así, por lo tanto es importante conocer más sobre los reactivos químicos con los que se trabaja.

### **Vías de penetración y consecuencias en la salud**

Se utilizan habitualmente múltiples reactivos químicos. Los reactivos químicos se pueden describir de distintas maneras, por ejemplo, por sus consecuencias en el trabajador y en los estudiantes (si el reactivo químico es corrosivo o provoca dermatitis, etc.), o por su forma material (es decir, si se trata de un polvo, un humo, un vapor, un gas, etc.).

Los productos químicos pueden penetrar en el organismo por las siguientes

vías :

-Inhalación a través de los pulmones.

-Absorción a través de la piel.

-Ingestión a través de la boca.

Una vez que un reactivo químico penetra en el organismo, puede provocar distintos efectos perjudiciales, entre ellos efectos inmediatos (agudos) o a largo plazo (crónicos), que pueden no aparecer hasta años después de la exposición.

Los desechos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas, según la naturaleza del producto y la vía de la exposición.

¿Qué tipos de efectos puede tener un producto químico tóxico? Hay distintos factores que determinan el tipo de efecto tóxico que puede provocar un producto químico:

-La composición química de la sustancia peligrosa (algunas sustancias son más peligrosas que otras, por su estructura química).

-La forma material del producto químico (polvo, vapor, líquido, etc.).

-La vía de penetración del producto químico en el organismo (los productos químicos tienen distintas vías de penetración).

Algunos pueden entrar en el organismo por más de una vía. Según la vía de penetración, se producen distintos efectos en la salud, (ver figura No 2 ). -

Los tejidos y órganos concretos en los que el producto químico se acumula o localiza.

-La frecuencia, la concentración y la duración de la exposición.

-La reacción de cada trabajador y del estudiante al producto químico, que puede variar mucho de una persona a otra.

El cuadro 1 muestra algunos de los tipos de efectos tóxicos que determinadas sustancias químicas pueden provocar. En el cuadro se indica la propiedad tóxica del producto (por ejemplo, si es carcinógeno, venenoso, provoca una reacción alérgica, etc.), la parte del organismo a la que afecta, cuánto tarda en desarrollarse la afección, el tipo de efecto que el desecho químico ocasiona y algunos ejemplos de productos que provocan esos efectos.

Cuadro No.1 TIPOS DE EFECTOS TÓXICOS PROVOCADOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS

EJEMPLO	PROPIEDAD TOXICA	TIEMPO QUE TARDA EN APARECER LA AFECCION	EFECTO	PARTE DEL ORGANISMO AFECTADA
Amoníaco, ácido sulfúrico, óxido de nitrógeno, sosa cáustica.	Irritante o corrosiva	De unos minutos a varios días	Inflamación, quemaduras y ampollas de la zona expuesta. Con frecuencia se cura tras una exposición aguda. La exposición crónica puede provocar daños permanentes.	Cualquiera, pero normalmente los ojos, los pulmones y la piel
Polvo de bauxita, amianto, bagazo	Fibrógena	Años	Pérdida gradual acumulada de la función de los pulmones que provoca discapacidad y muerte si hay una exposición crónica.	Normalmente los pulmones
Diisocianato de tolueno (DIT), endurecedores por aminas para resinas epóxido.	Alérgica	De días a años	En los pulmones puede provocar enfermedades crónicas similares al asma e incapacidad permanente. En la piel puede producir dermatitis profesional.	Cualquiera, pero frecuentemente los pulmones y la piel.
Ácidos muy ionizados, álcalis, detergentes, tetracloruro de carbono,	Dermatítica	De días a años.	Sarpullidos con inflamación y descamación de la piel. Puede proceder de una exposición crónica a productos	Según la piel.

Continuación cuadro N°1

tricloroetileno.			irritantes, agentes alergénicos, solventes o detergentes.	
2-naftilamina, algunos alquitranes y aceites, benzidina, amianto.	Carcinógena	De 10 a 40 años.	Cáncer en el órgano o el tejido afectado. A largo plazo, puede provocar muerte prematura.	Cualquier órgano, pero frecuentemente la piel, los pulmones y la vesícula.
Tetracloruro de carbono, mercurio, cadmio, monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno.	Venenosa	De pocos minutos a muchos años.	Muerte de células de órganos vitales con imposibilidad del órgano de desempeñar importantes funciones biológicas. Puede ocasionar la muerte.	Cualquier órgano, pero frecuentemente el hígado, el cerebro y los riñones.
Acetileno, dióxido de carbono	Asfixiante	Minutos	Los gases sustituyen el contenido normal de oxígeno del aire.	Pulmones
Benceno, anilina, nitrobencina	Irritante	De unos minutos a unos días.	Irritación gástrica con náuseas y vómitos, vértigos y trastornos de la visión.	Pulmones cualquier órgano. Sistema nervioso central

La figura No.2 Ilustra como pueden penetrar los productos químicos en el organismo y los efectos que pueden provocar una vez dentro de él. Muestra las diferentes vías de penetración de los productos químicos en el cuerpo. La figura muestra los distintos órganos y tejidos que pueden resultar afectados por determinadas sustancias químicas tóxicas.

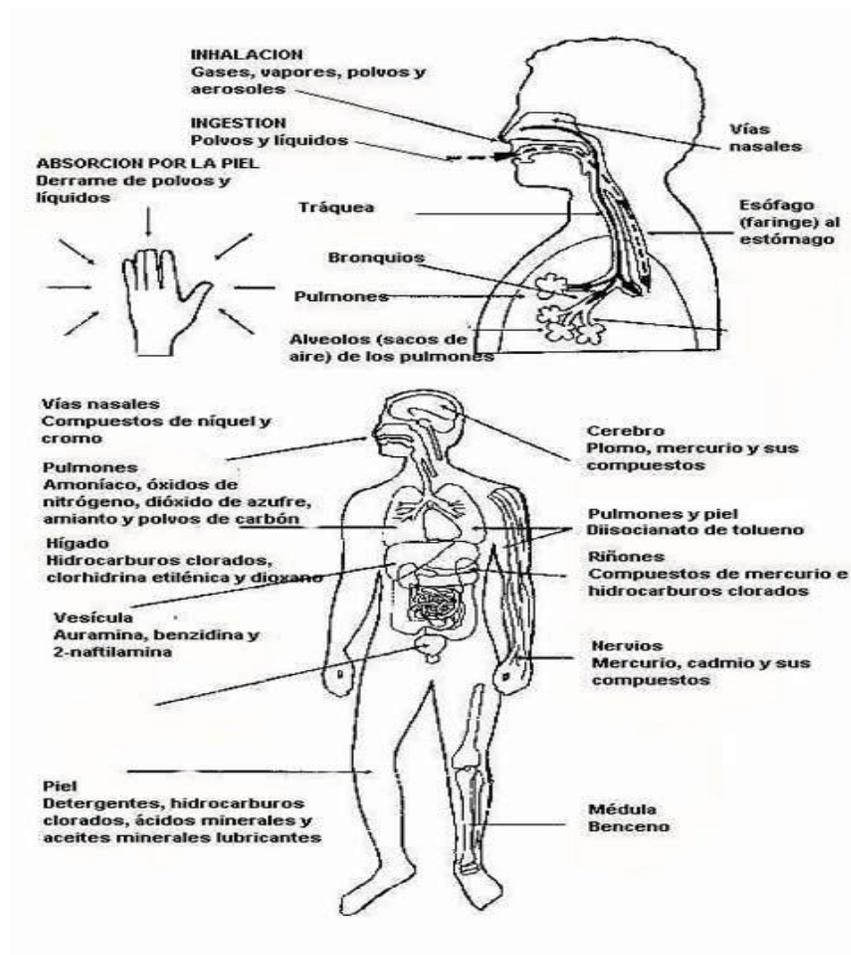


Figura N° 2 Vías de penetración de químicos en el organismo

Es importante saber que los estudiantes pueden tener distintas reacciones fisiológicas a los productos químicos, de la misma manera que las personas pueden tener distintas reacciones ante diferentes medicinas, alimentos, etc.

### **3.1 CLASIFICACION DE LOS DESECHOS QUIMICOS:**

Para su estudio y su manejo, los desechos han sido agrupados en 3 grandes Categorías:

3.1.1 Desechos comunes

3.1.2 Desechos peligrosos

3.1.3 Desechos especiales

#### **3.1.1 Los desechos comunes:**

Son los generados principalmente por actividades administrativas, auxiliares, y generales, que no corresponden a ninguna de las categorías de desechos peligrosos. Son similares a los desechos de producción doméstica e implican las mismas prácticas de higiene en su manejo y transporte.

**3.1.2 Los desechos peligrosos:** Son los que se consideran sólidos peligrosos a todos los residuos producidos en la institución que de forma u otra pueden afectar la salud humana o animal y el medio ambiente. Estos desechos peligrosos <sup>(12)</sup> se dividen en tres:

bioinfecciosos, químicos y radiactivos.

### **3.1.2.1 Los desechos químicos:**

Son desechos generados durante las actividades realizadas en los laboratorios. Constituyen un peligro para la salud por sus características propias tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad.

También se incluyen en esta categoría los fármacos vencidos que presentan características similares de peligrosidad.

**3.1.3 Desechos especiales:** Son los que no están incluidos en las dos categorías anteriores y por alguna características particular necesitan un manejo diferente que se debe definir para cada caso :

Se consideran desechos especiales, entre otros :

- 1) Desechos de gran tamaño o de difícil manejo.
- 2) Contenedores presurizados.
- 3) Desechos provenientes de la construcción de obras civiles.
- 4) Fármacos vencidos que no clasifican como peligrosos.
- 5) Maquinaria obsoleta

## **3.2 TIPOS DE REACTIVOS QUÍMICOS QUE SE ENCUENTRAN EN LOS LABORATORIOS.**

La forma material de reactivo químico puede influir en cómo penetra en el organismo y, en alguna medida, en el daño que provoca. Las principales formas materiales de los reactivos químicos son sólidos, polvos, líquidos, vapores y gases.

### **3.2.1 Sólidos**

Los sólidos son las formas de los reactivos químicos que es menos probable que ocasionen envenenamiento químico, aunque algunos sólidos químicos pueden provocar envenenamiento si tocan la piel o pasan a los alimentos cuando se ingieren. Es importante la higiene personal para no ingerir sólidos químicos. El mayor peligro de los sólidos es que al combinarse con otros reactivos químicos o ser expuestos a condiciones extremas de calor, estos pueden cambiar sus propiedades fisicoquímicas y generar una forma peligrosa y dañina para la salud. Por ejemplo: La espuma de poliuretano es una sustancia segura en su forma sólida normal, pero si arde desprende gases mortales.

Los reactivos químicos en forma sólida puede desprender vapores tóxicos que se pueden inhalar, y los sólidos pueden ser inflamables y explosivos, además de corrosivos para la piel.

Hay que aplicar medidas eficaces de control a los reactivos sólidos químicos, en particular en los procedimientos de trabajo que pueden transformarlos en materiales más peligrosos.

### **3.2.2 Polvos**

Los polvos son pequeñas partículas de sólidos. Se puede estar expuesto en el lugar de trabajo a polvo procedente de sustancias que normalmente existen en forma de polvo o de procedimientos de trabajo que desprenden polvo. El principal peligro de los polvos peligrosos es que se pueden respirar (inhalarlos) y penetrar en los pulmones. Cuando se respiran, las partículas de polvo mayores quedan atrapadas normalmente por los pelos y el mucus y luego el organismo las elimina. Ahora bien, las partículas más pequeñas son más peligrosas porque pueden penetrar profundamente en los pulmones y tener efectos dañinos, o bien ser absorbidas en la corriente sanguínea y pasar a partes del organismo donde pueden ocasionar daños. También pueden lesionar los ojos. Puede ser difícil ver el polvo; a menudo, no se puede ver una nube de partículas de polvo salvo con una iluminación especial. En determinadas condiciones, los polvos pueden explotar. Hay que aplicar medidas eficaces de control para mantener el polvo en el lugar de trabajo a niveles "seguros".

### **3.2.3. Líquidos**

Muchas sustancias peligrosas, por ejemplo los ácidos y los solventes, son líquidos cuando están a temperatura normal. Muchos reactivos químicos líquidos desprenden vapores que se pueden inhalar y ser sumamente tóxicos, según la sustancia de que se trate.

La piel puede absorber las sustancias químicas líquidas. Algunos reactivos químicos líquidos pueden dañar inmediatamente la piel (además, pueden ser o no absorbidos en la corriente sanguínea). Otros líquidos pasan directamente a través de la piel a la corriente sanguínea, por la que pueden trasladarse a distintas partes del organismo y tener efectos dañinos.

Hay que aplicar medidas eficaces de control a los reactivos químicos líquidos para eliminar o disminuir la posibilidad de inhalación, exposición de la piel y daños en los ojos. Las humedades y los vapores son a menudo invisibles.

### **4.2.4 Vapores**

Los vapores son gotitas de líquido suspendidas en el aire. Muchas sustancias químicas líquidas se evaporan a temperatura ambiente, lo que significa que forman un vapor y permanecen en el aire. Los vapores de algunos productos químicos pueden irritar los ojos y la piel.

La inhalación de determinados vapores químicos tóxicos puede tener distintas consecuencias graves en la salud. Los vapores pueden ser inflamables o explosivos. Para evitar incendios o explosiones, es importante mantener las sustancias químicas que se evaporan alejadas de las chispas, las fuentes de ignición o de otras sustancias químicas incompatibles con ellas. Hay que aplicar controles para evitar la exposición de los trabajadores a vapores desprendidos por líquidos, sólidos u otras formas químicas.

### **3.2.5 Gases**

Algunas sustancias químicas están en forma de gas cuando se hallan a temperatura normal. Otras, en forma líquida o sólida, se convierten en gases cuando se calientan. Es fácil detectar algunos gases por su color o por su olor, pero hay otros gases que no se pueden ver ni oler en absoluto y que sólo se pueden detectar con un equipo especial. Los gases se pueden inhalar.

Algunos gases producen inmediatamente efectos irritantes. Los efectos en la salud de otros gases pueden advertirse únicamente cuando la salud ya está gravemente dañada. Los gases pueden ser inflamables o explosivos. Se debe actuar con gran cautela cuando se trabaja en un lugar en el que hay gases inflamables o explosivos.

Los trabajadores y los estudiantes deben estar protegidos de los posibles efectos dañinos de los gases químicos mediante medidas eficaces de control en

el lugar de trabajo. Los efectos de los desechos químicos en el medio ambiente  
Muchos trabajadores y estudiantes no eliminan con seguridad los desechos químicos.

¿Sabe usted qué se hace con los desechos químicos de su lugar de estudio?

Muchos empleadores y estudiantes no conocen los riesgos de los reactivos químicos tóxicos y a menudo no saben cómo eliminar con seguridad los desechos químicos. (También hay que instruir a los trabajadores acerca de los riesgos químicos. A consecuencia de ello, a menudo se limitan a "botar" los desechos químicos en la naturaleza, por ejemplo, en el océano, los ríos, los lagos, los campos, los caminos vecinales, etc. A veces, esos vertederos están en la comunidad en que usted y su familia viven y trabajan. Las sustancias químicas tóxicas que se eliminan inadecuadamente pueden acabar en el agua potable, en los lugares en que juegan los niños, en los terrenos en que se cultivan los alimentos que comemos, etc. Todos los países están luchando hoy día con el problema de los desechos químicos y de cómo eliminarlos permanentemente y con seguridad. La mejor solución que se ha encontrado hasta la fecha es utilizar vertederos aprobados especialmente y bien mantenidos que evitan que las sustancias químicas se filtren al agua subterránea y a las zonas de viviendas o cultivos. Nunca es una solución arrojar los desechos químicos al océano, pues pueden tener consecuencias graves: las sustancias pasan a la cadena alimentaría, destruyen la vida marina, vuelven a las orillas, etc.

### **3.3 PRODUCCION MÁS LIMPIA**

¿Que es la producción más limpia (P+ L)?<sup>(4)</sup> se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, para incrementar la eficiencia, reducir los riesgos para los seres humanos y al ambiente y lograr la sostenibilidad del desarrollo. Es una implementación de un grupo importante de acciones y medidas dirigidas a garantizar la eficiencia en el uso de las materias primas, agua y energía, reducir el uso de sustancias tóxicas, prevenir y minimizar la generación de residuales y lograr su rehúso o reciclaje.

#### **PROCESOS PRODUCTIVOS**

Uso eficiente de materias primas, energía y recurso naturales.

Eliminación de materias primas y sustancias tóxicas.

Reducción de volúmenes y toxicidad de emisiones y desechos

-

#### **PRACTICAS**

Aplicación de conocimientos científico-técnicos, el mejoramiento de las tecnologías y el campo de actitudes. <sup>(27)</sup>

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## **4.0 DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1 Tipo de Estudio**

Prospectivo, transversal.

Es transversal porque esta investigación se realizó un tiempo determinado, y lo que interesa estudiar es el problema en el presente, y no en el pasado sino en el momento que se realiza la investigación.

Es prospectivo porque se registra la información según van ocurriendo los fenómenos.

### **4.2 Investigación Bibliográfica**

Es porque el investigador trata de dar respuesta al problema, a través de un enfoque teórico, fundamentado en una exhaustiva investigación bibliográfica.

En esta parte se recopiló la información teórica relacionada con el tratamiento de los desechos químicos, también se investigaron aspectos relacionados con la seguridad en los laboratorios y cómo ordenar una bodega de reactivos.

Se desarrolló por medio de visitas a distintos centros de documentación entre los cuales se tiene:

Las Bibliotecas de las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador.

La Biblioteca Central de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas

“P. Florentino Idoate S. J.”.

### **4.3 Investigación de campo, universo y muestra.**

#### **Universo:**

En la investigación de campo se efectuó una entrevista (ver anexo N° 1) dirigida a las personas que laboran en los laboratorios de las facultades de la Universidad de El Salvador, esta entrevista se realizó con el fin de obtener un diagnóstico preliminar de cómo se tratan los desechos químicos en la Universidad de El Salvador, también para obtener una muestra de la población que será evaluada. La Muestra está conformada por 258 personas que representan a los docentes y las personas responsables que se encuentran a cargo de dirigir los laboratorios de las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador donde se utilizan reactivos químicos. Con el fin de conocer el manejo actual de los desechos químicos generados en la Universidad de El Salvador, se utilizó como herramientas la entrevista y cuestionario en las áreas antes mencionadas. De las 258 personas que comprendían la muestra solo se les pasó el cuestionario a 125 el cual representa un 48.44% de la muestra. Uno de los problemas que se tuvieron fue que los días que se pasaron los cuestionarios las personas no se encontraban o no tenían tiempo para atenderlos. También se presentó que muchos de los docentes que imparten clases en diferentes facultades por ejemplo docentes de la facultad de la escuela de química también imparten clases en la escuela de biología.

#### 4.4 Diseño y tamaño de muestra:

La selección de la muestra, lo primero que se plantea es quiénes serán medidos, lo que corresponde a definir la unidad de análisis. Se procede a delimitar la población con base en los objetivos del estudio y en cuanto a características de contenido, de lugar y en el tiempo.

En el estudio la muestra es no probabilística, puede también llamarse muestras dirigidas, pues la elección de sujetos u objetos de estudio son los docentes de las cátedras de las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador donde ocupan reactivos químicos. De los resultados obtenidos con la entrevista obtuvo una muestra de 258 personas, en la tabla N° 1 se muestran los resultados de la entrevista.

Cuadro N° 2 RESULTADOS DEL NÚMERO DE PERSONAS DE LAS FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR DONDE SE OCUPAN REACTIVOS QUÍMICOS.

FACULTAD	NUMERO DE DOCENTES.
<b>Facultad de Medicina</b>	
Doctorado en Medicina	21
Licenciatura en Laboratorio Clínico	21
<b>Facultad de Odontología</b>	
Doctorado en Odontología	17
<b>Facultad de ciencias agronómicas</b>	
Ingeniería Agronómica	17

## Continuación cuadro N° 2

Licenciatura en Zootecnia	16
<b>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</b>	
Ingeniera Industrial	4
Ingeniera Civil	3
Ingeniería Eléctrica	2
Ingeniería Química	21
Ingeniería de Alimentos	11
<b>Facultad de Química y Farmacia</b>	
Licenciatura en Química y Farmacia	91
<b>Facultad de Ciencia Naturales y Matemáticas</b>	
Licenciatura en Ciencias Químicas	17
Licenciatura en Biología	12
<b>Centro de Investigación y Desarrollo en Salud</b>	5
<b>Total</b>	<b>258</b>

**4.5 Área de Estudio**

Se refiere a estudiar el fenómeno en la Universidad de El Salvador en las diferentes facultades donde ocupan reactivos químicos las cuales son

Facultad de Medicina.

Facultad de Odontología.

Facultad de Ciencias Agronómica.

Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Facultad de Química y Farmacia.

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.

Centro de Investigación y Desarrollo en salud (CENSALUD).

Se escogieron estas facultades porque en ellas se llevan acabo prácticas de laboratorio en las cuales se generan desechos químicos.

#### **4.6 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la recolección de datos se utilizo como herramientas la entrevista, el cuestionario y la observación.

La entrevista y la observación se utilizará con el fin de obtener una información sobre la naturaleza de los desechos químicos generados en las diferentes facultades de los laboratorios de Universidad de El Salvador, conocer las medidas y los métodos en uso del manejo de los desechos químicos, y obtener información de los accidentes relacionados con el manejo de estos desechos.

(Ver anexos N°1 y 2 ).

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Resultados de la entrevista:

Los resultados obtenidos con la entrevista sirvieron como un diagnostico preliminar para la elaboración del cuestionario que posteriormente se pasaría, estos datos también se usaron para la elaboración del manual.

Cuadro N° 3 RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.

PREGUNTA	RESULTADOS
1. ¿Qué materia imparte usted en está facultad, en la cuál utilizan reactivos químicos?	De un total de 47 personas entrevistadas un 87.23% trabajan con reactivos y un 12.76% imparten materias en las que no se trabaja con reactivos químicos.
2.¿Cuántos son los encargados que imparten dicha materia?	Al sumar los resultados de todas las Facultades de la Universidad de El Salvador se obtuvo un total de 258 personas..
3.¿Qué tipos de reactivos químicos utilizan en las diferentes prácticas en la materia que usted imparte?	Ácidos, bases, sales, compuestos orgánicos, inorgánicos, solventes orgánicos e inorgánicos, indicadores, alógenos, soluciones alcalinas, soluciones de metales pesados, agentes oxidantes, agentes reductores.
4. Cuál es la disposición final de los desechos químicos que se generan en está facultad?	-Un 39 % responde que se guardan para posteriormente darles un tratamiento. -Un 69.9% dijo que se tiran al lavado sin ser tratarlos.
5¿Utilizan algún método de tratamiento para los desechos químicos que se generan en los laboratorios?	El 39% responde utilizar la dilución, neutralización, enterrado, El 69.9% del las personas contesto que no se le da un tratamiento.
6¿Cuentan con manuales de procedimientos de seguridad para el manejo de los desechos químicos?	El 100% manifestó No contar con manuales.

## Continuación Cuadro N° 3

7¿Cuenta el personal y los alumnos con el equipo de protección adecuado para el manejo de los desechos químicos?	De las 47 personas entrevistadas 85% manifestó que solo se ocupaba una gabacha como protección personal, el 15% restante dijo ocupar además de la gabacha guantes, mascarilla y en ocasiones lentes de seguridad.
8¿Cuál es la disposición final de los desechos químicos que se generan en está facultad?	El 39% responde: -Se tiran al lavado con previa dilución. -Se guardan para posteriormente darle tratamiento. -Se entierran. El 60.9% responde : - Se eliminan sin ningún tratamiento por el lavado.
9¿Cree usted que es necesario un manual para el tratamiento y disposición final de los desechos químicos para ésta facultad?	-El 100% responde que Si.

## 5.2 Interpretación y discusión de Resultados:

Con los resultados del cuestionario pasado a las personas encargadas de los laboratorios se puede constatar la necesidad que hay de tener un manual de tratamientos y seguridad en el laboratorios de la Universidad de El Salvador , a continuación se presentan los resultados del cuestionario ( ver anexo 2)

### 1. ¿Qué medidas toman en cuenta los docentes y estudiantes, para protegerse de enfermedades o lesiones causadas por el manejo de reactivos químicos

Cuadro N° 4 RESULTADOS PREGUNTA N° 1

Opciones	Resultado	%
Mascarilla	-	-
Guantes	-	-
Gabacha	35	28
Lentes protectores	-	-
Otros	-	-
Mascarilla y gabacha	23	18.4
Mascarilla guantes y gabacha	20	16
Guantes y gabacha	11	8.8
Todas	36	28.8
Total	125	100

#### Calculo para el porcentaje:

$$\% \text{ Muestra} = \frac{\text{Opción} \times 100}{\text{Total de personas encuestadas}}$$

Total de personas encuestadas

$$\frac{35 \times 100}{125} = 28 \% \quad \frac{23 \times 100}{125} = 18.4\% \quad \frac{20 \times 100}{125} = 16\% \quad \frac{11 \times 100}{125} = 8.8\%$$

125

125

125

125

$$\frac{36 \times 100}{125} = 28.8\%$$

125

**INTERPRETACION:**

Con los resultados obtenidos de la pregunta N°1 Se comprobó que solo un 28.8% de la población encuestada usaban protección adecuada, al trabajar en los laboratorios, mientras que un 71.2% solo utilizan gabacha y otros accesorios de protección. La mayoría de los estudiantes se muestran indiferentes ante los peligros de los reactivos químicos.

**2. ¿Utiliza algún tipo de tratamiento para los desechos químicos?**

Cuadro N° 5 RESULTADOS PREGUNTA N°2

Opciones	Resultado	%
Si	54	43.2
No	71	56.8
Total	125	100

**INTERPRETACION:**

Se comprobó que solo un 43.2% de la población encuestada utiliza algún tipo de tratamiento para los desechos químicos y que un 56.85% no utiliza tratamientos para estos.

### ¿Cuál utiliza?

Cuadro N° 6 CONTINUACIÓN RESULTADOS PREGUNTA N° 2

Opciones	Resultado	%
Neutralización	16.0	12.8
Combustión y evaporación	-	-
Neutralización y Enterrado	-	-
Dilución	27.0	21.6
Otros		
Neutralización y Dilución	11	8.8
Total	54	43.2

### INTERPRETACIÓN:

De los tratamientos utilizados se comprobó que un 21.6% para la disolución, un 12.8% para la neutralización y un 8.8 % usan la neutralización y disolución.

### 3. ¿Se almacenan según su clasificación los reactivos químicos en la bodega de su facultad?

Cuadro N°7 RESULTADOS PREGUNTA N° 3

Opciones	Resultado	%
Si	45	36
No	80	64
Total	125	100

**INTERPRETACION:**

Solo un 36% dice tener una clasificación en sus bodegas, mientras que un 64% afirma que no los clasifican. Los resultados de las encuestas muestran que las bodegas de reactivos de la Universidad de El Salvador no cumplen con una clasificación para los reactivos químicos

**¿Como los clasifican?**

Cuadro N°8 CONTINUACIÓN RESULTADOS PREGUNTA N° 3

Opciones	Resultado	%
Por sus propiedades fisicoquímicas	34	27.2
Por sus propiedades toxicologías	1	0.8
Por sus efectos sobre la salud humana	10	8.0
Por sus efectos sobre el medio ambiente	-	-
Otros	-	-
Total	45	100.0

**INTERPRETACIÓN:**

El 27.2 % clasifica los reactivos de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas, el 8% por sus efectos sobre la salud humana y el 0.8% por sus propiedades toxicológicas.

**4. ¿Recibe o ha recibido algún tipo de programa de concientización sobre los riesgos que representan los desechos químicos?**

Cuadro N°9 RESULTADOS PREGUNTA N° 4

Opciones	Resultado	%
Si	38	30.4
No	87	69.6
Total	125	100

**INTERPRETACIÓN:**

El Cuadro N° 9 demuestra que solo un 30.4% de la población recibe o a recibido orientación sobre los riesgos que causan los desechos químicos, mientras que un 69.6% no es capacitado para tratar con los desechos químicos.

**5. ¿Ha padecido alguna enfermedad o accidente como producto a estar expuesto a los desechos químicos?**

Cuadro N°10 RESULTADOS PREGUNTA N° 5

Opciones	Resultado	%
Si	53	42.4
No	72	57.6
Total	125	100

**INTERPRETACIÓN:**

Un 42.4% manifestó haber tenido accidentes con desechos químicos y enfermedades este fenómeno se reporto mas en las personas mayores que han estado expuestas mas tiempo a los desechos químicos. Las manifestaciones de problemas de salud pueden aparecer con el tiempo y manifestarse cuando ya es muy tarde para ser tratadas por ello se tiene que tomar en cuenta todas las recomendaciones de seguridad.

**¿Cuál enfermedad o accidente ha padecido?**

Enfermedades Respiratorias y quemaduras con desechos químicos.

Cuadro N° 11 CONTINUACIÓN RESULTADOS PREGUNTA N° 5

Opciones	Resultado	%
Enfermedades Respiratorias	18	14.4
Quemaduras con desechos químicos	35	28.0
Total	53	42.4%

**INTERPRETACIÓN:**

Se comprobó que un 42.4% de la población encuestada padece o a padecido enfermedades o accidentes por causa de los desechos químicos, de estos un 14.4% reportan haber tenido problemas respiratorios por estar expuestos a los vapores generados por los desechos químicos ; el 28.0% reporto haber tenido quemaduras por no tener la protección o el conocimiento apropiado de los desechos químicos.

**6. ¿Tiene conocimiento sobre la producción más limpia aplicada a los laboratorios?**

Cuadro N°12 RESULTADOS PREGUNTA N° 6

Opción	Resultado	%
Si	34	27.2
No	91	72.8
Total	125	100

**INTERPRETACION:**

El cuadro N° 12 muestra que solo un 27.2% de las personas encuestadas tiene conocimientos de la producción mas limpia y un 72.8 % no conocen del tema.

**7 ¿Tiene conocimiento sobre la Química a micro escala?**

Cuadro N° 13 RESULTADOS PREGUNTA N° 7

Opción	Resultado	%
Si	39	31.2
No	86	68.8
Total	125	100

**INTERPRETACIÓN:**

El cuadro N° 13 muestra que solo un 31.2% de las personas encuestadas tiene conocimientos de la química a micro escala aun que no se ponga en practica y un 68.8 % no conocen del tema.

**8. ¿Quisiera recibir información sobre el manejo adecuado de los desechos químicos generados en los laboratorios de la Universidad de El Salvador?**

Cuadro N° 14 RESULTADOS PREGUNTA N° 8

Opción	Resultado	%
Si	125.0	100.0
No	0.0	0.0
Total	125	100.0

**INTERPRETACION:**

De acuerdo a los resultados todos están interesados contar con la información para disminuir la cantidad de desechos químicos en la universidad de el salvador.

Estas técnicas preventivas disminuyen la generación de los desechos químicos y se facilita su tratamiento químico o dependiendo de la complejidad del desecho Térmico por medio de la incineración (Ver anexo N° 13).

**CAPITULO VI**

**MANUAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS QUIMICOS**

**GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD DE**

**EL SALVADOR.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**Universidad de El Salvador**  
*Hacia la libertad por la cultura*

**MANUAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS QUIMICOS  
GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD DE  
EL SALVADOR.**

**ELABORADO POR:**

**JUAN CARLOS AMAYA RIVERA**

**ANA MARTA JOSEFINA RODRIGUEZ MONTES**

**ASESORADO POR:**

**MSc. EDITH ALICIA TORRES DE CANTÓN**

**AGOSTO 2008**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA.**

## INDICE

### I. INTRODUCCION

#### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.2 MARCO JURIDICO

#### 1.3 ALCANCE

### II. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

### III. CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS QUÍMICOS

### IV. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION

#### 4.1 LA PRODUCCION MAS LIMPIA CONCEPTOS Y ESTRATEGIAS

##### 4.1.1 EVALUACION DE LA PRODUCCION MAS LIMPIA EN EL LABORATORIO.

##### 4.1.2 PRINCIPIOS DE LA PRODUCCION MAS LIMPIA.

##### 4.1.3 MINIMIZACIÓN DE LOS DESECHOS QUÍMICOS PARA UNA PRODUCCIÓN MAS LIMPIA.

###### 4.1.3.1 REDUCCIÓN EN LA FUENTE

###### 4.1.3.2 CAMBIO DE REACTIVOS

###### 4.1.3.3 CAMBIO DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

###### 4.1.3.4 IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS RÍGIDAS DE PROCEDIMIENTOS.

###### 4.1.3.5 RECICLO

###### 4.1.3.6 TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE GENERACION , EL LABORATORIO.

#### 4.1.4 VENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN MAS LIMPIA

### 4.2 QUIMICA VERDE

#### 4.2.1 FUNCIÓN DE LA QUÍMICA VERDE.

#### 4.2.2 PRINCIPIOS DE LA QUIMICA VERDE.

### 4.3 QUIMICA A MICRO ESCALA

#### 4.3.1 VENTAJAS DE LA QUÍMICA A MICRO ESCALA.

#### 4.3.2 PRINCIPIOS DE LA QUÍMICA A MICRO ESCALA

#### 4.3.3 EJEMPLOS DE QUÍMICA A MICRO ESCALA.

## V MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS QUIMICOS.

## VI DOCUMENTOS DE SEGURIDAD PARA LABORATORIOS

### 6.1 ETIQUETADO DE SUSTANCIAS Y PREPARADOS

#### 6.1.1 ETIQUETA PARA REACTIVOS QUÍMICOS

#### 6.1.2 ETIQUETA PARA DESECHOS QUÍMICOS

### 6.2 PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

#### 6.2.1 FRASES R

#### 6.2.2 FRASES S

### 6.3 FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

#### 6.3.1 COMPOSICIÓN DE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

#### 6.3.2 OBJETIVOS DE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

#### 6.3.3 EJEMPLO DE UNA HOJA DE SEGURIDAD.

## VII ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUÍMICOS

### 7.1 BODEGA DE REACTIVOS

### 7.2 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA ALMACENAR REACTIVOS

#### 7.2.1 REDUCCIÓN DE LAS EXISTENCIAS AL MÍNIMO

#### 7.2.2 ESTABLECIMIENTO DE SEPARACIONES

#### 7.2.3 AISLAMIENTO O CONFINAMIENTO DE CIERTOS PRODUCTOS

#### 7.2.4 DISPOSICIÓN DE INSTALACIONES ADECUADAS

#### 7.2.5 CRITERIOS DE INCOMPATIBILIDAD

##### 7.2.5.1 ESTRATEGIAS Y ALMACENAMIENTO

##### 7.2.5.2 ALMACENAMIENTO DE PEQUEÑAS CANTIDADES

## I. INTRODUCCIÓN

La prevención en la generación de desechos químicos peligrosos es la clave para la protección de la salud y el ambiente y para lograrla es de gran importancia controlar eficazmente la producción, el almacenamiento, el tratamiento, la reutilización, el reciclaje, el transporte, la recuperación y la eliminación de los desechos Químicos.

Los desechos químicos peligrosos que son dispuestos en forma inadecuada sin tratamiento previo pueden transportarse a través del agua, suelo y aire y causar daño, no solo debido a la toxicidad directa sobre los seres vivos, en muchos de los casos, sino también a su capacidad de cambiar la química del agua, la atmósfera y el suelo, pueden también alterar el clima y los ecosistemas o en el proceso de descomposición pueden producir otras sustancias altamente tóxicas. Es por ello que la exposición a estos materiales ha sido asociada con un aumento del riesgo de contraer muchas enfermedades y efectos nocivos a la salud. De modo que resulta de vital importancia conocer cual es el tratamiento adecuado que debe darse a un desecho químico.

Por lo antes expuesto se elaboro un manual con el que se dan a conocer medidas para disminuir la cantidad de desechos químicos; asimismo se describen métodos de tratamiento para eliminar o disminuir la toxicidad de los desechos químicos. También se proporcionan medidas de seguridad, documentos de seguridad para trabajar en el laboratorio y como ordenar una bodega de reactivos químicos.

## 1.1 OBJETIVOS

- 1.1.1 Dar a conocer las medidas de seguridad que se deben tomar al trabajar con reactivos químicos.
- 1.1.2 Conocer como se clasifican los desechos químicos.
- 1.1.3 Dar recomendaciones para disminuir la generación de desechos químicos en el lugar de origen.
- 1.1.4 Describir métodos de tratamiento para desechos químicos.
- 1.1.5 Dar recomendaciones para clasificar los reactivos químicos para evitar accidentes en la bodega de reactivos.

## **1.2 MARCO JURIDICO**

### **DECRETO N° 233.-**

La Asamblea Legislativa de El Salvador decreta la siguiente Ley del Medio Ambiente.

### **OBJETO DE LA LEY**

Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

### **TITULO V**

### **PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION**

#### **CAPITULO I**

#### **DISPOSICIONES ESPECIALES**

#### **DEBERES DE LAS PERSONAS E INSTITUCIONES DEL ESTADO**

Art. 42.- Toda persona natural o jurídica, el Estado y sus entes descentralizados están obligados, a evitar las acciones deteriorantes del medio ambiente, a prevenir, controlar, vigilar y denunciar ante las autoridades competentes la contaminación que pueda perjudicar la salud, la calidad de vida de la población

y los ecosistemas, especialmente las actividades que provoquen contaminación de la atmósfera, el agua, el suelo y el medio costero marino.

### **PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

Art. 43.- El Ministerio elaborará, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, los entes e instituciones del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, programas para prevenir y controlar la contaminación y el cumplimiento de las normas de calidad. Dentro de los mismos se promoverá la introducción gradual de programas de autorregulación por parte de los titulares de actividades, obras o proyectos. <sup>(10)</sup>

#### **1.3 ALCANCE**

Este manual es aplicable a todos los laboratorios que trabajan con reactivos químicos en la Universidad de El Salvador.

## II MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

En el trabajo de laboratorio se sugieren las siguientes medidas de seguridad ( C.I.A.S. 1981).

1. El laboratorio debe estar siempre limpio y ordenado.
2. En la planificación de experimentos, investigue si son necesarios reactivos peligrosos o si estos pueden ser sustituidos por otros menos peligrosos.
3. Investigue además de los peligros específicos de los reactivos, los de los productos a obtener, si se van a producir reacciones químicas peligrosas y como se podrían evitar.
4. Procure que las sustancias peligrosas se almacenen de tal forma que no causen daños a la salud de las personas, ni al medio ambiente. Mantenga en el laboratorio la cantidad mínima de líquidos tóxicos o inflamables.
5. Mantenga las sustancias peligrosas en el envase original. Estos mantienen las características y están convenientemente etiquetadas.
6. Si es necesario utilizar otros frascos, rotúlelos como mínimo con la denominación química, con los signos de peligrosidad y las descripciones de seguridad correspondientes.
7. No utilice para guardar productos químicos envases destinados normalmente a guardar alimentos. No guarde juntos alimentos y productos químicos.

8. Compruebe anualmente el vencimiento de los productos químicos que se encuentran en el laboratorio y elimine aquellos que ya no se necesiten o estén caducados.
9. Desde el principio conozca la ubicación de la fuente para ojos más cercana, la regadera y el extinguidor de incendios. Conozca el uso apropiado de cada uno de ellos y no vacile en utilizar este equipo cuando se necesite.
10. En todo momento utilice protección para los ojos . El potencial para daños serios y quizá permanentes a los ojos hace obligatoria la protección adecuada de los mismos, en cualquier momento, por los estudiantes, los instructores y los visitantes. La protección de los ojos se debe dar antes de entrar al laboratorio y se debe usar hasta el momento de salir. Los anteojos regulares prescritos no son sustitutos adecuados para la protección de los ojos aprobada por la Administración de seguridad y salud ocupacional (OSHA).
11. La mayor parte de sustancias de un laboratorio son tóxicas, y otras sumamente corrosivas. Evite el contacto entre las sustancias y la piel. En caso de contacto, inmediatamente lave el área afectada con mucho agua.
12. Nunca lleve a cabo experimentos no autorizados.
13. Nunca trabaje solo en el laboratorio, asegúrese de que alguien esté siempre dentro del campo auditivo.

14. Nunca lleve alimentos o bebidas, no beba en el material de vidrio y no fume en el laboratorio.
15. No pipeteé con la boca. Utilice para ello dispositivos mecánicos.
16. Use zapatos convenientes ( no sandalias). Recoja el cabello largo con una red o use gorro. Use gabacha de laboratorio.
17. Sea cuidadoso al tocar objetos que se han calentado.
18. Nunca intente forzar a entrar un tubo de vidrio a través del orificio de un tapón de hule, en lugar de ello asegúrese de que ambos, el tubo y el tapón, estén mojados con agua jabonosa. Protéjase las manos con una toalla mientras inserta el tubo dentro del tapón.
19. Use cámara de extracción para humos siempre que se puedan desprender gases tóxicos o no tóxicos; utilice su mano para atraer los vapores arriba de los recipientes hacia su nariz, nunca aspire directamente.
20. Antes de utilizar aparatos de laboratorio el usuario deberá comprobar que sean adecuados y que funcionen correctamente.
21. Antes de volver a utilizar un aparato debe comprobarse que no existan daños eventuales, especialmente importante en equipos que se emplean bajo presión o vacío ( kitozatos, desecadores).

22. Los equipos de laboratorio dañados representan un peligro que se deben de considerar. En caso que sea imposible una reparación conforme a estándares o los costos de reparación resulten muy elevados. Estos equipos deben ser eliminados adecuadamente.
23. Los desechos deben eliminarse de acuerdo con las normas de eliminación.
24. Dentro de su ámbito de seguridad, esfuércese permanentemente por conseguir mejoras en las medidas de seguridad, protección de la salud y medio ambiente.<sup>(3)</sup>

### **III. CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS QUÍMICOS**

El tipo de tratamiento y gestión de los desechos del laboratorio depende, entre otros factores, de las características y peligrosidad de los mismos, así como de la posibilidad de recuperación, de reutilización o de reciclado, que para ciertos productos resulta muy aconsejable. Si consideramos su peligrosidad se podría establecer la siguiente clasificación.

#### **3.1 Desechos no peligrosos**

Estos desechos, considerando sus propiedades, pueden eliminarse mediante vertidos, directamente a las aguas residuales o a un vertedero. Si aún no considerándose peligrosos, son combustibles, se pueden utilizar como combustibles suplementarios, como ocurre, por ejemplo, con los aceites, que, si son "limpios", se pueden eliminar mezclándolos con combustibles; los aceites

fuertemente contaminados, en cambio, deberán ser procesados en función de los contaminantes que contengan (metales, clorados, etc.).

## **3.2 Desechos químicos peligrosos**

### **3.2.1 Combustibles**

Pueden utilizarse como combustible suplementario o incinerarse. Debe controlarse la posible peligrosidad de los productos de combustión.

### **3.2.2 No combustibles**

Pueden verterse a las aguas residuales o vertederos controlados siempre que previamente se haya reducido su peligrosidad mediante tratamientos adecuados.

### **3.2.3 Explosivos**

Son residuos con alto riesgo y normalmente deben ser manipulados fuera del laboratorio por personal especializado.

### **3.2.4 Gases**

Su eliminación está en función de sus características de peligrosidad (tóxicos, irritantes, inflamables). Para su eliminación, deberán tenerse en cuenta las normativas sobre emisión existentes.

### **3.2.5 Residuos biológicos**

Deben almacenarse en recipientes específicos convenientemente señalizados y retirarse siguiendo procesos preestablecidos. Normalmente se esterilizan y se incineran.

### **3.2.6 Residuos radiactivos**

Para su eliminación deben considerarse sus características físico-químicas así como su actividad radiactiva y vida media (tiempo de semidesintegración). Su almacenamiento debe efectuarse en recipientes específicos debidamente señalizados y deben retirarse de acuerdo a los procedimientos establecidos. Su gestión es competencia del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).<sup>(6)</sup>

## **IV. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

### **4.1 LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA CONCEPTOS Y ESTRATEGIAS**

El concepto de producción más limpia <sup>(14)</sup> ha alcanzado reconocimiento a nivel mundial como una estrategia preventiva para la protección del medio ambiente en las empresas. De acuerdo con el programa ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA), la producción mas limpia (PML) es la aplicación continúa a los procesos, productos y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente, y disminuir los costos económicos.

La producción más limpia en los procesos de producción incluye la conservación de la materia prima y la energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción en cantidad toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso.

#### **4.1.1 Evaluación de la producción más limpia en un laboratorio**

En general un proyecto de producción mas limpia puede resumirse en varias fases, desde que se toma la decisión de implementación hasta que se llega al punto de monitorear y evaluar las mejoras.

##### **Fase I:** Fase Inicial.

En esta primera fase se dan los primeros acercamientos a la producción mas limpia, es muy importante asegurar el compromiso de las autoridades superiores de tal forma que programa tenga un soporte a todo nivel al interior de la organización.

##### **Fase II:** Estudio de metodologías y análisis de Prefactibilidad

Es necesario crear un equipo para el desarrollo de proyectos de este tipo. El equipo debe tener los conocimientos suficientes para realizar una revisión rápida de estimación del potencial de PML del laboratorio (Análisis cualitativo).

##### **Fase III:** Evaluación:

Se elabora un análisis detallado (cuantitativo) del proceso de producción. En base al resultado obtenido, se identifican las opciones de optimización y se evalúan de acuerdo a factores económicos, ecológicos, técnicos y organizacionales.

##### **Fase IV:** Implementación:

Se implementan las opciones seleccionadas y se calculan los ahorros resultantes.

El proceso de establecimiento de la producción más limpia no es un procedimiento único y/o individual. Una vez que se han llevado a cabo las cuatro fases de establecimiento, y se han monitoreado y evaluado los resultados debe mantenerse una retroalimentación para mejorar las innovaciones introducidas y sugerir nuevas áreas para aplicación de los conceptos de producción más limpia.

#### **4.1.2 Principios de la producción más limpia**

Estos principios son una guía para la aplicación del concepto de producción más limpia.

- a) Buenas prácticas de manufactura: mejoras en las prácticas utilizadas y un mantenimiento apropiado del equipo pueden generar beneficios significativos.
- b) Mejor control del proceso: modificación y optimización de procedimientos de trabajo, y parámetros de operación para operar los procesos a mayor eficiencia y minimizar razones de generación de desechos químicos.
- c) Sustitución de materias primas: cambio de materias primas por otras menos tóxicas, uso de materiales renovables o con mayor vida de servicio.
- d) Recuperación in-situ y reutilización: Reutilización de materiales de desecho en el mismo proceso u otras aplicaciones dentro del laboratorio.

#### **4.1.1 Minimización de desechos químicos para una producción mas limpia.**

La minimización de desechos químicos es la reducción, en lo posible, de desechos químicos peligrosos que son generados o subsecuentemente tratados, almacenados, o descargados. Incluye cualquier reducción en la fuente, reciclaje, o actividades de tratamiento que resulten en la reducción del volumen total o en la cantidad de desechos químicos peligrosos, o la reducción de la toxicidad de los desechos químicos peligrosos, o ambos. Reducción en la fuente, reciclaje, y tratamiento en el laboratorio son tres tipos de actividades que reducen el volumen o la toxicidad de cualquier residuo químico peligroso.

##### **4.1.3.1 Reducción en la fuente**

Reducción en la fuente es el más preferible acercamiento a la minimización de los desechos, puede verse como una actividad que reduce o elimina la generación de un desecho químico peligroso en un proceso. Los elementos de reducción en la fuente son los siguientes:

##### **4.1.3.2 Cambio de reactivos:**

La generación de desechos de solventes puede ser reducida sustituyendo los solventes por otros materiales menos tóxicos o seguros medio ambientalmente hablando. Por ejemplo, detergentes biodegradables podrían ser sustitutos de solventes usados para limpiar

#### **4.1.3.3 Cambio de procedimientos de operación:**

Aspectos de la vida diaria pueden ser extremadamente importantes en la reducción de desechos. "Buena operación" incluyen el entrenamiento de los usuarios, control de inventarios, incentivar la propia iniciativa de los usuarios para aumentar la conciencia de la necesidad para la minimización de desechos, y reforzar la manutención de requerimientos para el uso de metodologías preventivas en un esfuerzo para reducir el número de fugas y derrames.

#### **4.1.3.4 Implementación de políticas rígidas de procedimientos**

Los usuarios de químicos deberían procurar establecer procedimientos. La siguiente guía ayudará al control de la generación de desechos químicos:

- a. Adquirir material no tóxico o el menos tóxico para el uso.
- b. Uso de productos compatibles. Por ejemplo, utilizar uno o el mínimo número de solventes como para que el laboratorio o el departamento encargado aumente la reciclabilidad de los desechos que son generados.
- c. Comprar sólo lo necesario. Un sobre stock significa tanto un elevado capital como pérdidas por derrames o acumulaciones de no reactivos no utilizados, por vencimiento de los químicos.
- d. Tratar de adquirir materiales en contenedores del tamaño y la cantidad necesitada.
- e. Promover el uso en conjunto de los químicos o el intercambio de los mismos entre usuarios comunes.

- f. Evitar ordenar químicos con una limitada vida segura. Tales químicos deberían sólo ser ordenados para satisfacer la necesidad, para evitar hacer obsoleto el inventario.
- g. Mantener un inventario dinámico para los materiales en stock.

#### **4.1.3.5 Reciclo.**

Cuando se producen cantidades considerables de solventes, puede ser una opción económicamente conveniente, coleccionar el solvente en contenedores y destilarlo para reutilizarlo en procesos subsecuentes.

El reciclaje incluye tanto la reutilización, como la recuperación. El reciclaje puede ser visto como cualquier actividad que reduce el volumen de desechos peligrosos y/o tóxicos con la generación de un material valioso o una corriente de energía. Reutilización, recuperación, y reciclaje deberían ser las primeras consideraciones antes de clasificar un químico como un desecho. El Programa de residuos químicos peligrosos implementará varias actividades de reciclaje que los facultativos universitarios (laboratoristas) están obligados a utilizar.

Estas actividades incluyen:

- Altas generaciones de solventes puros y formalina para laboratorios, a través de destilación.
- Redistribución de excedentes de químicos a través de la red universitaria.
- Destilación de solventes orgánicos para ser reutilizados en pruebas de identificación.

Solventes como diclorometano, alcoholes y éter de petróleo pueden reciclarse mediante este proceso. La destilación debe realizarse en una vitrina o cámara extractora y con los cuidados específicos para materiales inflamables.

#### **4.1.3.6 Tratamiento en el punto de generación, el laboratorio**

El tratamiento es la reducción o eliminación de la toxicidad de un desecho químico peligroso por:

- Alteración de los constituyentes tóxicos del desecho a formas menos tóxicas o no tóxicas.

La reducción en la fuente, reciclaje y tratamiento en el laboratorio, son sugerencias para los académicos, y laboratorios de investigación. Los desechos son usualmente generados en cantidades menores a 4 lts. Las corrientes típicas de desechos químicos incluyen ácidos inorgánicos y bases, solventes orgánicos, metales, y un largo número de polvos secos, y productos de reacción de experimentos. Los desechos de laboratorio son usualmente mezclas, soluciones contaminadas y sustancias, e inusuales agentes químicos.

#### **4.1.4 Ventajas de la Producción Mas Limpia.**

La producción mas limpia (P+L) no consiste solamente en la aplicación de la técnica o tecnología determinada .Es un concepto estratégico que integra el medio ambiente como herramienta de gestión global del laboratorio y que le permite mantener o mejorar el trabajo en un marco sostenible del medio.

Existen una serie de ventajas o incentivos técnicos, organizativos, legislativos e incluso económicos que pueden ayudar a decidirse por la prevención de la contaminación.

Entre estas ventajas podemos destacar:

1-Reducción del riesgo ambiental, del riesgo para la salud y de accidentes.

2-Ahorro de materias primas, materiales, agua y energía.

3-Ahorro de la gestión y tratamiento de desechos y emisiones.

4-Mejora la imagen del laboratorio y crea un ambiente de trabajo más agradable. <sup>(5)</sup>

## **4.2 QUIMICA VERDE**

Los nuevos procesos de laboratorio pueden prevenir la generación de contaminantes industriales y fabricar productos que no sean nocivos para el medio ambiente. Esta tecnología en evolución reduce al mínimo el uso de materiales peligrosos en el diseño y el desarrollo, lo cual plantea una manera fundamentalmente diferente de reducir la contaminación.

El término química verde <sup>(16)</sup> se refiere al diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan la producción y el uso de sustancias peligrosas. Esta práctica se inició en Estados Unidos tras la promulgación de la Ley de Prevención de la Contaminación de 1990, que instituyó una política nacional para la prevención y reducción de la contaminación en la fuente productora en la medida de lo posible.

Dicha ley también ofreció una oportunidad de ir más allá de los programas tradicionales de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), al idear estrategias innovadoras para proteger la salud humana y el medio ambiente.

La reducción de la contaminación en la fuente es, según esta ley, "fundamentalmente diferente y más deseable que la gestión de los desechos y el control de la contaminación".

Luego de la promulgación de la ley, la Oficina de Prevención de la Contaminación y Sustancias Tóxicas de la EPA (OPPT) empezó a explorar la idea de desarrollar productos y procesos químicos nuevos o mejorar los existentes, a fin de disminuir su peligrosidad. En 1991 la OPPT puso en marcha un programa modelo que otorgó, por primera vez, subsidios para proyectos de investigación que incluyeran la prevención de la contaminación en la síntesis de sustancias químicas. Desde entonces, el Programa de Química Verde de la EPA ha forjado colaboraciones con instituciones académicas, la industria, otros organismos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales para promover la prevención de la contaminación a través de la química verde.

#### **4.2.1 Función de la Química Verde**

La industria química genera muchos productos útiles, entre ellos: antibióticos y medicinas, plásticos, gasolina y otros combustibles, productos agroquímicos como fertilizantes y plaguicidas y telas sintéticas como el nailon, el rayón y el poliéster. Estos productos son importantes pero algunos de ellos, y los procesos químicos que se emplean para fabricarlos, perjudican el medio ambiente y la salud humana. La química verde se propone reducir la contaminación eliminando la generación de la misma.

Cuando los químicos idean una reacción química conforme los principios de este método, prestan mucha atención a la información sobre los posibles riesgos para la salud o el medio ambiente que presenta una sustancia química, antes de utilizarla en una reacción o en la elaboración de un producto. Es decir, consideran el peligro que plantea una sustancia como propiedad que se debe tener en cuenta junto con las otras propiedades químicas y físicas y eligen aquellas sustancias que reduzcan al mínimo ese peligro.

#### **4.2.2 Principios de la química verde**

##### **- Parte de una base segura.**

Identifique las reacciones que no precisan sustancias iniciadoras peligrosas para fabricar el producto deseado. Este principio minimiza el peligro para los trabajadores en las plantas de fabricación, que manejan productos químicos, y previene la descarga accidental de sustancias químicas perjudiciales a causa de escapes o explosiones. Un nuevo método de fabricación de ácido atípico, un

producto químico industrial importante, ilustra este principio. Para fabricar nailon, poliuretano, lubricantes y plastificantes se necesitan cerca de 2.000 millones de kilogramos de ácido adípico.

El método normalizado según el cual se fabrica el ácido adípico emplea como material de base la bencina, que puede causar cáncer. En un proceso de reciente creación que usa bacterias genéticamente modificadas o biocatalizadores, la bencina se sustituye por la glucosa simple.

Fabricar ácido adípico a partir de una sustancia segura como la glucosa implica que se puede evitar el uso de una sustancia química perjudicial en grandes cantidades si se extiende ampliamente el uso de nuevos procesos como éste.

**- Use materias primas renovables.**

Ponga mayor énfasis en materiales de inicio renovables como las sustancias derivadas de las plantas en crecimiento, en lugar de los materiales irremplazables como el petróleo y el gas natural.

La glucosa, que se mencionó en el ejemplo anterior como material de inicio, puede extraerse del almidón de maíz o la celulosa que se encuentran en las plantas. Incluso las mazorcas, los tallos y las hojas caídas pueden producir glucosa.

A modo de ejemplo, el almidón de maíz se utiliza para producir las pequeñas pelotillas infladas de empaque que protegen los artículos que se transportan dentro de los contenedores. Estas pelotillas pueden reemplazar a los materiales

plásticos de empaque fabricados a partir de sustancias químicas basadas en el petróleo.

**- Utilice solventes más seguros.**

Elimine el uso de solventes tóxicos para disolver los productos reaccionantes.

Los solventes son sustancias químicas que pueden disolver otra sustancia. Muchos solventes que se usan en grandes cantidades en la industria son perjudiciales para la salud o pueden generar otros peligros, como explosiones o incendios. Entre los solventes que se utilizan ampliamente y que presentan riesgos para la salud cabe mencionar: el tetracloruro de carbono, el cloroformo y el percloroetileno.

A veces es posible utilizar en lugar de éstos solventes más seguros como el agua o el dióxido de carbono líquido. Por ejemplo, recientemente se han desarrollado nuevos procesos para el lavado en seco de la ropa que disuelven la grasa y la suciedad con dióxido de carbono líquido, en lugar del percloroetileno tóxico.

**- Economice átomos.**

Diseñe reacciones en que la mayoría o todos los átomos con los que se empieza terminan en el producto y no en los productos secundarios de desecho. Barry Trost, químico de la Universidad de Stanford, ideó este concepto, al que denomina economía del átomo.

Un ejemplo de este principio es el proceso mejorado, diseñado en 1991, para producir el analgésico ibuprofeno, que constituye el principio activo de los fármacos de marca registrada Motrin, Advil, Nuprin y Medipren.

En el proceso original, que constaba de seis pasos y que fue concebido en la década de los 60, sólo el 40 por ciento de los átomos reactivos permanecían en el producto (ibuprofeno) y el 60 por ciento terminaban en productos secundarios no deseados o de desecho. El nuevo proceso de Trost consta de tres pasos y el 77 por ciento de los átomos reactivos permanecen en el ibuprofeno. Este proceso verde elimina cientos de miles de kilogramos de productos químicos secundarios al año y reduce en cientos de miles la cantidad de kilogramos de reactivos que se necesitan para producir ibuprofeno.

La atención a estos principios favorece al medio ambiente y, a la larga, puede ahorrar dinero a las compañías al reducir el costo del control de la contaminación y la cantidad de energía utilizada <sup>(1)</sup>.

#### **4.3 QUIMICA A MICRO ESCALA**

Cómo mantener un ambiente sin polución y cómo manejar los residuos químicos, son materias que preocupan cada día más a todos los científicos, educadores y público en general.

La mejor manera de ganar en este empeño es eliminando la fuente de producción de residuos en su origen. Reducir el uso de productos químicos al mínimo nivel en el cuál una experiencia puede realizarse con éxito se conoce

como Química a Microescala. <sup>(15)</sup> En La química a micro escala se hace uso de material de menor volumen o capacidad.(ver anexo N° 3)

Con la Química a Microescala se pueden realizar procesos químicos usando pequeñas cantidades de reactivos, sin que ello reste calidad a los métodos habituales usados tanto en educación como en la industria, contribuyendo a un medioambiente menos contaminado.

La IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) denomina a la Química a Microescala como Química a Pequeña-escala.

#### **4.2.1 VENTAJAS DE LA QUÍMICA A MICROESCALA**

1. Reducción en el uso de productos químicos y por tanto reducción de residuos en su origen.
2. Reducción en los costos tanto de compra de productos como de recogida y reciclado.
3. Aumento considerable de la seguridad e higiene en el laboratorio:
  - Mejora en la calidad del aire del laboratorio
  - Menor exposición a productos químicos tóxicos
  - Menor peligro de fuego y explosiones
  - Menor número de accidentes por derramamientos de productos químicos.
4. Reducción en la duración del experimento:
  - Aumento en el repertorio de experimentos.
  - Reducción del gasto de agua en el refrigerado y reducción de gas o electricidad en el calentamiento.

5. Menor coste en vidrio roto.
6. Mayor espacio de almacenamiento.
7. Ahorro de tiempo en la preparación de reactivos.
8. Política medioambiental que promueve el principio de las 3 Rs: reducir, recuperar y reciclar.
9. Mayor motivación a los estudiantes ya que están convencidos de que:
  - Operan del modo más racional posible
  - Están haciendo "química verde"
  - Existe poco riesgo de sufrir accidentes serios durante la experimentación.
10. Mejor preparación de los estudiantes:
  - Adquisición de destreza en el manejo de materiales y productos.
  - Les hace ser más cuidadosos en todas las operaciones.
  - Desarrollan habilidades que no adquirirían operando a escala normal.
  - Ganan tiempo que dedican al análisis e interpretación de resultados.

#### **4.2.2 PRINCIPIOS DE LA QUÍMICA A MICRO ESCALA**

- 1- Disminuir la escala de volúmenes de químicos usados en experimentos de laboratorio. Utilizando pequeños volúmenes de químicos en laboratorios de docencia (para el caso de empresas e instituciones, laboratorios de análisis o de control de calidad).
- 2- Identificar usuarios comunes de un químico particular. Esto aumentará el uso en conjunto de químicos y minimizará los requerimientos de almacenaje; Uso de servicios del programa de desechos químicos peligrosos para la

redistribución de químicos, o destilación de solventes acuosos y formaldehído.

- 3- Mantener la segregación individual de corrientes residuales. Mantener los desechos químicos peligrosos segregados de los no peligrosos. Mantener los desechos químicos reciclables de los no reciclables. No mezclar desechos químicos peligrosos con los no peligrosos.
- 4- Desarrollo de un dinámico inventario de los químicos de laboratorio para minimizar la acumulación. Asegurar que todos los químicos en desuso y los desechos químicos estén apropiadamente etiquetados. Rotar el inventario de químicos, utilizando químicos antes que su vida de uso seguro expire.
- 5- Sustituir con químicos menos peligrosos. Por ejemplo, detergentes biodegradables podrían ser sustitutos para limpiar cristalería, en vez de usar solventes, agua regia (ácido sulfúrico y nítrico en solución), o ácido crómico. Reducir o eliminar el uso de benceno, tetracloruro de carbono, acetonitrilo, mercurio, plomo, fenol, y otros químicos altamente tóxicos utilizados en los experimentos.
- 6- Asegurar que los usuarios de químicos están instruidos en buenas técnicas de experimentación. Por ejemplo, si solventes son requeridos para limpiar, reutilizar el solvente gastado en la limpieza inicial y usar solvente nuevo para el enjuagado final. Colecte el primer enjuague para destilación. Rehúse un par de veces con una simple destilación disminuyendo la cantidad de solvente utilizado.

- 7- Pesado previo de algunos de los químicos para uso de estudiantes. Esto reducirá los derrames y la generación de otros desechos generados por estudiantes efectuando su propio pesaje. También aumentará la productividad del laboratorio reduciendo el tiempo de laboratorio por estudiante.
- 8- Reciclo, o tratamiento de desechos químicos peligrosos como la última etapa en los experimentos. Destilación de solventes residuales como último paso en un experimento. En laboratorios de pregrado, o para el caso de instituciones y empresas sus laboratorios se hará conciencia a los estudiantes o usuarios en lo que ha minimización de desechos químicos se refiere.
- 9- Neutralización de ácidos y bases .Implementación de estrictos procedimientos de chequeo para facultativos, laboratoristas, y estudiantes. Cuando facultativos, estudiantes, y laboratoristas dejan la institución ellos generalmente dejan una gran cantidad de químicos de laboratorio.
- 10-Estos incluyen reactivos químicos en desuso, químicos no etiquetados, y mezclas surtidas y soluciones. Una política a implementar debería ser, el asegurar que todos los desechos químicos y químicos en desuso serán removidos desde el laboratorio previo a la salida de la persona de la institución.<sup>(8)</sup>

### 4.2.3 EJEMPLOS DE QUIMICA A MICRO ESCALA.

**LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL. FACULTAD DE QUÍMICA.  
UNIVERSIDAD DE VALENCIA**



Figura N° 3 Laboratorio de Química General Universidad de Valencia.

**EJEMPLO N° 1** Hasta el curso 1999/2000, la determinación de la entalpía de neutralización de un ácido fuerte y una base fuerte, se realizaba con 100 ml de NaOH 1M y 100 ml de HCl 1M. Actualmente se está determinando con 10 ml de cada reactivo. La reducción ha supuesto un ahorro del 90 % de reactivo. Lo único que hemos hecho ha sido reducir el tamaño del calorímetro, gracias a Marcelo Arias, responsable del taller de vidrio soplado del S.C.S.I.E( ver figura N°4)

**EJEMPLO N°2** En la síntesis de un compuesto orgánico, como es la acetanilida, cada alumno partía de 4 mL de anilina y 5 mL de anhídrido acético. Actualmente dicha práctica se hace con 1 mL de anilina y 1.5 mL de anhídrido

acético. Sólo hemos tenido que reducir los matraces Erlenmeyer donde se hace la purificación y el embudo Büchner, donde se recoge, manteniendo el resto de material necesario: mantas calefactoras, matraces de fondo redondo, kitazatos, etc. Es decir, que no ha supuesto ningún gasto extra para el laboratorio, pero sí un ahorro importante en la cantidad de reactivos utilizados y una gran disminución en la cantidad de acetanilida producida que hay que llevar a reciclar. (ver figura N°5)

**EJEMPLO N°3** En la valoración ácido-base, los estudiantes usaban buretas de 25 mL . Desde el curso 2000/2001, los estudiantes de primero de Biológicas están realizando la valoración con buretas de 10 mL. El propósito era aprender a valorar y lo han conseguido con un ahorro del 60% en reactivos y un ahorro en el tiempo en que realizan la práctica.(ver figura N°6)

**EJEMPLO N° 4** En otras prácticas hemos cambiado las buretas de 25 ml por pipetas de 5 ml con una punta amarilla de micropipeta colocada en la punta. La pipeta se llena y se vacía ayudados por una propipeta (ver figura N°7)

**EJEMPLO N° 5** En la destilación de dos líquidos hemos cambiado los viales de vidrio para recoger el destilado por tubos Eppendorf, evitando así recoger muestra en exceso que luego había que tirar.(ver figura N° 8)

**EJEMPLO N° 6** En la electrólisis del yoduro potásico (KI) hemos cambiado la forma del tubo en U acercando las dos ramas, de este modo se reduce el volumen de disolución de KI usado, pero se tiene el volumen necesario para realizar los ensayos posteriores.

El tubo se ha hecho con un diámetro interior menor, así pues hemos tenido que cambiar los electrodos y las pinzas, que al ser menores son más fácilmente manejables. (ver figura N° 9) (8)

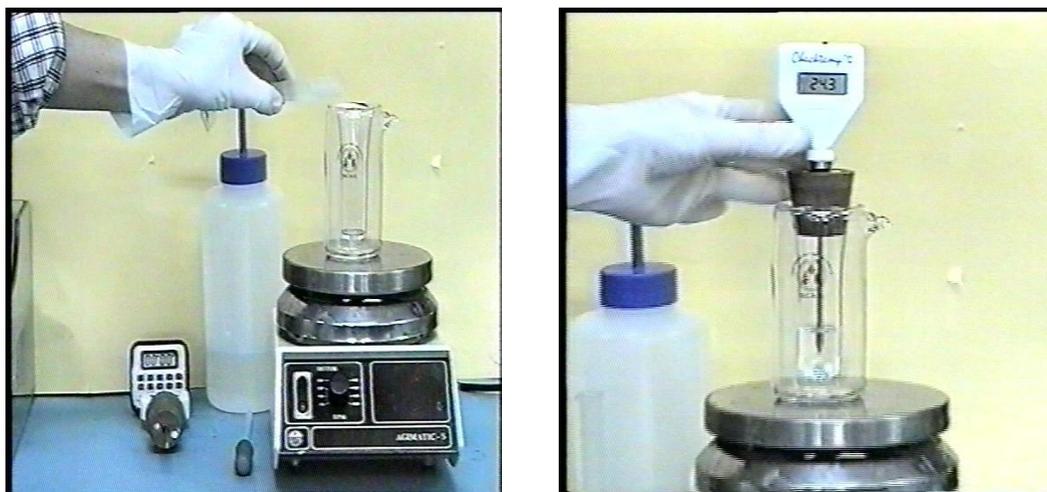


Figura N° 4 Determinación de la entalpía de neutralización.

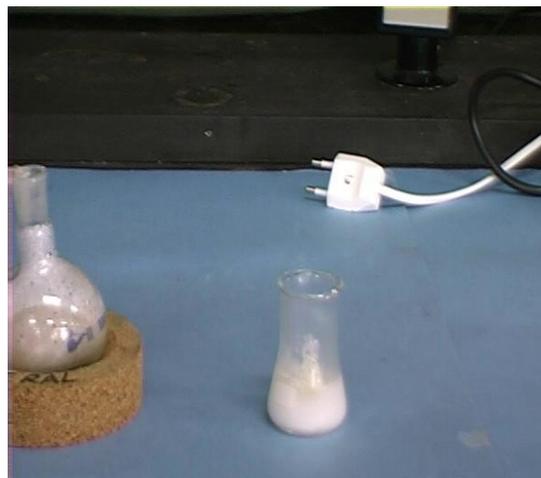


Figura N° 5 Síntesis de un compuesto orgánico, acetanilida

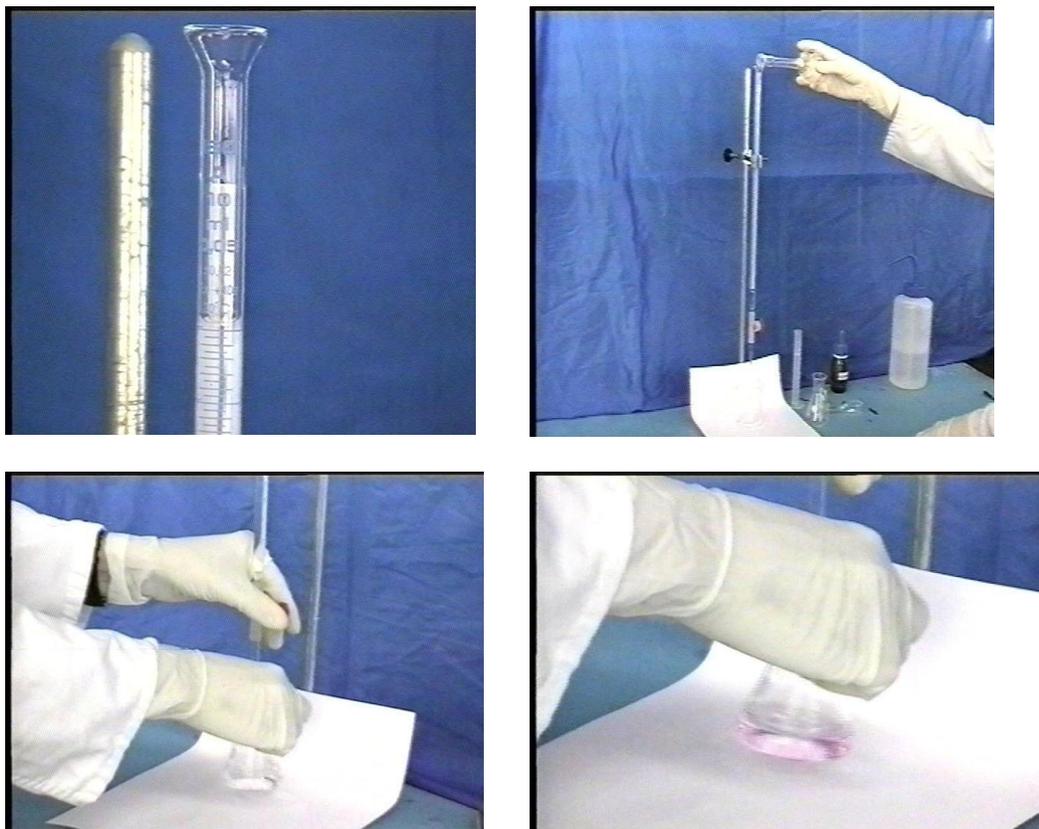


Figura N° 6 Valoración ácido-base con bureta de 25mL



Figura N° 7 Valoración ácido-base con pipeta de 5mL

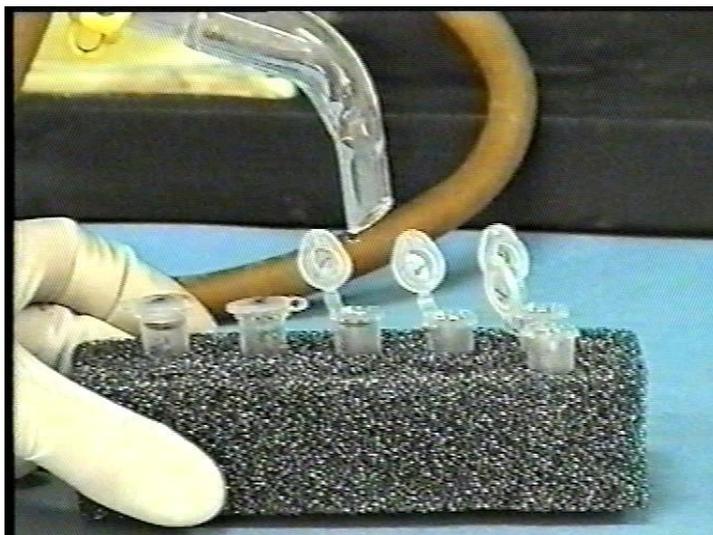
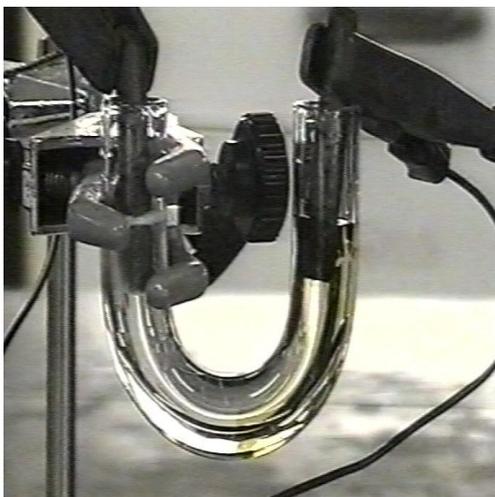


Figura N° 8 Destilación de dos líquidos en tubos de Eppendorf

**Antes**



**Después**



Figura N° 9 Electrolisis del yoduro de potasio (KI)

**EJEMPLOS DE QUIMICA A MICRO ESCALA FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.LABORATORIO DE QUÍMICA ORGANICA**

Ejemplo en las prácticas de laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Química y Farmacia en la Universidad de El Salvador se hace uso de la química a micro escala reduciendo las cantidades de los reactivos, en la práctica de las propiedades de alcoholes y fenoles, además se tienen recipientes especiales para los desechos.

**PROPIEDADES DE ALCOHOLES Y FENOLES**

**PARTE EXPERIMENTAL:**

**Procedimiento:**

Preparar seis tubos de hemólisis, enumérelos y coloque las sustancias que se indican a continuación:

<b>Tubo N°</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Reactivo</b>
1	0.5ml	Etanol
2	0.5ml	1- Butanol
3	0.5ml	Alcohol t-butílico
4	0.5ml	Ciclohexanol
5	0.5ml	Etilenglicol
6	0.2-0.5 g	Fenol

Adicione a cada tubo, 2ml de agua destilada, agite cuidadosamente y observe.

**NOTA:** Tenga cuidado con el manejo de los fenoles, pues queman la piel. Los desechos generados en la práctica tienen un pH ácido para su posterior

tratamiento, descartarlos en el recipiente que rotula ácido, por favor no descartarlos en los lavados.

### Reacción con Álcali:

En cuatro tubos de ensayo coloque por separado : los compuestos siguientes:

Tubo N°	Cantidad	Reactivo
1	0.5ml	Alcohol n-butílico
2	0.5ml	2- Butanol
3	0.5g	Fenol
4	0.5g	p-Nitrofenol

Adicione a cada tubo 1ml de una solución de hidróxido de sodio al 10% agite en cada caso observe y anote sus resultados.

**NOTA:** Los desechos generados en la practica tienen un pH básico, descartarlos en el recipiente que rotula básico para su posterior tratamiento, por favor no descartarlos en los lavados.

### Reacción con Sodio metálico:

En cuatro tubos de ensayos limpios y secos, coloque por separado 10 gotas de cada uno de los compuestos siguientes:

Tubo N°	Cantidad	Reactivo
1	10gotas	Metanol
2	10gotas	1- Propanol
3	10gotas	o-Cresol
4	10gotas	2-Propanol

A cada tubo adiciónese un pedacito de sodio metálico resiente mente cortado.  
Observe y anote los resultados.

A la solución obtenida con sodio y metanol una gota de solución indicadora de fenolftaleína ( la cual es incolora en medio ácido y rosado en medio básico )

**NOTA:** Es importante que los tubos estén bien secos porque el sodio metálico reacciona violentamente con el agua. Antes de descartar las soluciones, agregue metanol para disolver cualquier residuo de sodio que no reacciona. Tener mucho cuidado el sodio es explosivo al entrar en contacto con el agua, esto debido al potencial de oxidación de sodio metálico es mayor a +0.83V. Únicamente los metales con potencial de oxidación igual o mayor de +0.83 V reaccionan con el agua (H<sub>2</sub>O) liberando H<sub>2</sub>.

#### Reacción de diferenciación de alcoholes:

**Prueba de Lucas.** En cuatro tubos de hemólisis secos y limpios coloque 2 ml de reactivo de Lucas. Agregar a cada tubo con agitación:

Tubo N°	Cantidad	Reactivo
1	5gotas	1- Butanol
2	5gotas	2-Butanol
3	5gotas	Alcohol t-Butílico
4	5gotas	Alcohol Bencílico

Después de esta adición mida el tiempo requerido para la formación de una nube o la separación de dos capas.

**NOTA:** Los desechos líquidos de esta reacción presentan pH básico; por lo que se descartaran en un recipiente que rotule básico para su posterior tratamiento, por favor no descartarlos en los lavados.

### **Oxidación con Dicromato de Potasio:**

Rotule cinco tubos de ensayo y coloque 10 gotas de dicromato de potasio en ácido sulfúrico.

Agregar a cada tubo con agitación:

<b>Tubo N°</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Reactivo</b>
1	3gotas	1-Butanol
2	3gotas	2-Butanol
3	3gotas	Alcohol t-butílico
4	0.1g	Colesterol
5	3gotas	Alcohol bencílico

**NOTA:** El reactivo de Dicromato de potasio con ácido sulfúrico, se prepara disolviendo 5 g de dicromato de potasio en 50ml de agua, luego se le adiciona 5ml de ácido sulfúrico concentrado. Los desechos generados en la practica tienen un pH ácido para su posterior tratamiento, descartarlos en el recipiente que rotula ácido, por favor no descartarlos en los lavados.

### **Esterificación :**

En dos tubos rotulados: coloque por separado 1ml de ácido acético glacial.

Agregar a cada tubo:

Tubo N°	Cantidad	Reactivo
1	1ml	Alcohol bencílico
2	1g	Fenol

**NOTA:** Los desechos generados en la practica tienen un pH ácido para su posterior tratamiento, descartarlos en el recipiente que rotula ácido, por favor no descartarlos en los lavados.

Cuadro N° 15 Tratamiento de desechos Químicos, Facultad de Química y Farmacia.

Tipo de desecho	Tratamiento
Ácido	Neutralización con una base Ejemplo: Hidróxido de Sodio 20-30% y descartar con abundante agua.
Básico	Neutralización con un ácido Ejemplo: $H_2SO_4$ 5-10%, y descartar con abundante agua.
Sodio metálico	El sodio metálico disolver con metanol, cuando todo el sodio se reduce eliminar por el lavado.

## **5.0 MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS**

### **5.0 Métodos de tratamiento para desechos químicos:**

A continuación se presentan generalidades y métodos de tratamiento de los reactivos químicos que usualmente son los que generan desechos químicos.

En la mayoría de los casos los métodos de tratamiento son químicos pero algunos requieren la incineración en estos casos se debe evaluar el tipo de desecho químico y la cantidad de el mismo o una especial peligrosidad de los mismos. (Ver anexo N° 13).

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ACETATO DE ETILO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El acetato de etilo es un líquido incoloro con olor a frutas, inflamable, menos denso que el agua y ligeramente miscible con ella. Sus vapores son más densos que el aire. Se obtiene por destilación lenta de una mezcla de ácido acético, alcohol etílico y ácido sulfúrico, o bien, a partir de acetaldehído anhidro en presencia de etóxido de aluminio. Se usa en esencias artificiales de frutas, como disolvente de nitrocelulosa, barnices y lacas, en la manufactura de piel artificial, películas, placas fotográficas, seda artificial, perfumes y limpiadores de telas, entre otros. (21)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **PROCEDIMIENTO:**

Pequeñas cantidades pueden evaporarse en una campana de extracción, pero si la cantidad es grande, es mejor incinerarla. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ACETONA</b>			

### **GENERALIDADES:**

Es un líquido incoloro, de olor característico agradable, volátil, altamente inflamable y sus vapores son más pesados que el aire.

Se obtiene como producto en la fermentación por medio de la cual se obtiene el alcohol butílico; por oxidación de isopropanol; por destilación de acetato de calcio entre otros.

Es utilizado como disolvente de grasas, aceites, ceras, hules, plásticos, lacas y barnices., en una gran variedad de síntesis en química orgánica entre. Por otra parte, junto con hielo y dióxido de carbono sólido, se puede utilizar para enfriar a temperaturas muy bajas. (13)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **PROCEDIMIENTO:**

Siempre mantenerlos alejados de fuentes de ignición. Para pequeñas cantidades, puede absorberse con papel y dejarlo evaporar en una campana extractora de gases. No tirar al drenaje, pues puede alcanzar niveles explosivos.

Para cantidades grandes, se puede utilizar arena, cemento en polvo o tierra para absorberla y mantener la en un área segura antes de incinerarla. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ÁCIDO CLORHIDRICO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El ácido clorhídrico es una disolución acuosa de cloruro de hidrógeno. Es un líquido de color amarillo (por presencia de trazas de fierro, cloro o materia orgánica) o incoloro con un olor penetrante. La disolución acuosa grado reactivo contiene aproximadamente 38% de HCl. Es utilizado en la refinación de minerales, en la extracción de estaño y para limpiar metales, como reactivo químico, en la hidrólisis de almidón para obtener otros productos alimenticios y como catalizador y disolvente en la síntesis orgánica. Sus vapores son irritantes a los ojos y membranas mucosas. Es soluble en agua, desprendiéndose calor. Es corrosivo de metales y tejidos. Para su obtención se tienen diferentes procesos industriales, entre los cuales se encuentran: la reacción entre cloruro de sodio o potasio con ácido sulfúrico; la reacción de bisulfito de sodio con cloruro de sodio, conocida como proceso Meyer. <sup>(13)</sup>

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

-Carbonato de calcio o cal

#### **PROCEDIMIENTO:**

Diluir con agua cuidadosamente, neutralizar con carbonato de calcio o cal. La solución resultante puede verterse al drenaje, con abundante agua. <sup>(6)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ÁCIDO NITRICO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El ácido nítrico es un líquido cuyo color varía de incoloro a amarillo pálido, de olor sofocante. Se utiliza en la síntesis de otros productos químicos como colorantes, fertilizantes, fibras, plásticos y explosivos, entre otros. Es soluble en agua, generándose calor. No es combustible, pero puede acelerar el quemado de materiales combustibles y causar ignición. Es corrosivo de metales y tejidos. Si además, contiene NO<sub>2</sub> disuelto, entonces se conoce como ácido nítrico fumante y su color es café-rojizo. Actualmente, se obtiene por oxidación catalítica de amoníaco. <sup>(13)</sup>

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- Bicarbonato de sodio o hidróxido de calcio

#### **PROCEDIMIENTO:**

Con cuidado (se genera calor y vapores) diluya con agua-hielo y ajuste el pH a neutro con bicarbonato de sodio o hidróxido de calcio. El residuo neutro puede tirarse al drenaje con agua en abundancia. <sup>(6)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AMIDAS</b>			

## GENERALIDADES

Es un compuesto nitrogenado derivado del amoniaco. Mediante la reacción de un metal alcalino con el amoniaco se producen las amidas inorgánicas; por ejemplo la amida de sodio ( $\text{NaNH}_2$ ). Las amidas orgánicas se caracterizan porque un grupo acilo ( $-\text{CONH}_2$ ), en general, es atacado por un grupo orgánico ( $\text{R}=\text{CONH}_2$ ). La carbamida (urea)  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  es un ejemplo.<sup>(21)</sup>

## TRATAMIENTO DE DESECHOS

### AMIDAS INORGANICAS:

#### REACTIVOS:

-HCl 3M ó  $\text{NH}_4\text{OH}$  6M

#### PROCEDIMIENTO:

1-Verter sobre agua y agitar.

2-Neutralizar a pH entre 5-7 con HCl 3M ó  $\text{NH}_4\text{OH}$  6M.

3- Verter al desagüe.

4- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.

**AMIDAS ORGÁNICAS:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar en un lugar apropiado. <sup>(13)</sup>

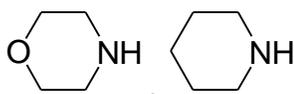
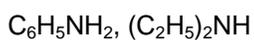
 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AMINAS</b>		

### GENERALIDADES:

Las aminas son compuestos químicos orgánicos que se consideran como derivados del amoniaco y resultan de la sustitución de los hidrógenos de la molécula por los radicales alquilo. Según se sustituyan uno, dos o tres hidrógenos, las aminas serán primarios, secundarios o terciarios, respectivamente. Las aminas son simples cuando los grupos alquilo son iguales y mixtas si estos son diferentes. Las aminas son compuestos muy polares. Las aminas primarias y secundarias pueden formar puentes de hidrógeno. Las aminas terciarias puras no pueden formar puentes de hidrógeno, sin embargo pueden aceptar enlaces de hidrógeno con moléculas que tengan enlaces O-H o N-H. Como el nitrógeno es menos electronegativo que el oxígeno, el enlace N-H es menos polar que el enlace O-H. Por lo tanto, las aminas forman puentes de hidrógeno más débiles que los alcoholes de pesos moleculares semejantes. Las aminas primarias y secundarias tienen puntos de ebullición menores que los de los alcoholes, pero mayores que los de los éteres de peso molecular semejante. Las aminas terciarias, sin puentes de hidrógeno, tienen puntos de ebullición más bajos que las aminas primarias y secundarias de pesos moleculares semejantes. (21)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG.2de2</p>	
	<p>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AMINAS</p>		

### EJEMPLO:



### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

#### REACTIVOS:

- $\text{H}_2\text{SO}_4$  5-10%

Ácido ascórbico

#### PROCEDIMIENTO:

- 1-Neutralizar con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5-10%
- 2-Luego se vierten al alcantarillado.

#### AMINAS CANCERIGENAS

Las que requieren ser destruidas (cancerígenas Ejemplo Aminas aromáticas)

- 1- Se incineran o tratan con una mezcla de  $\text{KMnO}_4$  en  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , previa disolución en HCl si son insolubles en agua.
- 2- Luego de transcurridas 10 h, la solución se decolora con ácido ascórbico, se neutraliza con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5-10% y se vierte al alcantarillado.
- 3-Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.(6)

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.1de3</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AMONIACO</b>		

### GENERALIDADES:

El amoníaco es un gas incoloro con olor característico, muy soluble en agua. Sus disoluciones acuosas son alcalinas y tienen un efecto corrosivo frente a metales y tejidos. El pH de disoluciones acuosas 0.1 M es de 11.2, característico de una base débil ( $pK_a = 9.4$ ). A pesar de ser clasificado como un gas no inflamable, el amoníaco, puede arder bajo ciertas concentraciones en fase vapor y el riesgo de fuego aumenta en presencia de materiales combustibles. El gas es más ligero que el aire, sin embargo en fugas, los vapores llenan por completo la parte cercana al suelo. En caso de fuga o descompresión rápida de este gas, existe el riesgo de congelamiento por contacto debido a que se almacena a presión como líquido. La producción de sales de amonio se conocía en Egipto desde el siglo IV AC, sin embargo, Priestly lo produjo por primera vez, como un compuesto puro, en 1774. Actualmente, se obtiene mediante hidrógeno y nitrógeno a alta presión. Este método es parecido al desarrollado por Haber y Bosch en 1913 (dicho trabajo los hizo merecedores al Premio Nobel en 1913), sólo que se ha mejorado la generación de hidrógeno y el uso de la energía involucrada, mediante el reciclado de gases y calor.

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.2de3</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AMONIACO</b>		

nítrico y otros reactivos químicos como ácido sulfúrico, cianuros, amidas, nitritos e intermediarios de colorantes; como fuente de nitrógeno en la producción de monómeros de fibras sintéticas y otros plásticos; como inhibidor de la corrosión en la refinación del petróleo; como estabilizador en la industria hulera y en otras industrias como la del papel, extractiva, alimenticia, peletera y farmacéutica. La fórmula química de la disolución acuosa de amoniaco que denominamos comúnmente "hidróxido de amonio", ha sido controvertida. Se ha demostrado experimentalmente que la fracción de  $\text{NH}_4\text{OH}$  es despreciable en dichas disoluciones. La forma correcta de escribir la fórmula es  $\text{NH}_3$  (ac). Sin embargo, por tradición, se sigue hablando de "hidróxido de amonio,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ", porque en esa forma es más fácil subrayar las propiedades alcalinas de las disoluciones de amoniaco. (21)

#### **TARATAMIENTO DE DESECHOS:**

##### **REACTIVOS:**

- ácido clorhídrico 6M

##### **MATERIAL:**

- recipientes de polietileno

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG.3de3</p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AMONIACO</b></p>		

### PROCEDIMIENTO:

1. El tratamiento de éstos debe hacerse en un área bien ventilada y usando el equipo mínimo de protección: bata, lentes de seguridad, guantes y si la cantidad a tratar es grande, equipo de respiración especial y botas.
2. El liquido o sólido con que se absorbió el derrame, se transfiere a recipientes de polietileno o recubiertos con el y se neutraliza cuidadosamente con ácido clorhídrico 6M, controlando la temperatura , si es necesario.
3. Agregar agua con cuidado y decantar el liquido, el sólido absorbente puede reutilizarse. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ANHÍDRIDOS Y CLORUROS DE ÁCIDOS</b>			

### **GENERALIDADES:**

Un óxido o anhídrido es un compuesto químico que contiene uno o varios átomos de oxígeno, presentando el oxígeno un estado de oxidación -2, y otros elementos. Hay óxidos que se encuentran en estado gaseoso, líquidos o sólidos a temperatura ambiente. Hay una gran variedad. Casi todos los elementos forman combinaciones estables con oxígeno y muchos en varios estados de oxidación. Debido a esta gran variedad las propiedades son muy diversas y las características del enlace varían desde el típico sólido iónico hasta los enlaces covalentes. Por ejemplo son óxidos el óxido nítrico, NO, o el dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>. Los óxidos son muy comunes y variados en la corteza terrestre. También son llamados anhídridos porque son compuestos que han perdido una molécula de agua dentro de sus moléculas. (21)

### **EJEMPLO:**



### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

### **REACTIVOS:**

-NaOH 5%

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ANHÍDRIDOS Y CLORUROS DE ÁCIDOS</b>		

**PROCEDIMIENTO:**

- 1-Agregar agua en cantidades pequeñas hasta tener un exceso de agua.
- 2-Agregar poco a poco NaOH 5% con agitación hasta disolución completa y se vierte al alcantarillado.
- 3-Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.

(6)

.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ARSÉNICOS, COMPUESTOS</b>			

### GENERALIDADES:

.El arsénico trivalente es el que más se produce en los laboratorios y junto con el pentavalente procede, principalmente, de las fundiciones de cobre y en mucha menor cantidad de preservantes de la madera, vidrio, semiconductores y pesticidas. Puede ser absorbidos por los vegetales y de éstos pasar a las aguas subterráneas. También éstas pueden contenerlo como resultado de la lixiviación natural de minerales. (21)

**EJEMPLO:**  $As_2O_3$ ,  $AsCl_3$

### TRATAMIENTO DE DESECHOS

#### REACTIVOS:

- NaOH 10%,
- $Na_2S$  10%

#### MATERIAL:

- Recipiente de polietileno

**PROCEDIMIENTO:** 1-Agregar al desecho un exceso de NaOH 10%.

2-Luego se adiciona  $Na_2S$  10% con agitación prolongada.

3- Se filtra y el precipitado se seca al aire.

4- Se guarda en recipiente de vidrio hermético y éste se introduce, rodeado de arena, en un recipiente de polietileno. (6)

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AZIDA DE SODIO (NaN<sub>3</sub>)</b>		

### GENERALIDADES:

Azidas es el anión con fórmula  $N_3^-$ . Es la base conjugada del ácido hidrazóico. La Azida es también un grupo funcional en química orgánica,  $RN_3^{[1]}$ .  $N_3^-$  es un anión lineal que tiene propiedades isoelectrónicas con  $CO_2$  y  $N_2O$ . Debido a la teoría enlaces valencia la azida puede ser descrita con diferentes estructuras resonantes, una de las más importantes es  $N^-=N^+=N^-$ .

Las Azidas pueden formar compuestos con enlaces covalentes e iónico con los metales. La azida sódica,  $NaN_3$ , es una sal que generalmente se emplea como prolenate en la fabricación de airbags.  $N_3^-$ . Las azidas de origen covalente son muy numerosas,<sup>[2]</sup> un ejemplo es  $[Co(NH_3)_5N_3]Cl_2$ . Los compuestos organometálicos en los que se encuentra involucrado la azida es trimetilsilicioazida (Grupo  $[-Si(CH_3)_3]$ ) el cual es a veces una fuente de anhidrosa de  $N_3^-$ . La forma aniónica de la azida es tóxica, tiene como función inhibir al citocromo c oxidasa haciendo un enlace irreversible con el cofactor hemo, en un proceso similar al realizado por el monóxido de carbono. Las sales de la azida son empleadas generalmente en bioquímica como elementos de mutagénesis.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG.2de2</p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : AZIDA DE SODIO (<math>\text{NaN}_3</math>)</b></p>		

La azida sódica,  $\text{NaN}_3$  es tóxica ( $\text{LD}_{50}$  en dosis orales (rats) = 27 mg/kg) y puede ser absorbido a través de la piel. (21)

### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

#### REACTIVOS:

- Agua
- $\text{NaNO}_2$
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  20%

#### MATERIAL:

- Papel de yodo-almidón

#### PROCEDIMIENTO:

1-Se disuelve en agua ( 3 g en 100 ml), se agrega  $\text{NaNO}_2$  y luego  $\text{H}_2\text{SO}_4$  20% hasta solución ácida.

2-Cuando cese el desprendimiento de  $\text{NO}_x$  se moja papel de yodo-almidón con la solución.

3-Si el papel se pone azul (Indica presencia de Acido nitroso,  $\text{HNO}_2$ ) se desecha la mezcla.(13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BENCENO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El benceno es un líquido incoloro de olor característico que fue descubierto en 1825 por Faraday. Es muy inflamable, mas ligero que el agua e insoluble en ella. Sus vapores son mas densos que el aire.

Es una sustancia tóxica que puede generar problemas muy graves a la salud. Se sabe que exposiciones constantes o prolongadas a este compuesto, pueden generar daños severos a los componentes de la sangre e, incluso, leucemia. El benceno es una materia prima muy versátil. Puede utilizarse en una gran variedad de reacciones para generar intermediarios como anhídrido maleico (para obtener poliésteres); ciclohexano y a partir de él, ácido adípico (para la elaboración nylon-66 y otras poliamidas); anilina, la cual es muy utilizada en la fabricación de colorantes; derivados clorados utilizados en la industria de pesticidas; estireno, cumeno y otros intermediarios para la elaboración de detergentes, explosivos y fármacos, entre otros. Es buen disolvente de lacas, barnices, ceras, resinas, plásticos, hules y aceites.

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BENCENO</b>		

Por último, también es utilizado como aditivo de la gasolina. Sin embargo, debido a su gran toxicidad, en la actualidad, solo se utiliza cuando no existe un sustituto adecuado. El tolueno es uno de los disolventes que pueden utilizarse como alternativa. El benceno se obtiene del petróleo a través de procesos como: reformación catalítica, desalquilación, dehidrogenación y ciclización y aromatización de hidrocarburos parafínicos.

El producto comercial puede contener tolueno, xilenos, disulfuro de carbono, tiofeno, piridina, acetonitrilo y picolinas como impurezas. <sup>(13)</sup>

#### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

##### **REACTIVOS:**

- alcohol o acetona

##### **PROCEDIMIENTO:**

Incinerarlos en un equipo adecuado, mezclado con alcohol o acetona para controlar la formación de humo. <sup>(13)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG. 1de2</p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BERILIO, COMPUESTOS</b></p>		

### GENERALIDADES:

El berilio es un elemento químico de símbolo Be y número atómico 4. Es un elemento alcalinotérreo bivalente, tóxico, de color gris, duro, ligero y quebradizo. Se emplea principalmente como endurecedor en aleaciones, especialmente de cobre. (13)

### EJEMPLO:

BeO

### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

#### REACTIVOS:

-Amoníaco concentrado

#### MATERIAL:

-Recipiente de vidrio

- Recipiente de polietileno

-Tierra de diatomeas (17)

-Arena

### PROCEDIMIENTO:

1-Se agrega exceso de amoníaco concentrado sobre soluciones acuosas de sales de Be

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BERILIO, COMPUESTOS</b>		

2. El precipitado formado se mezcla con tierra de diatomeas (rocas silíceas), se filtra y la mezcla insoluble se guarda en recipiente de vidrio y éste se introduce, rodeado de arena, en un recipiente de polietileno.
- 3-Se deposita en sitio autorizado. (13)

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.1de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMO</b>		

### **GENERALIDADES:**

El bromo es un líquido café-rojizo que despide vapores del mismo color. Es el único de los no metales que es líquido bajo condiciones estándar. Su nombre proviene del griego bromos, que significa hedor. Se usó en fotografía y en medicina, para tratamiento de epilepsia. Es un oxidante poderoso, corrosivo de metales y tejidos, por lo que es muy tóxico. Es mas denso que el agua y poco soluble en ella. Existen isótopos de este elemento cuyas masas atómicas varían entre 74 y 90, de ellos, los que se utilizan para marcajes radiactivos son los de masa 77, 80, 80' (metaestable) y 82. Los isótopos estables del bromo son los de masa 79 y 81.

Los estados de oxidación mas comunes son: 1- y 5+, sin embargo, también existe como 1+, 3+ y 7+. Es utilizado como desinfectante de agua y aguas residuales; en la elaboración de algunos colorantes, productos fotográficos, perfumes, desinfectantes, fármacos, productos retardantes de flama, selladores epóxicos utilizados en dispositivos semiconductores, compuestos antidetonantes para gasolinas y en general, como reactivo químico en síntesis orgánicas e inorgánicas. Aunque poco, también se usa en albercas y como blanqueador. (21)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG. 2de2</p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMO</b></p>		

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- Ácido sulfúrico
- Bisulfito de sodio 50%

#### **PROCEDIMIENTO:**

- 1- El bromo se diluye hasta tener una disolución al 3 % aproximadamente.
- 2- Se acidula cuidadosamente hasta pH 2 con ácido sulfúrico.
- 3- Se agrega poco apoco una disolución al 50 % de bisulfito de sodio, agitando lentamente.
- 4- La mezcla de reacción desprende calor, prueba de que la reacción se está llevando a cabo, si esto no ocurre, agregar mas ácido.
- 5- Cuando la reacción termina eliminar por el desagüe <sup>(13)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de6</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMURO DE ETIDIÓ</b>			

### **GENERALIDADES:**

El bromuro de etidio es un agente intercalante usado comúnmente como marcador de ácidos nucleicos en laboratorios de biología molecular para procesos como la electroforesis en gel de agarosa. Cuando se expone esta sustancia a luz ultravioleta, emite una luz roja-anaranjada, que se intensifica unas 20 veces después de haberse unido a una cadena de ADN. Este efecto es debido al aumento de la hidrofobia del medio, y no a la rigidificación del anillo bencénico, no estando éste entre pares de bases del ADN. Como el bromuro de etidio se intercala en el ADN, esta sustancia tiene un poderoso efecto mutágeno y, posiblemente puede ser cancerígeno o teratógeno.

El bromuro de etidio tiene una referencia CAS 1239-45-8, y una fórmula  $C_{21}H_{20}BrN_3$ . Como la mayoría de los compuestos fluorescentes, es una sustancia aromática. La mayor parte de la molécula es una estructura tricíclica con grupos amino-benceno en cada lado de una molécula piridínica (seis átomos, conteniendo nitrógeno y un anillo aromático). Esta estructura dibenzopiridínica es conocida con el nombre de fenantridina

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de6</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMURO DE ETIDIÓ</b>		

### **PELIGROS:**

El bromuro de etidio es una sustancia fuertemente mutagénica y es irritante a los ojos, piel, mucosas y el tracto respiratorio. Los efectos sanitarios de la exposición a este compuesto no han sido todavía investigados profundamente. Se sospecha que puede ser cancerígeno y teratogénico por su cualidad de mutagenicidad, aunque no hay ninguna prueba concluyente de ninguno de estos efectos. Si se ingiere, se inhala o se absorbe por la piel, esta sustancia puede tener efectos nocivos.

### **MANIPULACION:**

En la preparación de disoluciones y en cualquier otra operación que pueda crear polvo de bromuro de etidio o aerosoles deben ser realizadas en una campana de gases para prevenir la inhalación de esta sustancia. Se deben usar guantes en todo momento. Los guantes de látex no ofrecen una buena protección frente al bromuro de etidio. Los guantes de goma de nitrilo son mucho más efectivos en este caso. Cuando se debe trabajar con grandes concentraciones o por un periodo de tiempo elevado, la posibilidad de usar un guante doble puede reducir el riesgo de exposición, especialmente si el guante exterior se cambia cuando ha sido contaminado significativamente. (21)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p><b>PAG. 3de6</b></p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMURO DE ETIDIÓ</b></p>		

## **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

## **REACTIVOS:**

## **PROCEDIMIENTO:**

### **DISOLUCIONES DE BROMURO DE ETIDIO**

Las disoluciones que contienen esta sustancia deben ser desactivadas, neutralizadas y desechadas a través de la pila acompañándose de grandes cantidades de agua. Se puede comprobar el éxito del proceso de desactivación usando luz ultravioleta para detectar la fluorescencia. Hay tres métodos de desactivar estas disoluciones. <sup>(21)</sup>

### **MÉTODO DE ARMOUR**

Es el método más simple, pero es controvertido, ya que un estudio encontró trazas de mezclas reactivas mutagénicas después de usar el método. (Lunn, G. and E. Sansone, Analytical Biochemistry, vol. 162, pp. 453-458, 1987)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 4de6</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMURO DE ETIDIÓ</b>			

1. Mezclar cantidades iguales de bromuro de etidio e hipoclorito de sodio (lejía).
2. Agitar constantemente durante 4 horas y dejar reposar 2-3 días.
3. Ajustar el pH a 4-9 con hidróxido sódico.
4. Desechar por la pila con grandes cantidades de agua. (21)

### **MÉTODO DE LUNN Y SANSONE**

Para cada 100 ml de disolución de bromuro de etidio:

1. Añadir 5% de ácido hipofosforoso.
2. Añadir 12 ml de nitrato sódico 0,5 M.
3. Agitar fuertemente y dejar reposar durante 20 horas.
4. Ajustar el pH a 4-9 usando hidróxido sódico.
5. Desechar por la pila con grandes cantidades de agua. (21)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 5de6</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMURO DE ETIDIÓ</b>			

## **MÉTODO DE QUILLARDET Y HOFFNUNG**

Este método usa permanganate de potasio 0,5 M y ácido clorhídrico 2,5 M. EHS no recomienda este método debido a la abundante concentración de cloro que puede desprenderse si se usa este método. (21)

## **FILTRO DE CARBONO**

Filtrar las disoluciones de bromuro de etidio, sin otras sustancias, a través de un filtro de carbono activado es una forma relativamente simple y efectivo para eliminar el bromuro de etidio.

1. Filtrar la disolución de bromuro de etidio a través del filtro de carbono activado.
2. Deséchese el filtrado por la pila con abundante agua.
3. Introdúzcase el filtro de carbón activado en una bolsa sellada (Zip-Loc) y tírese en el cubo de contaminantes biológicos para que se proceda a la posterior incineración.

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 6de6</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : BROMURO DE ETIDIÓ</b>		

También puede usarse como elemento filtrante carbón vegetal, prestando especial atención en la confección para que efectivamente el líquido atraviese el carbón. Luego se desecha el carbón en bolsa de plástico de buen grosor y perfectamente cerradas para su posterior incineración. Con el líquido filtrado es conveniente antes de desecharlo realizarle alguno de los tratamientos descriptos arriba.

Otra posibilidad es: a los desechos líquidos con bromuro de etidio colocarlos en un recipiente para su desecho (ej. bidón) y agregarle carbón vegetal, para que en caso de rotura del bidón o recipiente no se produzcan derrames líquidos. Luego, el bidón con el carbón que ha absorbido la solución de bromuro de etidio se envía al incinerador. Este medio es recomendable cuando se almacenan por tiempo prolongado los residuos.

Guantes, Equipamientos y otros materiales: Los guantes, tubos de ensayo, papeles de laboratorio, etc. que estén contaminados por bromuro de etidio deben desecharse en el cubo de los contaminantes biológicos para poder incinerarlos correctamente. Considérese la posibilidad de desactivar el bromuro de etidio con lejía si están muy contaminados. (21)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : CADMIO</b>			

### **GENERALIDADES:**

Este elemento está estrechamente ligado con el zinc, que junto con el mercurio, pertenecen al mismo grupo 12 o IIB del sistema periódico de los elementos. El cadmio posee una larga vida media, por lo que actúa como tóxico que se acumula. Se origina, principalmente, como subproducto de la minería del zinc. El cadmio se emplea para tintas y pigmentos. (21)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- $\text{HNO}_3$
- $\text{H}_2\text{S}$

#### **PROCEDIMIENTO:**

- 1- Añadir  $\text{HNO}_3$  (Se producen nitratos), esta solución se evaporar.
- 2- Añadir agua y saturar con  $\text{H}_2\text{S}$ . Filtrar y secar.
- 3- Depositar en sitio autorizado. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de4</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : CIANURO DE HIDROGENO Y CIANUROS</b>			

### **GENERALIDADES:**

El cianuro de hidrógeno es un líquido incoloro, inflamable, ácido muy débil, venenoso, de baja viscosidad y con un olor característico a almendras amargas. Scheele lo preparó en disolución en 1782 y Gay-Lussac lo obtuvo como un compuesto puro en 1815. Las disoluciones acuosas de cianuros, también tienen olor a almendras amargas y se descomponen lentamente en el agua; si el medio es ácido se libera cianuro de hidrógeno. Tanto el cianuro de hidrógeno, como los cianuros sólidos o en disolución son tóxicos por absorción por la piel, ingestión e inhalación. Para la vida acuática son extremadamente peligrosos pues mientras que para algunas especies se ha encontrado que una concentración de 0.05 mg/l de cianuros libres es aceptable, otros son sensibles a concentraciones más bajas, lo que dificulta el establecimiento de concentraciones límite. Existen teorías en las que el HCN ocupa un papel definitivo en el origen de plantas y animales en la tierra a través de la generación de aminoácidos (reacción  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ).

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de4</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : CIANURO DE HIDROGENO Y CIANUROS</b>			

Se encuentra en muy pocas cantidades en la sangre humana (0.02 a 0.04 mg/ml) y en las personas que fuman o consumen muchas verduras, el contenido es ligeramente más alto. Este exceso es convertido por el organismo en tiocianato, el cual es eliminado por la orina.

Pequeñas cantidades de este compuesto se forman al quemar hidrocarburos en atmósferas deficientes de aire y también se encuentra en la estratosfera.

Se puede obtener de los residuos de la remolacha a pequeña escala y a gran escala existen varios métodos. El proceso Castner consiste en combinar coque y amoníaco con sodio líquido para formar cianuro de sodio, el cual después de acidular genera cianuro de hidrógeno. En el proceso BMA, se lleva a cabo una oxidación catalítica de mezclas de amoníaco y metano. Otro método de obtención involucra la reacción de amoníaco y metano con aire en presencia de catalizadores de platino. También se obtiene como subproducto en la fabricación de acrilonitrilo por amoxidación de propileno y en otros casos puede deshidratarse formamida para obtenerlo, sin embargo este método no es viable económicamente.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 3de4</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : CIANURO DE HIDROGENO Y CIANUROS</b>			

A nivel laboratorio, se puede obtener acidulando ferrocianuro de potasio. Este compuesto es indispensable en la industria química, pues se utiliza en la elaboración de compuestos como adiponitrilo, para producir nylon; metacrilato de metilo, para obtener plásticos acrílicos; cianuro de sodio, para recuperar oro y plata; triazinas, para herbicidas; metionina, usado como suplemento alimenticio de animales y como quelatante en el tratamiento de agua residual, entre otros usos. Debido a su toxicidad, se usó por décadas como veneno y plaguicida, utilizándose, por ejemplo en cultivos de naranja, en silos de granos o para fumigar muebles que después serían vendidos como antigüedades. En la actualidad estos usos han desaparecido debido a su alta toxicidad y actualmente se usa principalmente en la recuperación de metales preciosos y como materia prima en la elaboración de otros productos químicos. (21)

#### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- Sulfato ferroso
- Hipoclorito de sodio

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 4de4</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : CIANURO DE HIDROGENO Y CIANUROS</b>			

### PROCEDIMIENTO:

Pequeñas cantidades de este producto en disolución se desechan llevando el pH hasta 12 y vertiendo esta disolución sobre otra de sulfato ferroso. El ferrocianuro formado es relativamente no tóxico. También, los cianuros en disolución pueden convertirse a especies menos tóxicas como los tiocianatos por tratamiento con cloro, hipoclorito de sodio o calcio o por ozono a pH de 9 a 11. Una disolución de hipoclorito al 10 % es suficiente y es necesario asegurarse de que la disolución final no contiene cianuros. La utilización de hipoclorito o cloro y NaOH es el método mas utilizado, sin embargo existen otros oxidantes que pueden utilizarse como peróxidos, permanganatos y cloritos. Además existen otros métodos como electrólisis a CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y cianato; hidrólisis a temperatura alta para generar NH<sub>3</sub> y sales de ácido fórmico; descomposición biológica a CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>; tratamiento con cromo para dar oxamidas; tratamiento con nitrito o nitrato para dar carbonatos y nitrógeno; intercambio iónico y tratamiento con rayos gama. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUÍMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUÍMICO PARA: CLOROFORMO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El cloroformo es un líquido incoloro con olor dulce característico, muy volátil. Generalmente contiene pequeños porcentajes (1-5 %) de etanol como estabilizador. Es ligeramente soluble en agua y con densidad mayor que ésta. Es no inflamable, pero productos de su oxidación, como el fosgeno, son muy peligrosos. Es peligroso por inhalación e ingestión. Se obtiene por medio de una cloración cuidadosamente controlada de metano, por tratamiento de acetona con polvos blanqueadores ( $\text{CaOCl}_2$ ) y ácido sulfúrico. Fue descubierto en 1847 y se utilizó como anestésico por inhalación, como insecticida y en la industria farmacéutica, sin embargo su toxicidad ha provocado que sea reemplazado por otras sustancias. Actualmente, es utilizado como intermediario en síntesis orgánica, especialmente en la obtención de fluorocarbono 22, el cual es utilizado como refrigerante, propelente y en la fabricación de tetrafluoroetileno y su polímero (PTFE). <sup>(21)</sup>

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- Queroseno

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUÍMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUÍMICO PARA: CLOROFORMO</b>			

**PROCEDIMIENTO:**

En pequeñas cantidades puede dejarse evaporar en una campana extractora.

En caso de grandes cantidades, debe mezclarse con combustible, como queroseno, e incinerarse en equipo especializado para evitar la generación de fosgeno (Gas venenoso). (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUÍMICOS</b>	<b>PAG. 1 de 2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUÍMICO PARA: CROMATOS Y DICROMATOS</b>			

### GENERALIDADES:

El cromo posee estados de oxidación de dos a seis, siendo los más corrientes el cromo trivalente y el hexavalente. El cromo trivalente es esencial para la vida humana. En las aguas se encuentra generalmente como hexavalente, que es la forma más tóxica por su mayor facilidad para atravesar las membranas biológicas. Procede de la industria el curtido de pieles de cuero, la industria galvano técnica, del proceso de metales y de la combustión del petróleo. (21)

### EJEMPLO:

$\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$

### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

#### REACTIVOS:

- $\text{Na}_2\text{SO}_3$
- Ácido Sulfúrico diluido.
- NaOH

#### PROCEDIMIENTO:

- 1-Se mezclan con un exceso de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  sólido.
- 2-Adicionar agua con agitación y dejar reaccionar, después de 3-4 h se agrega con cuidado una pequeña cantidad de ácido sulfúrico diluido.

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : CROMATOS Y DICROMATOS</b>		

3-Cuando todo el cromo está como  $\text{Cr}^{3+}$  se adiciona NaOH para que precipite como hidróxido.

4-Se filtra y al filtrado agregar  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  y luego NaOH para asegurarse de tener todo el cromo se filtra, se seca al aire y se guarda en recipientes de polietileno.

Se deposita en sitio previamente autorizado. (6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p><b>PAG. 1de2</b></p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : DICROMATO DE POTASIO</b></p>		

### **GENERALIDADES:**

El dicromato de potasio es un sólido cristalino naranja-rojizo, soluble en agua. A diferencia del dicromato de sodio, no es higroscópico. Sus cristales son triclinicos pinacoidales. Es utilizado en la producción de productos pirotécnicos, explosivos, colorantes, productos para impresión, para curtido de pieles, para telas repelentes al agua, en baterías eléctricas, como oxidante en la elaboración de otros productos químicos orgánicos, en la elaboración de cerillos de seguridad, en el blanqueo de aceite de palma, ceras y esponjas, como inhibidor de corrosión, como reactivo analítico, en la industria cerámica y en la obtención de pigmentos, entre otros. Se obtiene mediante cloruro de potasio y dicromato de sodio y por tostado de cromito y carbonato de potasio a una temperatura entre 900 y 1000 oC. <sup>(13)</sup>

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- ácido sulfúrico diluido (10%)
- bisulfito de sodio (50%)
- NaOCl

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS	PAG. 2de2	
	TRATAMIENTO QUIMICO PARA : DICROMATO DE POTASIO		

### PROCEDIMIENTO:

Acidular la disolución o suspensión que contiene a este compuesto con ácido sulfúrico diluido hasta pH 2. Agregar lentamente una disolución al 50 % de bisulfito de sodio, un aumento de temperatura indica que la reacción de reducción se está llevando a cabo. Si esto no sucediera, agregar mas ácido cuidadosamente. Posteriormente, ajustar el pH a 7 y agregar una disolución de sulfuros para precipitar el sulfuro de cromo, el cual se mandará a confinamiento. A la disolución resultante se le elimina el exceso de sulfuros (con disolución de NaOCl), se filtra, se neutraliza y se desecha al drenaje. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ESTRONCIO, COMPUESTOS</b>			

### GENERALIDADES:

El estroncio es un elemento químico de la tabla periódica cuyo símbolo es Sr y su número atómico es 38. El estroncio es un metal blando de color plateado brillante, algo maleable, que rápidamente se oxida en presencia de aire adquiriendo un tono amarillento por la formación de óxido, por lo que debe conservarse sumergido en queroseno. Debido a su elevada reactividad el metal se encuentra en la naturaleza combinado con otros elementos y compuestos. Reacciona rápidamente con el agua liberando el hidrógeno para formar el hidróxido. (21)

**EJEMPLO:**  $\text{SrCl}_2$

### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

#### REACTIVOS:

-Ácido Sulfúrico 10%.

1-Se agrega sobre exceso de ácido sulfúrico 10%.

2-El precipitado de  $\text{SrSO}_4$  se filtra, se seca al aire y se guarda en recipientes de plásticos para su colocación en depósito adecuado. (6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ETANOL</b>			

### **GENERALIDADES:**

El etanol es un líquido incoloro, volátil, con un olor característico y sabor picante. También se conoce como alcohol etílico. Sus vapores son mas pesados que el aire. Se obtiene, principalmente, al tratar etileno con ácido sulfúrico concentrado y posterior hidrólisis. Algunas alternativas de síntesis son: hidratación directa de etileno en presencia de ácido fosfórico a temperaturas y presiones altas y por el método Fischer-Tropsch, el cual consiste en la hidrogenación catalítica de monóxido de carbono, también a temperaturas y presiones altas. De manera natural, se obtiene a través de fermentación, por medio de levaduras a partir de frutas, caña de azúcar, maíz, cebada, sorgo, papas y arroz entre otros, generando las variadas bebidas alcohólicas que existen en el mundo. Después de la fermentación puede llevarse a cabo una destilación para obtener un producto con una mayor cantidad de alcohol. El etanol se utiliza industrialmente para la obtención de acetaldehído, vinagre, butadieno, cloruro de etilo y nitrocelulosa, entre otros. Es muy utilizado como disolvente en síntesis de fármacos, plásticos, lacas, perfumes, cosméticos, etc.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ETANOL</b>			

etanol al que se le agregan sustancias como metanol, isopropanol o, incluso, piridinas y benceno. Estos compuestos desnaturalizantes son altamente tóxicos por lo que, este tipo de etanol, no debe de ingerirse. (21)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **PROCEDIMIENTO:**

La mejor manera de desecharlo es por incineración, aunque para pequeñas cantidades puede recurrirse a la evaporación en un lugar seguro. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ÉTER ETILICO.</b>			

### **GENERALIDADES:**

El éter etílico es un líquido incoloro con un olor característico. Es menos denso que el agua e insoluble en ella. Sus vapores son mas densos que el aire. Tiende a generar peróxidos en presencia de luz y aire, por lo que puede encontrarse estabilizado con limadura de fierro, naftoles, polifenoles, aminas aromáticas y aminofenoles, para disminuir el riesgo de explosiones.

Es obtenido como subproducto en la producción de etanol a través de la hidratación en fase vapor de etileno, utilizando ácido fosfórico como catalizador. Otra forma de obtenerlo es mediante la deshidratación de etanol con ácido sulfúrico a 140 °C. Fue el primer producto utilizado como anestésico y aún tiene este uso. Además, tiene un amplio uso como disolvente de grasas, aceites, ceras, resinas, gomas, perfumes, alcaloides, acetato de celulosa, nitrato de celulosa, hidrocarburos y colorantes, principalmente. Es muy utilizado en la extracción de principios activos de tejidos de plantas y animales debido a que es fácilmente eliminado. Finalmente, es usado en una gran variedad de reacciones orgánicas, especialmente en síntesis de Grignard y Wurtz. (21)

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ÉTER ETILICO.</b>		

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

### **PROCEDIMIENTO:**

En caso de cantidades pequeñas, pueden evaporarse en un lugar bien ventilado y alejado de fuentes de ignición. Cantidades grandes deben incinerarse adecuadamente. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : FLUORUROS INORGÁNICOS</b>			

### **GENERALIDADES:**

Sus compuestos solubles pueden producir efectos tóxicos a dosis bajas. El compuesto fluoruro de mayor importancia toxicológica es el fluoruro de sodio, que se utiliza en la industria del vidrio y esmalte y en la industria del papel. Los fluoruros se acumulan en los tejidos esquelético de los mamíferos por sustitución del HO- por F. (13)

### **EJEMPLO:**

KF, NaF

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

### **REACTIVOS:**

-Cloruro de Calcio 10%

### **PROCEDIMIENTO:**

1-Se agrega sobre un exceso de solución de cloruro de calcio.

2-El precipitado de  $\text{CaF}_2$  formado se filtra, se seca al aire y se guarda en recipientes de plástico para su traslado a depósito autorizado. (6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : FÓSFORO TRICLORURO, FÓSFORO PENTAFLUORURO, FÓSFORO PENTÓXIDO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El fósforo rojo es una de las formas alotrópicas del fósforo elemental. Se trata de una sustancia amorfa, de color rojizo, poco soluble en agua y disolventes orgánicos habituales. Contrariamente al fósforo blanco, no es soluble en disulfuro de carbono y no es tóxico.

En química el fósforo es utilizado en algunas reacciones como agente reductor. Por ejemplo, en presencia de trazas de yodo como catalizador es capaz de reducir clorosulfonatos en mercaptanos. <sup>(21)</sup>

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- NaOH 5%

#### **PROCEDIMIENTO:**

1-Se agregan pequeñas cantidades de  $PCl_3$ ,  $PCl_5$  o  $P_2O_5$  sobre un gran volumen de NaOH 5% con agitación manual suave y luego se vierte la solución resultante en la red de desagüe. 2-Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad. <sup>(13)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : HEXANO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El hexano es un líquido incoloro con un olor parecido al del petróleo. Es menos denso que el agua e insoluble en ella, sus vapores son mas densos que el aire. El producto comercial generalmente contiene otros productos hidrocarbonados como isómeros de seis carbonos, benceno, algunos compuestos de 5 y 7 carbonos y otros con azufre, oxígeno, cloro o dobles ligaduras, aunque en menor proporción. Se obtiene del petróleo. Por destilación de fracciones de las que se obtienen gasolinas o a través de reformados catalíticos, por medio de los que se obtienen compuestos aromáticos. Una forma de obtener n-hexano de gran pureza es pasarlo a través de malla molecular, en la cual se retienen la n-parafinas y eluyen las ramificadas, cíclicas y compuestos aromáticos. Un posterior cambio de temperatura y/o presión, permite recuperar las parafinas lineales. En el caso de contener impurezas con dobles ligaduras u otros elementos como azufre, oxígeno o halógenos, entonces la purificación debe llevarse a cabo mediante hidrogenación. Forma parte de la gasolina de automóviles y es utilizado en la extracción de aceite de semillas, como disolvente en reacciones de polimerización y en la formulación de algunos productos adhesivos, lacas, cementos y pinturas.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : HEXANO</b>			

También se utiliza como desnaturalizante de alcohol y en termómetros para temperaturas bajas, en lugar de mercurio. Por último, en el laboratorio se usa como disolvente y como materia prima en síntesis. (13)

#### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **PROCEDIMIENTO:**

Los desechos de hexano deben incinerarse de manera adecuada, pudiendo servir como combustible en condiciones controladas. Pequeñas cantidades pueden evaporarse en una campana extractora de gases. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG. 1de1</p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : HIDRACINAS</b></p>		

### **GENERALIDADES:**

Las hidracinas son líquidos claros incoloros de olor parecido al amoníaco. Hay muchos tipos de compuestos de hidracina, entre los que se incluyen hidracina, 1,1- dimetilhidracina y 1,2-dimetilhidracina. Pequeñas cantidades de hidracina ocurren naturalmente en plantas. La mayoría de las hidracinas son manufacturadas para uso como propulsores y combustibles de cohetes, para tratar aguas de calderas, reactivos químicos, medicamentos, y en investigación del cáncer. Las hidracinas son altamente reactivas y se incendian fácilmente.

(21)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>

#### **PROCEDIMIENTO:**

1-Diluir hasta un 40% y neutralizar (H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>). Verter al desagüe

2- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor

seguridad. (6)

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.1de1</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : HIDRÓXIDO DE SODIO</b>		

### **GENERALIDADES:**

El hidróxido de sodio es un sólido blanco .es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos. Es usado en síntesis, en el tratamiento de celulosa para hacer rayón y celofán, en la elaboración de plásticos, jabones, como reactivo químico, entre otros usos. Se obtiene, principal mente por electrolisis de cloruro de sodio, por reacciona de hidróxido de calcio y carbonato de sodio y al tratar sodio metálico con vapor de agua a bajas temperaturas. (13)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- HCl diluido (10%).

#### **PROCEDIMIENTO:**

Para pequeñas cantidades agregar lentamente y con agitación, agua y hielo. Ajustar el pH a neutro con HCl diluido (10%). La disolución acuosa resultante puede tirarse al drenaje diluyéndola con agua. Durante la neutralización se desprende calor y vapores, por lo que debe hacerse lentamente y en un lugar ventilado adecuadamente. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG. 1de1</p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : HIDRUROS</b></p>		

### **GENERALIDADES:**

Los hidruros son compuestos binarios formados por átomos de Hidrógeno y de otro elemento, y hay tres tipos: Hidruros Metálicos, Ácidos Hidrácidos y los Hidruros Volátiles. (21)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- Alcohol butílico

-HCl 6M

#### **PROCEDIMIENTO:**

1-Mezclar con arena seca, pulverizar con alcohol butílico y añadir agua (hasta destrucción del hidruro).

2-Neutralizar (HCl6M) y decantar. Verter al desagüe. Residuo de arena: depositar en un lugar autorizado. (13)

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : HIPOCLORITO DE SODIO</b>		

### **GENERALIDADES:**

Es un sólido cristalino blanco muy inestable, por lo que es mas utilizado en disoluciones acuosas, las cuales poseen olor a cloro. Se descompone con el CO<sub>2</sub> del aire. Se usa como blanqueador de productos textiles y pulpa de papel, para purificar agua y para preparar otros productos químicos, entre otros usos. Es corrosivo del aluminio. El hipoclorito de sodio pentahidratado se obtiene a partir de hidróxido de sodio y cloro en presencia de agua. El producto anhidro se obtiene al secarlo congelado, al vacío y sobre ácido sulfúrico concentrado, pero es explosivo Existen disoluciones acuosas de este producto que se conocen, comercialmente, con los siguientes nombres: Antiformin: es una a disolución acuosa muy alcalina. En 100 ml de disolución hay 5.68 g de cloro activo, 7.8 g de NaOH y 32 g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Se usa como germicida, desinfectante y desodorante. Disolución de Dakin modificada: También conocida como disolución de Carrel-Dakin. Contiene entre 0.45-0.5 g de la sal en 100 ml. Se agrega, además una disolución al 5 % de bicarbonato de sodio y se ajusta a lo requerido según la Farmacopea consultada.

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : HIPOCLORITO DE SODIO</b>		

Su color es levemente amarillo y con un olor muy ligero a cloro. La densidad a 19 C (respecto al agua a 4 C) no debe ser mayor a 1.025 y no debe producir color rojo con fenolftaleína. Tiene usos antisépticos en veterinaria. (21)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

### **REACTIVOS:**

- metabisulfito de sodio
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%
- óxido de calcio
- bisulfito de sodio 50%

### **PROCEDIMIENTO:**

Puede usarse metabisulfito de sodio, tiosulfato de sodio o mezclas sulfito/sales ferrosas en presencia de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La mezcla por desechar se acidula hasta pH de 2, agregando lentamente y con agitación, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluido(10%). Después se agrega una disolución al 50 % de bisulfito de sodio con agitación, un incremento de la temperatura indica que la reacción se está llevando a cabo. En caso de que esto no suceda, agregar poco a poco mas ácido. Después se diluye y se neutraliza con óxido de calcio. La disolución resultante puede eliminarse al drenaje, diluyendo con agua. (13)

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : MERCAPTANOS</b>		

### **GENERALIDADES:**

Tioles y Sulfuros: Muchos compuestos orgánicos con oxígeno tienen análogos con azufre. El análogo de un alcohol se llama alcanotiol, sencillamente Tiol, o su nombre más antiguo, mercaptanos. El grupo –SH se llama grupo tiol o grupo sulfhidrido.

La propiedad más característica de un tiol es su olor. El olor de los zorrillos se debe, principalmente, a algunos tioles sencillos. (21)

### **EJEMPLO:**

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

Hipoclorito de sodio al 5-10%

#### **PROCEDIMIENTO:**

1-Se vierten sobre exceso de solución de hipoclorito de sodio al 5-10% con agitación prolongada dejar un tiempo para que se complete la oxidación .

2-Si el residuo es gaseoso se hace pasar por una batería de absorbentes que contienen  $\text{NaClO}$  5%, dispuestos en serie. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de 2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : MERCURIO, ELEMENTO Y COMPUESTOS</b>			

### GENERALIDADES:

Es uno de los mayores tóxicos repartidos en el ambiente. Sus derivados orgánicos, como el dimetilmercurio, son, aun, mucho más tóxicos. El dimetilmercurio se produce por metilación del catión por medio de ciertos microorganismos. La toxicidad del mercurio se potencia con otros metales como el cobre. Debido al alto peligro que representa su toxicidad, el mercurio ya no se ocupa como el electrodo en la obtención de cloro-álcali, hasta hace poco su mayor empleo. (21)

### EJEMPLO:

$\text{HgCl}_2$ ,  $\text{HgSO}_4$

### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

#### REACTIVOS:

- Azufre en polvo
- NaOH 5%
- $\text{Na}_2\text{S}$  10-20%.

#### MATERIAL:

- Recipientes herméticos de vidrio
- Arena
- Recipientes de polietileno

### PROCEDIMIENTO:

1-El mercurio metálico derramado se mezcla con azufre en polvo y se revuelve para su conversión en  $\text{HgS}$ .

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : MERCURIO, ELEMENTO Y COMPUESTOS</b>		

2-Los compuestos de Hg se vierten sobre un exceso de solución de NaOH 5% y luego se agrega solución de Na<sub>2</sub>S 10-20%.

3-Se filtra el precipitado de HgS y se seca al aire.

4-Se guarda en recipientes herméticos de vidrio, que se introducen, rodeados de arena, en recipientes de polietileno para depositarlos en sitios autorizados. (6)

 <b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1 de 1</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : METANOL</b>		

### **GENERALIDADES:**

Es un líquido incoloro, venenoso, con olor a etanol y cuando está puro puede tener un olor repulsivo. Arde con flama no luminosa. Es utilizado industrialmente como disolvente y como materia prima en la obtención de formaldehido, metil-ter-butil éter, ésteres metílicos de ácidos orgánicos e inorgánicos. También es utilizado como anticongelante en radiadores automovilísticos; en gasolinas y diesel; en la extracción de aceites de animales y vegetales y agua de combustibles de automóviles y aviones; en la desnaturalización de etanol; como agente suavizante de plásticos de piroxilina y otros polímeros y como disolvente en la síntesis de fármacos, pinturas y plásticos. Durante mucho tiempo se obtuvo por destilación destructiva de madera a altas temperaturas, en la actualidad se produce por hidrogenación catalítica de monóxido de carbono a presiones y temperaturas altas, con catalizadores de cobre-óxido de cinc; por oxidación de hidrocarburos y como subproducto en la síntesis de Fischer-Tropsch. (21)

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2</b> <b>de 2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : METANOL</b>		

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

### **PROCEDIMIENTO:**

En el caso de cantidades pequeñas, puede dejarse evaporar o incinerarse en áreas seguras. Para volúmenes grandes, se recomienda la incineración controlada junto con otros materiales inflamables. (13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.1de3</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO : NEUTRALIZACIÓN</b>			

### **GENERALIDADES:**

La neutralización <sup>(13)</sup> se aplica para ajustar el pH de las aguas que contienen residuos peligrosos, a un valor comprendido entre 5 y 7. Normalmente se procede a una homogenización del residuo antes de su neutralización para controlar las variaciones de flujo y concentración (disolución).

Los ácidos comúnmente empleados son: el ácido sulfúrico, el mas barato, el acido clorhídrico y el acido nítrico. Las bases mas usadas son: la cal viva (CaO), la cal apagada Ca(OH) y la soda cáustica. Para el procedimiento de neutralización deben tomarse algunas precauciones. Si no mezclan lentamente puede desprenderse calor en exceso y liberarse algunos gases tóxicos como: sulfuro de hidrogeno ( H<sub>2</sub>S), cianuro de hidrogeno ( HCN) y amoniaco ( NH<sub>3</sub>).

Por otra parte, los sólidos que se pueden precipitar en la neutralización se eliminan mas rápidamente por floculación-sedimentación seguida de filtración.

Generalmente, después de la neutralización, es necesario un tratamiento adicional de los residuos peligrosos para eliminar sales metálicas y productos orgánicos. La neutralización es un proceso muy importante en la eliminación de metales pesados, como un proceso previo al de precipitación química. <sup>(21)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de3</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO: NEUTRALIZACIÓN CON UNA BASE.</b>			

### **EJEMPLO:**

Ácidos inorgánicos y soluciones acidas  $H_2SO_4$ , HCl,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$ , HBr

Acido orgánicos  $HCOOH$ ,  $CH_3COOH$ ,  $HOOC-COOH$

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

-Hidróxido de Sodio 20-30%

-Papel indicador de pH.

#### **PROCEDIMIENTO:**

1-Agregar agua lentamente para evitar una reacción violenta, la cantidad de agua dependerá de la concentración y el volumen de desecho químico tratado.

2-Neutralizar con NaOH 20-30% , verificar el pH con papel indicador este tiene que estar entre 5-7.

3-Luego verter al alcantarillado.

4-Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.(6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 3de3</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO: NEUTRALIZACIÓN CON UN ACIDO</b>			

### **EJEMPLO:**

Bases orgánicas, hidróxidos, lejía  $C_6H_5CH_2^+N(CH_3)_3^-OH$ , KOH

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

### **REACTIVOS:**

- $H_2SO_4$  5-10%
- -Papel indicador de pH.

### **PROCEDIMIENTO:**

1-Agregar agua lentamente para evitar una reacción violenta, la cantidad de agua dependerá de la concentración y el volumen de desecho químico tratado.

2-Neutralizar con  $H_2SO_4$  5-10%, verificar el pH con papel indicador este tiene que estar entre 5-7.

3-Luego verter al alcantarillado.

4-Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.(6)

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : NITRILOS</b>		

### GENERALIDADES:

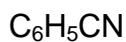
Un nitrilo es un compuesto químico en cuya molécula existe el grupo funcional cianuro o ciano,  $-C\equiv N$ . Los nitrilos se pueden considerar derivados orgánicos del cianuro de hidrógeno, en los que el hidrógeno ha sido sustituido por un radical alquilo. Se nombran añadiendo el sufijo nitrilo al nombre de la cadena principal; por ejemplo, etanonitrilo,  $CH_3CN$ .

El grupo ciano está polarizado de tal forma que el átomo de carbono es el extremo positivo del dipolo y el nitrógeno el negativo. Esta polaridad hace que los nitrilos estén muy asociados en estado líquido. Así, sus puntos de ebullición son algo superiores a los de los alcoholes de masa molecular comparable. Exceptuando los primeros términos de la serie, son sustancias insolubles en agua. La mayoría de los nitrilos tienen un olor que recuerda al del cianuro de hidrógeno y son moderadamente tóxicos. Una de las reacciones más utilizadas de los nitrilos es su hidrólisis a ácidos carboxílicos. Esta reacción tiene lugar en presencia de un ácido o de una base fuertes, y en ambos casos el primer producto es una amida, que no puede ser aislada a menos que su velocidad de hidrólisis sea inferior a la del nitrilo inicial.

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : NITRILOS</b>		

Los nitrilos se obtienen por acción del cianuro de sodio o de potasio sobre los haluros de alquilo, y también calentando las amidas en presencia de un deshidratante. (21)

**EJEMPLO:**



**TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

**REACTIVOS:**

-Disolución alcohólica de NaOH

**PROCEDIMIENTO:**

- 1- Tratar con una disolución alcohólica de NaOH (conversión en cianato soluble).
- 2- Evaporar el alcohol y añadir hipoclorito cálcico.
- 3- Dejar en reposo (24h). Verter al desagüe.
- 4- Dejar correr el agua del grifo para mayor seguridad. (6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ORGANOMETÁLICOS, COMPUESTOS</b>			

### GENERALIDADES:

Un compuesto organometálico es un compuesto en el que los átomos de carbono forman enlaces covalentes, es decir, comparten electrones, con un átomo metálico. Los compuestos basados en cadenas y anillos de átomos de carbono se llaman orgánicos, y éste es el fundamento del nombre organometálicos. Este grupo incluye un elevado número de compuestos y algunos químicos lo consideran un grupo distinto al de los compuestos orgánicos e inorgánicos. La definición formal de los compuestos organometálicos es en la que son definidos como aquellos que poseen de forma directa, enlaces -de mayor o menor polaridad. Es decir, un compuesto es  $\delta^+ - C - \delta^- M$  considerado como organometálico si este contiene al menos un enlace carbono-metal. En este contexto el sufijo “metálico” es interpretado ampliamente para incluir tanto a no metales y metaloides tales como B, Si y As así como a metales verdaderos. Esto es debido a que en muchos casos la química de los elementos B, Si, P y As se asemeja a la química de los metales homólogos respectivos. Por lo tanto, el término de compuestos organometálicos es también usado ocasionalmente para incluir dentro a los ya mencionados no metales y semimetales. (21)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : ORGANOMETÁLICOS, COMPUESTOS</b>			

**EJEMPLOS:**  $C_4H_9Li$

**TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

**REACTIVOS:**

- Carbonato de Sodio Anhidro
- n-butanol o isopropanol
- $Na_2S$  10%

**PROCEDIMIENTO:**

- 1-Se cubren y se mezclan con carbonato de sodio anhidro.
- 2-Enseguida se agrega lentamente n-butanol o isopropanol de manera que la temperatura de descomposición no suba demasiado para evitar la inflamación.
- 3-Después de agitar cuidadosamente y asegurándose que la descomposición fue completa, se adiciona agua o a la mezcla, se neutraliza hasta pH 5-7 y se vierte en el alcantarillado.
- 4-Si el compuesto organometálico contiene un metal tóxico, luego de la adición de agua, se agrega  $Na_2S$  10% a la solución para su precipitación como sulfuro.<sup>(6)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : OXIDACION</b>			

### **GENERALIDADES:**

Se utiliza para destruir contaminantes orgánicos en solución acuosa, en especial cianuros residuales de procesos de galvanotecnia. Como oxidantes reemplaza normalmente cloro o sus derivados como: el dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) y el hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ). Menos común aun, cuando sin efectos residuales, es el ozono.

La oxidación de metales de origen a lodos que pueden requerir tratamientos antes de su envío a depósitos de seguridad. (21)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

-  $\text{ClO}_2$

#### **PROCEDIMIENTO:**

1-Tratar con  $\text{ClO}_2$  (disolución alcalina). Dejar en reposo (24h) para completar la oxidación . Verter al desagüe.

2- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.(13)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : PERMANGANATO DE POTASIO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El permanganato de potasio es un sólido cristalino púrpura, soluble en agua. Es no inflamable, sin embargo acelera la combustión de materiales inflamables y si este material se encuentra dividido finamente, puede producirse una explosión. Es utilizado como reactivo en química orgánica, inorgánica y analítica; como blanqueador de resinas, ceras, grasas, aceites, algodón y seda; en teñido de lana y telas impresas; en el lavado de dióxido de carbono utilizado en fotografía y en purificación de agua. Se obtiene por oxidación electrolítica de mineral de manganeso. (13)

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- bisulfito de sodio 10%
- ácido sulfúrico
- carbonato de sodio

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG.2de2</p>	
<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : PERMANGANATO DE POTASIO</b></p>			

## PROCEDIMIENTO

- 1- Calcular la concentración de la solución.
- 2- Para cada mL de solución adicionar una gota de ácido sulfúrico concentrado.
- 3- En la cámara de extracción adicionar una gota de ácido sulfúrico concentrado por cada mL de solución ( $\text{KmnO}_4$ ).
- 5- Lentamente y con agitación, adicionar solución de bisulfito de sodio al 10%
- 6- hasta que desaparezca el color del permanganato y se inicie la precipitación del dióxido de manganeso, precipitado café.
- 7- Neutralizar la solución resultante con carbonato de sodio y desechar incolora por el drenaje<sup>(11)</sup>.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de1</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)</b>			

### **GENERALIDADES.**

El peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), o agua oxigenada, es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el agua, que por lo general se presenta como un líquido viscoso. Es conocido por ser un poderoso oxidante, eficaz, de gran alcance y versátil. El peróxido de hidrógeno es inestable y se descompone rápidamente a oxígeno y agua con liberación de calor. Aunque no es inflamable, es un agente oxidante potente que puede causar combustión espontánea cuando entra en contacto con materia orgánica o algunos metales, como el cobre o el bronce.<sup>(13)</sup>

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

Cloruro Férrico sólido

#### **PROCEDIMIENTO:**

- 1-Se diluye en agua y luego se agrega cloruro férrico sólido a la solución para acelerar la descomposición.
- 2-Se deja estar una noche y luego se vierte en el alcantarillado.
- 3- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.<sup>(6)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de4</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: PLOMO Y SALES DE PLOMO</b>			

### **GENERALIDADES.**

Su símbolo es Pb, su número atómico es 82 y su masa atómica es 207.2 g/mol . El plomo es un metal de color gris azulado que pierde su brillo cuando se expone al aire. Es muy suave y maleable con gran facilidad para ser fundido, para generar alambres y para extruirlo. Existen diferentes isótopos de este elemento con número de masa de: 204(1.5 %), 206 (23.6%), 207 (22.6 %) y 208 (52.3 %). Por decaimiento de tres elementos radiactivos se obtiene 206Pb, de la serie de uranio; 208Pb de la serie de Torio y 207Pb de la serie de Actinio. La estructura del metal es cúbica centrada en la cara, la longitud de la celda es de 4.9389 nm y el número de átomos por celda unitaria es de 4. Existe en el cuerpo humano a ciertos niveles sin causar efectos adversos, sin embargo, un incremento en estos niveles genera problemas graves a la salud, los cuales, en conjunto se conocen con el nombre de plumbismo. En experimentos con animales se ha observado que el plomo es un elemento esencial El plomo es un producto muy importante en la industria moderna. Esta importancia se debe a propiedades como: Bajo punto de fusión, alta densidad, baja dureza, resistencia a ácidos, estabilidad química en aire, agua y tierra, principalmente.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUÍMICOS</b>	<b>PAG. 2de4</b>	
<b>TRATAMIENTO QUÍMICO PARA: PLOMO Y SALES DE PLOMO</b>			

Este metal junto con el cobre, oro y plata son los primeros que utilizó el hombre. Se tienen pruebas del uso del plomo por los egipcios, griegos y romanos, tanto para una utilidad práctica, como estética. Se ha encontrado plomo en estructuras de edificios griegos y en cañerías usadas en el imperio romano, algunas de las cuales aun son usadas en Gran Bretaña. Tanto el plomo, como sus compuestos son venenos acumulativos por lo que deben manipularse con mucho cuidado, no ponerse en contacto con alimentos, ni otras sustancias que serán ingeridas. El plomo se encuentra en la naturaleza formando una gran variedad de minerales, entre los que se encuentran principalmente la galena ( $PbS$ ), la anglesita ( $PbSO_4$ ) y la cerusita ( $PbCO_3$ ). Se obtiene de ellos por métodos pirometalúrgicos o electroquímicos. Los principales usos de este metal y sus compuestos son: en baterías, pigmentos, aleaciones, cerámica, plásticos, municiones, soldaduras, cubiertas de cables, plomadas y armamento. También se usa en la elaboración de equipo usado en la fabricación de ácido sulfúrico, en el refinamiento de petróleo, reacciones de halogenación y sulfonación. Además, su uso para atenuar ondas de sonido, radiación atómica y vibraciones mecánicas, va en aumento.

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 3de4</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: PLOMO Y SALES DE PLOMO</b>		

En estas últimas aplicaciones, se aprovecha la suavidad y densidad alta del plomo para formar aleaciones que son las que realmente se usan. A partir de él se sintetizan otros productos como el tetraetilo de plomo y otros derivados y en la protección para radiaciones y rayos X. (21)

#### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- $\text{Na}_2\text{S}$  10%.
- Metabisulfito de sodio, tiosulfato de sodio o sales ferrosas.
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  2M

#### **PROCEDIMIENTO:**

$\text{PbCO}_3$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{PbO}$  y  $\text{PbSO}_4$ : Mandar a confinamiento.  $\text{PbCl}_2$ : Disolver en agua y precipitarlo como sulfato con  $\text{Na}_2\text{S}$  10%. , ajustando el pH a 7 para completar la precipitación. Filtrar el residuo insoluble (sulfato) y enviarlo a confinamiento. El filtrado, puede desecharse al drenaje. Otra forma de desecharlo consiste en disolverlo en agua, acidular la disolución y precipitarlo como sulfuro. Es necesario ajustar el pH a 7 para asegurar la precipitación de todo el plomo. Los residuos sólidos, se filtran y se mandan a confinamiento.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 4de4</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: PLOMO Y SALES DE PLOMO</b>			

Debe asegurarse que ya no existe plomo en la disolución y después agregarle hipoclorito de sodio para eliminar los residuos de sulfuro que puedan quedar. Esta disolución puede tirarse al drenaje. Este mismo procedimiento debe seguirse para tratar los residuos de nitrato de plomo.  $PbCrO_4$ : Mezclar el sólido con metabisulfito de sodio, tiosulfato de sodio o sales ferrosas. No debe usarse carbón o azufre. Colocar la mezcla en un recipiente y rociar la mezcla con agua y, si se usan sales ferrosas o sulfito, debe agregarse  $H_2SO_4$  2M. Una vez que la reacción de reducción se llevó a cabo, neutralizar y filtrar. El residuo se manda a confinamiento y el filtrado puede desecharse al drenaje. <sup>(13)</sup>

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO : REDUCCION</b>		

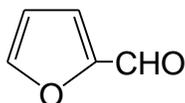
### GENERALIDADES:

Para transformar compuestos tóxicos en no tóxicos o hacerlos susceptibles de una transformación química posterior, se aplica la reducción con reactivos como: dióxido de azufre(SO<sub>2</sub>) o sulfito de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). (9)

Soluciones de compuestos como permanganato de potasio, clorato de sodio, peryodato de sodio, persulfato de sodio e hipoclorito de sodio, deben reducirse antes de descargarse al drenaje. La reducción puede realizarse mediante el tratamiento con una solución recién preparada de sulfito de sodio al 10%<sub>(11)</sub>.

### EJEMPLO:

Aldehídos HCHO, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CHO,



### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

#### REACTIVOS:

- Sulfito de Sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO : REDUCCION</b>		

**PROCEDIMIENTO:**

- 1- Cubrir con  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  y mezclan con agua, dejar que la mezcla reaccione para que se de la reducción.
- 2-Al terminar la deducción se diluyen con agua y se vierten al alcantarillado.
- 3-Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.(6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : SODIO METÁLICO (Na)</b>			

### **GENERALIDADES:**

El sodio es un metal alcalino. Es blando, de color plateado, que se vuelve gris al exponerse al aire y puede prenderse espontáneamente. Al prenderse, arde violentamente con explosión. También con humedad o agua reacciona violentamente, produciendo hidróxido de sodio e hidrógeno y el calor de la reacción es suficiente para causar que este último se prenda o explote. Su símbolo, Na, proviene del latín Natrium y fue obtenido por primera vez en forma metálica por Sir Humphry Davy en 1807. En la naturaleza no se encuentra en forma metálica, sino formando parte de una gran variedad de minerales. La reducción térmica de muchos de estos minerales genera al metal. Otra manera de producirlo es mediante la electrólisis de hidróxido de sodio fundido o cloruro de sodio. Comercialmente, puede encontrarse como sólido o líquido fundido. Se utiliza en la elaboración de aditivos antidetonantes para gasolinas, como medio de transferencia de calor, lámparas, en la elaboración de productos químicos utilizados en síntesis orgánica y productos farmacéuticos como hidruro de sodio, sodamida y peróxido de sodio, entre otros. (21)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : SODIO METÁLICO (Na)</b>			

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

#### **REACTIVOS:**

- Isopropanol o alcohol butílico

#### **PROCEDIMIENTO:**

- 1-Se agrega, en pequeñas cantidades, sobre isopropanol o alcohol butílico, cuidando que la temperatura no suba demasiado, para evitar inflamación.
  - 2-Se agita cuidadosamente y cuando todo el sodio se ha descompuesto, se agrega agua.
  - 3-La solución resultante se lleva a pH 5-7 y se vierte en el alcantarillado.
  - 4- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.
- Alternativamente la solución resultante se puede incinerar en un lugar apropiado. (6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de6</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: SULFUROS</b>			

### **GENERALIDADES:**

En Química, un sulfuro es la combinación del azufre (número de oxidación -2) con un elemento químico o con un radical. Hay unos pocos compuestos covalentes del azufre, como el disulfuro de carbono ( $CS_2$ ) y el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) que son también considerados como sulfuros.

Uno de los sulfuros más importantes es el de hidrógeno. Este compuesto es un gas con olor a huevos podridos y es altamente tóxico.

Pertenece, también a la categoría de los ácidos por lo que, en disolución acuosa, se le denomina ácido sulfhídrico. En la Naturaleza, se forma en las zonas pantanosas y en el tratamiento de lodos de aguas residuales, mediante transformaciones anaeróbicas del azufre contenido en las proteínas o bien por reducción bacteriana de sulfatos.

Muchos sulfuros son significativamente tóxicos por inhalación o ingestión, especialmente si el ion metálico es tóxico. Por otro lado muchos sulfuros, cuando se exponen a la acción de un ácido mineral fuerte, liberan sulfuro de hidrógeno.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de6</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: SULFUROS</b>			

El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro, inflamable, con olor a huevo podrido, de sabor dulce y perceptible a concentraciones de 0.002 mg/l. Sin embargo, en concentraciones mayores de 500 ppm afecta la capacidad de percepción del nervio olfativo y con ello, impide su detección a través de este sentido, haciéndolo más peligroso . Se encuentra en los gases provenientes de volcanes, manantiales sulfurosos y agua estancada. Este gas es mas denso que el aire y arde en él con flama azul pálida. Los cilindros y tanques sometidos a fuego pueden romperse violentamente y salir como cohetes, si cede la válvula. Es soluble en agua, sin embargo estas disoluciones no son estables pues absorben oxígeno, con lo que se forma azufre elemental y las disoluciones se enturbian. Esto puede prevenirse con el uso de disoluciones 50/50 (V/V) de glicerol y agua, retardándose, de esta manera, la formación de azufre.

Es muy tóxico por lo que una exposición prolongada a este gas puede generar efectos adversos a la salud. Es considerado tan tóxico como el HCN, sin embargo su olor tan desagradable permite que sea percibido a muy bajas concentraciones.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 3de6</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: SULFUROS</b>			

El sulfuro de hidrógeno anhidro es poco corrosivo de acero al carbón, aluminio, Inconel, Stellite y aceros inoxidables 304 y 316. Sin embargo los aceros duros si están altamente tensionados, se vuelven frágiles por la acción de este producto, lo cual puede evitarse con cubiertas , por ejemplo de teflón. Por otra parte, a temperaturas elevadas puede producirse sulfuración de metales, lo cual, en algunos casos, puede ser una peque a ayuda contra ataques posteriores (pavonado). El producto húmedo es muy corrosivo del acero al carbón y, si los aceros se encuentran muy tensionados, hay corrosión y ruptura. También corroe al cobre y latón.

Una parte del  $H_2S$ , recuperado como subproducto de algún proceso, se utiliza en la producción de azufre elemental por medio del proceso Claus o en la generación de ácido sulfúrico. También se usa en la fabricación de otros productos químicos como sulfuros inorgánicos (sulfuro y bisulfuro de sodio principalmente), utilizados en la industria de colorantes, hules, pesticidas, aditivos para plásticos, peletería y fármacos. También en síntesis orgánica tiene aplicación, pues se utiliza en la obtención de mercaptanos. En metalurgia, se utiliza para separar cobre y níquel y en la industria nuclear, se utiliza en la generación de agua pesada.

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 4de6</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: SULFUROS</b>			

De manera natural, las bacterias lo producen al reducir sulfatos y descomponer proteínas. Se produce al hacer reaccionar ácido sulfúrico con sulfuro de hierro (pirita) y al reaccionar metano, vapor de agua y azufre. Otro método de obtención a nivel industrial es mediante la reacción de hidrógeno y azufre en fase vapor, esta reacción se lleva a cabo a aproximadamente 500°C en presencia de un catalizador como bauxita, aluminosilicato o molibdato de cobalto. A través de este método se obtiene sulfuro de hidrógeno de una buena pureza, adecuado para la producción de sulfuro o bisulfuro de sodio. En el laboratorio puede obtenerse tratando sulfuro de hierro, sulfuro de cinc o hidrosulfuro de sodio con ácido clorhídrico o sulfúrico diluidos o bien, con sulfuro de calcio y cloruro de magnesio en agua. Además se obtiene como subproducto de muchos procesos industriales como la hidrosulfuración de petróleo y una buena parte del producto comercial se obtiene a partir del gas natural. (21)

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>			PAG. 5de6	
	<b>TRATAMIENTO INORGÁNICOS</b>	<b>QUIMICO</b>	<b>PARA:</b>	<b>SULFUROS</b>	

**TRATAMIENTO DE DESECHOS:****REACTIVOS:**

- Cloruro férrico 10%

**EJEMPLOS:**  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_x$

**TRATAMIENTO DE DESECHOS:****REACTIVOS:**

-  $\text{NaClO}$  10%

-  $\text{Fe Cl}_3$  10%

**PROCEDIMIENTO: Numero 1**

1-Se agregan lentamente sobre una solución de  $\text{NaClO}$  10%, con agitación. Se vierte la mezcla en el alcantarillado.

2- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.(6)

**PROCEDIMIENTO: Numero 2**

1-Añadir una disolución de  $\text{Fe Cl}_3$  10% con agitación.

2-Neutralizar ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ ). Verter al desagüe.

3- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad (6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<p><b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>PAG.6de6</p>	
	<p><b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : SULFUROS ORGÁNICOS</b></p>		

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

**EJEMPLO:** R-S-R

### **REACTIVOS:**

- Isopropanol.
- Hipoclorito de Sodio al 5%

### **PROCEDIMIENTO:**

- 1-Se disuelven en isopropanol.
  - 2-Esta solución alcohólica se vierte en porciones sobre un exceso de solución de hipoclorito de sodio al 5%, con agitación prolongada.
  - 3- La mezcla se acidula y se vierte al alcantarillado.
  - 4- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor seguridad.
- Alternativamente, se incineran en plantas apropiadas. <sup>(6)</sup>

 Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.1de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: TALIO, COMPUESTOS</b>		

### GENERALIDADES:

Este elemento está estrechamente ligado al zinc, plomo y otros metales. Puede encontrarse como catión mono y trivalente, siendo más estable el primero en compuestos usados en la fabricación de fungicidas.

Su toxicidad es muy elevada tanto para el hombre como para los peces y animales. (21)

### EJEMPLO:

$TlCl_2$ ,  $Tl_2O_3$

### TRATAMIENTO DE DESECHOS:

### REACTIVOS:

-NaOH 5%

-  $Na_2S$  10%

-  $Na_2S$

### PROCEDIMIENTO:

1-Se vierten en pequeñas cantidades sobre un exceso de solución de

NaOH5%.

2-En seguida se agrega solución de  $Na_2S$  10% y se filtra el precipitado.

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA: TALIO, COMPUESTOS</b>		

3-A la solución filtrada se añade  $\text{Na}_2\text{S}$  10% para asegurarse que no contenga metal.

4-El precipitado se seca al aire y luego se guarda en recipiente de vidrio herméticamente cerrado, el cual, a su vez, se encierra recubierto con arena en un recipiente de polietileno. Se deja en depósito autorizado. (6)

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : TOLUENO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El tolueno es un líquido incoloro con un característico olor aromático. Es menos denso que el agua, inmisible en ella y sus vapores son mas densos que el aire. Es utilizado en combustibles para automóviles y aviones; como disolvente de pinturas, barnices, hules, gomas, etil celulosa, poliestireno, polialcohol vinílico, ceras, aceites y resinas, reemplazando al benceno. También se utiliza como materia prima en la elaboración de una gran variedad de productos como benceno, ácido benzoico, fenol, benzaldehído, explosivos (TNT), colorantes, productos farmacéuticos (por ejemplo, aspirina), adhesivos, detergentes, monómeros para fibras sintéticas, sacarinas, saborizantes y perfumes.

Es producido, principalmente, por reformación catalítica de las fracciones de petróleo ricas en naftenos. (21)

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG.2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : TOLUENO</b>		

### **TRATAMIENTO DE DESECHOS:**

### **PROCEDIMIENTO:**

Deben evitarse fuentes de ignición. En caso de pequeñas cantidades, pueden evaporarse en campanas extractoras de gases. Nunca tirar al drenaje, pues puede alcanzar concentraciones explosivas en él. En el caso de cantidades grandes, la manera ideal de desechar al tolueno, es por incineración. <sup>(13)</sup>

 <p>Universidad de El Salvador Hacia la libertad por la cultura</p>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 1de2</b>	
<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : YODO</b>			

### **GENERALIDADES:**

El yodo o iodo es un elemento químico de número atómico 53 situado en el grupo de los halógenos (grupo 17) de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es I. Este átomo puede encontrarse en forma molecular como iodo diatómico. Es un oligoelemento y se emplea principalmente en medicina, fotografía y como colorante. Químicamente, el yodo es el halógeno menos reactivo y menos electronegativo. Como con todos los otros halógenos (miembros del Grupo VII en la tabla periódica), el yodo forma moléculas diatómicas y por ello tiene la fórmula molecular de  $I_2$ . Igual que el resto de halógenos forma un gran número de compuestos con otros elementos, pero es el menos reactivo del grupo y tiene ciertas características metálicas. Puede presentar variados estados de oxidación: -1, +1, +3, +5, +7. (21)

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>	<b>MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS QUIMICOS</b>	<b>PAG. 2de2</b>	
	<b>TRATAMIENTO QUIMICO PARA : YODO</b>		

**TRATAMIENTO DE DESECHOS:****REACTIVOS:**

- NaOH 10%

**PROCEDIMIENTO:**

1-Se agrega sobre solución de NaOH 10% con agitación, hasta decoloración.

se vierte en el alcantarillado.

2- Dejar correr el agua del grifo para eliminar el desecho con mayor

seguridad.(6)

## **VI DOCUMENTOS DE SEGURIDAD PARA EL LABORATORIO**

### **6.0 Documentos de seguridad para laboratorios**

#### **6.1 Etiquetado de sustancias y preparados**

La etiqueta es la primera información que recibe el usuario y es la que le permite identificar el producto en el momento de su utilización.

##### **6.1.1 Etiqueta para reactivos químicos:**

- La denominación o el nombre comercial del preparado.
- El nombre y dirección completa, incluido el número de teléfono, del responsable de la comercialización, ya sea el fabricante, el importador o el distribuidor.
- Unos datos que permitan reconocer el peligro o los peligros intrínsecos (potenciales) que puedan presentarse.

La etiqueta está básicamente diseñada para aportar información sobre los riesgos de utilización del producto en el lugar de trabajo, principalmente desde el punto de vista de la seguridad y de las vías de entrada al organismo en caso de exposición. (ver anexo N°4 )

La etiqueta también puede dar indicaciones sobre:

- Condiciones de almacenamiento.
- Riesgos durante la manipulación, por ejemplo durante el trasvase.
- Incompatibilidades. Etc.

### **6.1.2 ETIQUETA PARA DESECHOS QUIMICOS**

Este tipo de etiqueta permite al encargado de la disposición fina de los desechos químicos saber cuales fueron los reactivos que originaron el desecho, de esta manera se facilita buscar un método de tratamiento para este o si requiere tratamiento especial (ver anexo N° 6).

### **6.2 PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS, CATEGORÍAS DE PELIGRO**

El etiquetado de un producto implica la asignación de unas categorías de peligro definidas y preestablecidas y que están basadas en las propiedades fisicoquímicas, en las toxicológicas, en los efectos específicos sobre la salud humana y en los efectos sobre "el medio ambiente identificadas mediante los pictogramas y/o las frases de riesgo. (ver anexo N° 7)

#### **6.2.1 FRASES R**

La etiqueta contiene unas frases descriptivas de los riesgos que su manipulación implica, llamadas frases R. (ver anexo N°8)

#### **6.2.2 FRASES S**

La etiqueta contiene unas frases informativas sobre medidas preventivas, llamadas frases S. (ver anexo N°9)

### **6.3 FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**

La FDS (Ficha de Datos de Seguridad) es también una importante fuente de información complementando la información contenida en la etiqueta y constituye una herramienta de trabajo muy útil, especialmente en el campo de la prevención de riesgos laborales.

#### **Esta ficha debe facilitarse obligatoriamente:**

- Con la primera entrega de un producto químico peligroso.
- Puede facilitarse mediante papel, o en formato electrónico, siempre que el destinatario disponga del equipo necesario.
- Las informaciones se proporcionarán de forma gratuita y nunca más tarde de la primera entrega de la sustancia, y, posteriormente, siempre que se produzcan revisiones originadas por la aparición de nuevos conocimientos significativos relativos a la seguridad y a la protección de la salud y del medio ambiente.

#### **6.3.1 COMPOSICIÓN DE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD.**

La FDS, siempre, se compone de 16 apartados, siendo:

- I. Identificación de la sustancia y de la sociedad o empresa.
- II .Composición/información sobre los componentes.
- III. Identificación de los peligros.
- IV. Primeros auxilios.
- V. Medidas de lucha contra incendios.
- VI. Medidas en caso de vertido accidental.
- VII. Manipulación y almacenamiento.

VIII. Controles de la exposición/protección personal.

IX. Propiedades físicas y químicas.

X. Estabilidad y reactividad

XI. Información toxicológica

XII. Información ecológica

XIII. Consideraciones relativas a la eliminación

XIV Información relativa al transporte

XV. Información reglamentaria

XVI. Otra información

### **6.3.2 OBJETIVOS DE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD.**

Desde el punto de vista preventivo los objetivos de las FDS son:

- Proporcionar datos que permitan identificar el producto y al responsable de su comercialización, así como un número de teléfono donde efectuar consultas de emergencia.
- Informar sobre los riesgos y peligros del producto respecto a inflamabilidad, estabilidad y reactividad, toxicidad, posibles lesiones o daños por inhalación, ingestión o contacto dérmico, primeros auxilios y ecotoxicidad.
- Formar al usuario del producto sobre comportamiento y características del producto, correcta utilización (manipulación, almacenamiento, eliminación, etc.), controles de exposición, medios de protección (individual o colectiva) a utilizar en el caso de que el control no fuera del todo eficaz o en caso de

emergencia, actuaciones a realizar en caso de accidente tales como el uso de extintores adecuados contra incendio, el control y neutralización de derrames, etc.

- En el caso de los preparados, además se facilitará la relación de sustancias que forman parte de su composición y que son responsables de su peligrosidad, incluyendo la gama de concentraciones.
- Asimismo, la FDS permite que el usuario establezca sus propios criterios respecto a la peligrosidad de un producto a partir de los datos experimentales (físicoquímicos, toxicológicos y ecotoxicológicos) disponibles. Algunos de ellos son de fácil interpretación, como los que definen el estado físico y las características básicas del producto o los que hacen referencia a su inflamabilidad ya otras propiedades físicoquímicas. Otros son más complejos y precisan de personal especializado, como es el caso de la mayoría de datos toxicológicos y ecotoxicológicos. (20)

### 6.3.3 EJEMPLO DE UNA HOJA DE SEGURIDAD.

#### FICHA DE SEGURIDAD DE PLOMO Y SALES DE PLOMO

##### GENERALIDADES:

Su símbolo es Pb, su número atómico es 82 y su masa atómica es 207.2 g/mol

El plomo es un metal de color gris azulado que pierde su brillo cuando se expone al aire. Es muy suave y maleable con gran facilidad para ser fundido, para generar alambres y para extrudirlo.

Existen diferentes isótopos de este elemento con número de masa de: 204(1.5 %), 206 (23.6%), 207 (22.6 %) y 208 (52.3 %). Por decaimiento de tres elementos radiactivos se obtiene 206Pb, de la serie de uranio; 208Pb de la serie de Torio y 207Pb de la serie de Actinio. La estructura del metal es cúbica centrada en la cara, la longitud de la celda es de 4.9389 nm y el número de átomos por celda unitaria es de 4. Existe en el cuerpo humano a ciertos niveles sin causar efectos adversos, sin embargo, un incremento en estos niveles genera problemas graves a la salud, los cuales, en conjunto se conocen con el nombre de plumbismo. En experimentos con animales se ha observado que el plomo es un elemento esencial. El plomo es un producto muy importante en la industria moderna. Esta importancia se debe a propiedades como: Bajo punto de fusión, alta densidad, baja dureza, resistencia a ácidos, estabilidad química en aire, agua y tierra, principalmente.

Este metal junto con el cobre, oro y plata son los primeros que utilizó el hombre.

Se tienen pruebas del uso del plomo por los egipcios, griegos y romanos, tanto

para una utilidad práctica, como estética. Se ha encontrado plomo en estructuras de edificios griegos y en cañerías usadas en el imperio romano, algunas de las cuales aun son usadas en Gran Bretaña. Tanto el plomo, como sus compuestos son venenos acumulativos por lo que deben manipularse con mucho cuidado, no ponerse en contacto con alimentos, ni otras sustancias que serán ingeridas.

El plomo se encuentra en la naturaleza formando una gran variedad de minerales, entre los que se encuentran principalmente la galena ( $\text{PbS}$ ), la anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ) y la cerusita ( $\text{PbCO}_3$ ). Se obtiene de ellos por métodos pirometalúrgicos o electroquímicos. Los principales usos de este metal y sus compuestos son: en baterías, pigmentos, aleaciones, cerámica, plásticos, municiones, soldaduras, cubiertas de cables, plomadas y armamento. También se usa en la elaboración de equipo usado en la fabricación de ácido sulfúrico, en el refinamiento de petróleo, reacciones de halogenación y sulfonación. Además, su uso para atenuar ondas de sonido, radiación atómica y vibraciones mecánicas, va en aumento. En estas últimas aplicaciones, se aprovecha la suavidad y densidad alta del plomo para formar aleaciones que son las que realmente se usan. A partir de él se sintetizan otros productos como el tetraetilo de plomo y otros derivados y en la protección para radiaciones y rayos X.

**NUMEROS DE IDENTIFICACION:**

CAS: 7439-92-1 (metal) 7758-96-6 (  $\text{PbCrO}_4$ )

598-63-0 ( $\text{PbCO}_3$ ) 1309-60-0 (  $\text{PbO}_2$ )

7758-95-4 ( $\text{PbCl}_2$ ) 1317-36-8 ( $\text{PbO}$ )

10099-74-8 ( $\text{PbNO}_3$ ) 7446-14-2 (  $\text{PbSO}_4$ )

UN: 2291 ( $\text{PbCrO}_4$ ) 1872 ( $\text{PbO}_2$ )

1469 ( $\text{PbNO}_3$ ) 1794 ( $\text{PbSO}_4$ )

NIOSH: OF 7525000 (metal) GB 2975000 (  $\text{PbCrO}_4$ )

(RTECS) OF 9275000 ( $\text{PbCO}_3$ ) OG 0700000 ( $\text{PbO}_2$ )

OF 9450000 ( $\text{PbCl}_2$ ) OG 1750000 ( $\text{PbO}$ )

OG 2100000 ( $\text{PbNO}_3$ ) OG 4375000 ( $\text{PbSO}_4$ )

NOM 114:

$\text{PbCrO}_4$ ,  $\text{PbO}_2$  y  $\text{PbO}$ : Salud:2 Reactividad: 0 Fuego:0

$\text{PbNO}_3$ : Salud:3 Reactividad: 0 Fuego:0

HAZCHEM CODE:2Z (  $\text{PbO}_2$ ) 2Y ( $\text{PbNO}_3$ ) 2X ( $\text{PbSO}_4$ )

El producto está incluido en: CERCLA.

**SINONIMOS:**

En inglés:

C.I. 77575

C.I. Pigment metal 4

**PROPIEDADES FISICAS:**

**Punto de fusión:** 327.4 °C

**Punto de ebullición:** 1770 °C

**Densidad (g/ml):** 11.35 (20 °C); 11 (327 °C, sólido); 10.67 (327 °C, líquido)

**Solubilidad:** insoluble en agua.

**Capacidad calorífica (a 20 °C):** 0.031 cal/g/ °C

**Calor específico:** 130 J/Kg K

**Calor latente de fusión:** 25 J/g

**Calor latente de vaporización:** 860 J/g

**Presión de vapor (mm de Hg):** 0.9975 (890 °C); 9.975 (1160 °C); 99.975 (1420 °C); 200.25 (1500 °C) y 399.75 (1600 °C).

**Conductividad térmica (W/m K):** 34.7 (28 °C); 33 (100 °C); 30.5 (327 °C, sólido); 24.6 (327 °C, líquido); 8.2 (relativa ala de la plata que es de 100).

**Coeficiente de expansión lineal por C:** 29.1 X 10<sup>-6</sup> ( a 20 °C)

**Resistividad eléctrica (μ /cm):** 20.65 (20 C); 27.02 (100 °C); 96.73 (330 °C)

**Conductancia específica (por cm):** 5.05 X 10<sup>4</sup> (0 °C); 4.83 X 10<sup>4</sup> (18 °C); 1.06 (327.4, líquido)

**Conductividad eléctrica:** 7.8 (respecto al Cu que es de 100)

**Potencial normal de electrodo:** 0.22 V (respecto al electrodo estándar de hidrógeno que es de 0) Equivalente electroquímico de Pb<sup>2+</sup>: 3.8651 g/A h

**Velocidad del sonido en plomo:** 122 700 cm/s

**Tensión superficial:** 442 din/cm (360 °C)

**Viscosidad (cP):** 2.12 (440 C); 1.7 ( 550 °C); 1.19 (845 °C)

**Susceptibilidad magnética:**  $-0.29 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{Kg}$

**Dureza: 1.5 Mohs Módulo de Young:**  $2.39 \times 10^6 \text{ psi}$

**Fuerza tensil (Kpa):** 42 000 (-100 °C), 14 000 (20 °C), 5000 (150 °C)

**PbCl<sub>2</sub>:**

**Peso molecular:** 278.12 g/mol.

**Composición:** Cl: 25.49 %, Pb: 74.5 %.

En la naturaleza se encuentra formando parte del mineral cotunnita. Es un polvo cristalino blanco, venenoso con las siguientes características:

**Punto de fusión:** 501 °C

**Punto de ebullición:** 950 °C

**Densidad ( a 19 °C y respecto al agua a 4 °C):** 5.85

**Solubilidad:** Es soluble en 93 partes de agua fría, 30 partes de agua hirviendo.

Es muy soluble en disoluciones de NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> e hidróxidos alcalinos, ligeramente soluble en glicerol. Se usa en la fabricación de algunos pigmentos.

**PbCrO<sub>4</sub>**

**Peso molecular:** 323.22 g/mol

**Composición:** Cr: 16.09 %; O: 19.8 % y Pb: 64.11 %

También se le conoce como amarillo cromo, amarillo colonia, amarillo King, amarillo Leipzig, amarillo París y pigmento amarillo 34.

En la naturaleza se encuentra como parte de los minerales crocoita, fenicocrita.  
Es un polvo amarillo naranja.

**Densidad ( a 19 °C y respecto al agua a 4 °C): 6.3**

**Punto de fusión:** 844 °C

**Solubilidad:** Es una de las sales de plomo mas insolubles, ya que se disuelven solo 0.2 mg en 1 L de agua. Es insoluble en ácido acético, pero soluble en disoluciones de hidróxidos alcalinos y en HNO<sub>3</sub> diluido.

Se utiliza en la elaboración de pinturas solubles en aceite y agua, para decorar porcelana y en análisis de sustancias orgánicas.

## **PbO<sub>2</sub>**

**Peso molecular:** 239.21 g/mol

**Composición:** O: 13.38 % y Pb: 86.62 %

También se le conoce como óxido café de plomo, peróxido de plomo y superóxido de plomo. Es un polvo café oscuro que desprende oxígeno al calentarse. En la naturaleza se encuentra formando al mineral conocido como platanerita.

**Densidad ( a 19 °C y respecto al agua a 4°C): 9.38**

**Solubilidad:** Es insoluble en agua; soluble en HCl con desprendimiento de cloro; en ácido nítrico diluido en presencia de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ácido oxálico u otros reductores; disoluciones de yoduros alcalinos, con liberación de yodo y en

disoluciones de hidróxidos alcalinos en caliente. Se usa en electrodos de baterías; como agente oxidante en la manufactura de colorantes; en la manufactura de sustitutos de hule; junto con el fósforo se producen superficies para encender cerillos y en química analítica.

### **PbO**

**Peso molecular:** 223.21 g/mol.

**Composición:** O: 7.17 % y Pb: 92.83 %

También se le conoce como óxido amarillo de plomo, óxido plumboso, litargirio y protóxido de plomo. Existe en dos formas, una de ellas son cristales tetragonales rojizos, estables a temperatura ambiente. La otra, son cristales ortorrómbicos amarillos, estables abajo de 489 °C. Es venenoso y a temperaturas entre 300 y 450 °C, en presencia de aire, se convierte lentamente en Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> y a temperaturas mayores regresa a PbO.

**Densidad ( a 19 °C y respecto al agua a 4 °C):** 9.53

**Punto de fusión:** 888 °C

**Solubilidad:** Es insoluble en agua y etanol. Soluble en ácido acético, ácido nítrico diluido y en disoluciones calientes de hidróxidos alcalinos.

Se usa para pintar porcelana y vidrio; en la elaboración de vidrio de plomo y barnices, produce efectos iridiscentes en bronce y latón; colorea sustancias que contengan azufre como cabello, uñas, lana y cuernos; como pigmento para hules y en pruebas de minerales de oro y plata.

**PbNO<sub>3</sub>:**

Es un compuesto que se presenta en forma de cristales incoloros y traslúcidos y es venenoso.

**Solubilidad:** 1 g de este compuesto se disuelve en 2 ml de agua fría, 0.75 ml de agua caliente, 2500 ml de etanol y 75 ml de metanol. Es insoluble en ácido nítrico concentrado. Sus disoluciones acuosas son ligeramente ácidas. El pH de una disolución al 20 % a 25 °C, es de 3 ó 4.

Se usa en la elaboración de cerillos y explosivos especiales; como mordente en el teido e impresión de telas; como oxidante en la industria de colorantes y como sensibilizador en fotografía.

**PbSO<sub>4</sub>**

**Peso molecular:** 303.28 g/mol

**Composición:** O: 21.1 %; S: 10.57 % y Pb: 68.32 %

En la naturaleza se le encuentra en el mineral anglesita y lanarkita. Es un polvo cristalino blanco, venenoso.

**Densidad ( a 19 °C y respecto al agua a 4 °C):** 6.2

**Solubilidad:** Soluble en 2225 partes de agua, mas soluble en HCl o HNO<sub>3</sub> diluido y menos en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Soluble en disoluciones de NaOH y acetato o tartrato de amonio. También es soluble en HCl concentrado e insoluble en etanol. Se usa como pigmento blanco; junto con el cinc, se usa en celdas

galvánicas; en la manufactura de minio; en litografía y en la preparación de secadores rápidos de barnices.

### **PROPIEDADES QUIMICAS:**

El plomo forma compuestos en los que su estado de oxidación es de 2+ y 4+, el más común de ellos es de 2+. Los compuestos de Pb<sup>4+</sup> son covalentes, mientras que los de Pb<sup>2+</sup>, son iónicos principalmente. Este metal es anfotérico y forma sales plúmbicas y plumbosas. Tiene una excelente resistencia a la corrosión en el aire, agua y suelo. Se llevan a cabo reacciones entre el metal y el medio ambiente, sin embargo, se forma una capa protectora de sales insolubles de plomo. Por ejemplo en presencia de oxígeno, el agua lo ataca, pero si contiene carbonatos y silicatos, se forma una capa protectora de sus derivados y la corrosión se hace muy lenta. Reacciona con ácido nítrico, formando el nitrato soluble en agua. Lo mismo sucede con el ácido acético y otros ácidos orgánicos débiles, formando las sales correspondientes. En el caso del ácido sulfúrico concentrado, este forma sulfato de plomo, el cual es insoluble y forma una capa protectora sobre el metal. Con HCl la reacción es muy lenta y el cloruro correspondiente es poco soluble en agua. Por otra parte, al ser anfotérico, reacciona con álcalis formando plumbatos y plumbitos, por lo que debe evitarse un contacto prolongado de este metal con cemento fresco o concreto. Reacciona violenta o explosivamente con nitrato de amonio fundido abajo de 200 °C, al igual que con acetiluro de sodio, peróxido de hidrógeno, azida de sodio y circonio. Su contacto con trifluoruro de cloro es violento,

presentándose ignición.  $\text{PbCO}_3$ : Se prende y quema en contacto con fluor. En general, es incompatible con ácidos y agentes oxidantes fuertes. Al calentarse, se forman  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  y óxidos de plomo.  $\text{PbCl}_2$ : explosivamente con calcio bajo calentamiento. Al igual que el carbonato es incompatible, en general, con ácidos y oxidantes fuertes. Por descomposición al calentarse, produce óxidos de plomo y cloruro de hidrógeno.  $\text{PbCrO}_4$ : Reacciona violentamente con colorantes "azo" bajo ciertas condiciones. Mezclas de este compuesto con hexacianoferrato de hierro (III), pueden prenderse con una chispa. Las mezclas con azufre o tantalio son pirofóricas.

$\text{PbO}_2$ : Reacciona explosivamente con cloruro de sulfonilo, ácido peroxifórmico, acetiluro de calcio y potasio caliente. Reacciona violentamente con magnesio y con trifluoruro de cloro. Puede entrar en ignición con hidroxilamina, fósforo rojo, azufre y sulfuro de hidrógeno. Se ha informado de reacciones vigorosas en presencia de cloruro de selenio, fenil-hidracina y por calentamiento con sulfuro de calcio. También reacciona, pero de manera incandescente con tricloruro de fósforo en caliente, dióxido de azufre, carburo de aluminio y tungsteno y molibdeno en polvo. En general es incompatible con agentes reductores fuertes y metales en forma de polvo fino. Su presencia disminuye la temperatura de ignición de nitroalcanos.

$\text{PbO}$ : Reacciona explosivamente con ácido peroxifórmico, aluminio en polvo, calentando en presencia de circonio, con mezclas de aluminio y silicio, acetiluro de rubidio y las mezclas de cloro y etileno, explotan al pasarlas sobre  $\text{PbO}$ .

Reacciona violentamente con titanio, peróxido de hidrógeno y oxidantes fuertes y vigorosamente con silicio, halógenos, trióxido de azufre, silicio y cinc. Lo mismo sucede en presencia de hules halogenados bajo calentamiento. Puede entrar en ignición al entrar en contacto con sodio dividido muy finamente, con diclorometilsilano, con mezclas de glicerol en presencia de flúor y con aceite de linaza. Reacciona de manera incandescente con acetiluro de litio, con boro en caliente y con carburo de aluminio en ebullición.  $\text{PbNO}_3$ : Reacciona violentamente con carbón al rojo, acetato de potasio en calentamiento y durante la purificación de dicitlopentadienil-plomo crudo por sublimación al alto vacío a temperaturas entre 100 y 130 °C. Con fósforo, cloruro de esta o (II) y otros reductores, reacciona explosivamente. Las mezclas de este compuesto con nitratos, nitritos y material orgánico son potencialmente peligrosas, especialmente en presencia de materiales ácidos. En general, es incompatible con cianuros, tiocianatos, isotiocianatos, agentes reductores y polvos finos de metales. Por descomposición térmica, genera óxidos de nitrógeno y plomo.  $\text{PbSO}_4$ : Reacciona violenta o explosivamente con Potasio. En general, es incompatible con bases fuertes. Al calentarse, se descompone y produce óxidos de azufre y de plomo.

**NIVELES DE TOXICIDAD:**

Los siguientes valores corresponden tanto a plomo, como a sus sales:

México:

**CPT:** 0.15 mg/m<sup>3</sup> (polvos inorgánicos, humos y polvos, como Pb)

**CCT:** 0.45 mg/m<sup>3</sup> (polvos inorgánicos, humos y polvos, como Pb)

Estados Unidos: Alemania:

**TLV TWA:** 0.15 mg/m<sup>3</sup> (como Pb) MAK: 0.1 mg/m<sup>3</sup>

Reino Unido Suecia:

**Periodos largos:** 0.15 mg/m<sup>3</sup> (como Pb) Nivel límite:

**Francia:** Polvo total: 0.1 mg/m<sup>3</sup>

**VME:** 150 mg/m<sup>3</sup> Polvo respirable: 0.05 mg/m<sup>3</sup>

**PbCrO<sub>4</sub>:**

**LD50 (intraperitoneal en cerdos de Guinea):** 400 mg/Kg

**PbO<sub>2</sub>:**

**LD50 (intraperitoneal en cerdos de Guinea):** 200 mg/Kg

**PbO:**

**LD50 (intraperitoneal en ratas):** 430 mg/Kg

**Irritación en piel de conejos 100 mg/24 h:** suave

**PbNO<sub>3</sub>:**

**LD50 (intravenoso en hamsters y ratas):** 50 mg/Kg

**MANEJO:**

**Equipo de protección personal:**

Debe utilizarse bata, lentes de seguridad y guantes. Sin embargo, en caso de exposiciones continuas al plomo o sus derivados, son necesarios además, botas y un respirador. Estos últimos dependerán de la labor que se desempeñe.

En general, los trabajadores expuestos constantemente a este tipo de productos (por ejemplo personal que retira pintura de edificios antiguos), ya sea plomo metálico o sus compuestos, deben seguir las siguientes medidas de seguridad:

- Utilizar el equipo de seguridad necesario siempre que se trabaje con estos productos.
- Evitar crear polvo, así como evitar inhalarlo e ingerirlo si se ha formado.
- Lavarse perfectamente después de utilizar cualquiera de estos productos y antes de comer o fumar.
- Mantener cualquiera de los productos alejados de alimentos.

Para trasvasar pequeñas cantidades de disoluciones que contengan plomo, debe usarse:

Propipeta, nunca aspirar con la boca.

**RIESGOS:****Riesgos de fuego y explosión:**

Puesto que el plomo metálico no es inflamable, el incendio en el que esté involucrado deberá ser combatido con extinguidores adecuados al material que se esté quemando.

**Riesgos a la salud:**

El plomo en sus diferentes formas, entra al organismo por inhalación e ingestión, por lo que se absorbe al sistema circulatorio a través de los pulmones y el tracto digestivo y se excreta por las vías urinarias y las heces. Generalmente se elimina completamente, sin embargo una exposición excesiva permite que parte de ese plomo no logre hacerlo provocando una intoxicación.

Los síntomas de una intoxicación con plomo incluyen anemia, fatiga, dolor de cabeza, insomnio, hipotensión y pérdida de peso. Pueden presentarse también, disturbios gastrointestinales y manifestaciones más severas como daño al sistema nervioso y a los riñones. Físicamente se observa palidez, malnutrición, inflamación estomacal y una línea azul oscura en las encías, pero solo en el caso de una higiene dental pobre. También se presentan problemas neuromusculares, acompañados de fatiga motriz, la cual va progresando hasta convertirse en parálisis. La intoxicación con plomo se confirma con estudios en orina y sangre. Los efectos tóxicos sobre pulmones y tracto digestivo del plomo dependen de factores como el tamaño de partícula y la composición química del plomo y sus compuestos. Así, las partículas pequeñas y los compuestos muy

solubles en agua, como el cloruro y el óxido, entrarán mas rápidamente al sistema circulatorio. Los compuestos poco solubles como el sulfato y carbonato, son peligrosos en forma de polvo. De los compuestos de plomo los que se han encontrado mas tóxicos son el carbonato y monóxido. Su toxicidad se debe principalmente a que es acumulativa y la manifestación de los síntomas de intoxicación se conoce como plumbismo. Es conveniente hacer determinaciones periódicas de la concentración de plomo en la sangre y orina de personas que tienen contacto constante con estos productos. En la orina, empieza a aparecer ácido -aminolevulínico, cuando los niveles de plomo en la sangre exceden de 40  $\mu\text{g}$  de Pb/100 ml. Cuando la concentración es entre 40 - 60  $\mu\text{g}$  de Pb/100 ml, aparecen otros síntomas como reticulosis leve e incremento en la excreción por orina de coproporfirina III.

Desde luego estos peligros de intoxicación pueden disminuirse o, incluso, evitarse utilizando una ventilación adecuada en los sitios de trabajo, utilización del equipo personal de seguridad y, en general, siguiendo las normas de higiene y seguridad para estos casos.

Los efectos tóxicos del plomo pueden ser más pronunciados en el feto, por lo que las mujeres embarazadas deben tener cuidado especial al exponerse a este producto. De hecho se sabe que compuestos como  $\text{PbCO}_3$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbO}$  y  $\text{PbO}_2$ , pueden atravesar la placenta y provocar graves problemas en el feto, incluso la muerte. También se ha informado que tienen efectos teratogénicos en

algunas especies animales. Inhalación: Los polvos de plomo son absorbidos mas fácilmente a través de los pulmones y provocan los síntomas de intoxicación ya mencionados. Además, altas concentraciones de plomo metálico en el ambiente puede provocar fibrosis en los pulmones y enfisema. Contacto con ojos: Partículas de plomo, causas da o mecánico e inflamación de estos órganos e, incluso, cataratas. Contacto con la piel: Los derivados inorgánicos no se absorben significativamente por este medio, sin embargos los orgánicos, sí.

Ingestión: El plomo es absorbido en peque as cantidades por el tracto digestivo, al ingerir partículas en el ambiente, por cigarroso alimentos contaminados, resultando los síntomas mencionados arriba. Carcinogenicidad:

En estudios con ratas, no se encontraron este tipo de efecto al suministrarles agua con una concentración de 25 ppm de plomo, sin embargo sí se desarrollaron tumores renales en animales a los que se les administró cantidades grandes de plomo. El  $\text{PbCrO}_4$  es considerado como sospechoso de ser cancerígeno para humanos, según la ACGIH (American Conference of Governamental Hygienists). Este efecto se ha comprobado en estudios con ratas, a las cuales se administra por vía intramuscular.

En el caso del  $\text{PbO}$  se ha encontrado que produce, por administración intratraqueal, hiperplasia (desarrollo exagerado del tejido) alveolar en hamsters.

Además tiene un efecto cocancerígeno con benzo- a -pireno, causando adenoma (tumor) y adenocarcinomas (tumor cancerígeno).

Mutagenicidad: Se han informado de casos de aberración cromosomal en trabajadores expuestos al plomo. Esto mismo sucedió en estudios con monos, por lo que los estudios a este respecto continúan. Con  $\text{PbCrO}_4$  se observó un incremento en la aberración cromosomal e intercambio de cromátidas hermanas, en estudios con cultivos de células de mamíferos y fue mutagénico en pruebas con varios microorganismos. Al usar  $\text{PbO}$  se presentó un aumento en aberraciones de cromátidas y cromosomas, en trabajadores involucrados en su manufactura. Sin embargo, fue inactivo en ensayos con *B. subtilis*. En el caso de  $\text{PbSO}_4$ , se ha observado un aumento en el intercambio de cromátidas hermanas en estudios con linfocitos humanos. Peligros reproductivos: En este punto existen diferentes riesgos, ya que es gonadotóxico, causa una reducción del embarazo en estudios con ratones y es embriotóxico. También, puede atravesar la placenta y provocar una reducción en el peso del recién nacido y de la actividad motriz, además se han encontrado deformaciones en el esqueleto en estudios con ratones. El  $\text{PbCO}_3$  se probó con ratas provocando un retraso en el crecimiento, aumento de niveles de plomo en la sangre, y edema y hemorragia en cerebelo.

También el  $\text{PbCl}_2$  es un producto embriotóxico y teratogénico para embriones de pollo y trucha. En embriones de hamster, provocó enoftalmia, nervios fusionados, espina bífida y exenfalía. En el caso del  $\text{PbCrO}_4$ , a pesar de que no

existe información al respecto, se puede inferir su peligrosidad debido a la toxicidad de otros cromatos metálicos y a la gonadotoxicidad, embriotoxicidad y teratogenicidad de las sales de plomo. También se presentaron este tipo de riesgos con el  $\text{PbNO}_3$  en estudios con ratas y hamsters, a los que se inyectó por vía intravenosa. En este caso se presentaron malformaciones en el embrión y absorción a través de la placenta. Cuando se probó en embriones de hamster, los efectos teratogénicos fueron los mismos que con  $\text{PbCl}_2$ .

#### **ACCIONES DE EMERGENCIA:**

##### **Primeros auxilios:**

**Inhalación:** Trasladar a la víctima a un área bien ventilada. Si está inconsciente, proporcionar rehabilitación cardiopulmonar. Si está consciente, sentarla y proporcionar oxígeno.

**Ojos:** Lavarlos con agua corriente de manera abundante al menos por 10 minutos, asegurándose de abrir los párpados.

**Piel:** Eliminar la ropa contaminada y lavar el área afectada con agua al menos por 10 minutos.

**Ingestión:** No inducir el vómito. Si la víctima está consiente dar a beber inmediatamente un vaso con agua.

**En todos los casos de exposición, el paciente debe ser transportado al hospital tan pronto como sea posible.**

**Control de fuego:**

El extinguidor a usar dependerá del material que se este quemando, pues el plomo no es combustible, al igual que el  $\text{PbCl}_2$ , el  $\text{PbO}$ . En otros casos es necesario considerar el extinguidor a usar, pues la sal de plomo puede causar problemas mayores al entrar en contacto con el agente usado para apagar el fuego. Así, en el caso de estar involucrado  $\text{PbCO}_3$ , el extinguidor a usar será a base de  $\text{CO}_2$ , agua o espuma; para  $\text{PbCrO}_4$ , se usará  $\text{CO}_2$  o polvo químico seco; con  $\text{PbO}_2$  y  $\text{PbNO}_3$ , agua y con  $\text{PbSO}_4$ , polvo químico seco.

**Fugas y derrames:**

Los derrames de plomo metálico deben recogerse y almacenarse en bolsas para su posterior tratamiento para poder reutilizarse reciclarlo.

**Desechos:**

**$\text{PbCO}_3$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{PbO}$  y  $\text{PbSO}_4$ :** Mandar a confinamiento.

**$\text{PbCl}_2$ :** Disolver en agua y precipitarlo como sulfato, ajustando el pH a 7 para completar la precipitación. Filtrar el residuo insoluble (sulfato) y enviarlo a confinamiento. El filtrado, puede desecharse al drenaje.

Otra forma de desecharlo consiste en disolverlo en agua, acidular la disolución y precipitarlo como sulfuro. Es necesario ajustar el pH a 7 para asegurar la precipitación de todo el plomo. Los residuos sólidos, se filtran y se mandan a confinamiento. Debe asegurarse que ya no existe plomo en la disolución y después agregarle hipoclorito de sodio para eliminar los residuos de sulfuro que puedan quedar. Esta disolución puede tirarse al drenaje. Este mismo

procedimiento debe seguirse para tratar los residuos de nitrato de plomo.  $PbCrO_4$ : Mezclar el sólido con metabisulfito de sodio, tiosulfato de sodio o sales ferrosas. No debe usarse carbón o azufre. Colocar la mezcla en un recipiente y rociar la mezcla con agua y, si se usan sales ferrosas o sulfito, debe agregarse  $H_2SO_4$  2M. Una vez que la reacción de reducción se llevó a cabo, neutralizar y filtrar. El residuo se manda a confinamiento y el filtrado puede desecharse al drenaje.

#### **ALMACENAMIENTO:**

Tanto el plomo como sus sales deben almacenarse en recipientes bien cerrados, en lugares secos, bien ventilados, alejados de ácidos, bases y materiales oxidantes o reductores.

#### **REQUISITOS DE TRANSPORTE Y EMPAQUE:**

Compuesto Transportación terrestre Transportación marítima Transportación aérea  $PbCl_2$  y  $PbCrO_4$

**Marcaje:** 2291. Sustancia dañina Número de IMDG: 6095.2 Clase: 6.1

**Marcaje:** Dañino, mantener alejado de comestibles. Código ICAO/IATA: Clase: 6.1 Cantidad máxima en Kg Cantidad máxima 100 Kg  $PbO_2$  Marcaje: 1872 Sustancia oxidante Número de IMDG: 5045 Clase: 5.1 Marcaje: Agente oxidante Código ICAO/IATA: Clase: 5.1 Cantidad máxima en Kg

Cantidad máxima en Kg  $PbNO_3$  Marcaje: 1469

Sustancia oxidante Número de IMDG: 5046

**Clase:** 5.1 **Marcaje:** Agente oxidante, venenoso **Código ICAO/IATA:** Clase:5.1

Cantidad máxima en Cantidad máxima en Kg  $\text{PbSO}_4$

**Marcaje:** 1749

**Sustancia corrosiva Número de IMDG:** 8180 **Clase:** 8

**Marcaje:** Corrosivo **Código ICAO/IATA:** Clase: 8 Cantidad máxima en Cantidad máxima en Kg. (Anexo N° 9 muestra las abreviaturas de la ficha de seguridad)<sub>(14)</sub>

## **VII ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

### **7 Almacenamiento de productos químicos.(ver anexo Nº 11)**

#### **7.1 Bodega de reactivos**

- Tamaño: Estará en función del volumen de reactivos.
- Espacio para el desplazamiento de personas.
- Iluminación, adecuadas luces a pruebas de explosiones.
- Ventilación: El techo debe estar equipado con extractores que tengan suficiente capacidad para intercambiar el aire.
- Incendios: Rociadores contra incendios con sensores que detecten la temperatura del medio, alarmas detectoras de gases.
- Puertas de salida de emergencia.
- Información suficiente para el personal permanente y visitas.
- Primeros auxilios y procedimientos normalizados de trabajo.
- Extinguidores para todos los tipos de fuego.
- Recipientes suficientes para desechos de todos los tipos
- Letreros de señalización correspondiente

#### **7.2 PRINCIPIOS BASICOS PARA ALMACENAR REACTIVOS**

Los principios básicos para conseguir un almacenamiento adecuado y seguro de los reactivos en los laboratorios en general son los siguientes:

### **7.2.1 Reducción de las existencias al mínimo**

Cuando se trata de sustancias peligrosas, la minimización de las cantidades almacenadas constituye una buena medida preventiva. Ello supone planificar las existencias de reactivos, de modo que se asegure su suministro en el momento preciso, lo que exige cursar pedidos al suministrador con mayor frecuencia y dedicar más tiempo a los registros de entradas y salidas.

### **7.2.2 Establecimiento de separaciones**

Por su naturaleza y propiedades, algunas sustancias son incompatibles entre sí, porque pueden reaccionar de forma violenta. En tales casos, estas sustancias no deben almacenarse conjuntamente, sobre todo a partir de determinadas cantidades. En caso de fuga o incendio, los embalajes podrían resultar dañados y las sustancias incompatibles podrían entrar en contacto, produciéndose reacciones peligrosas.

A modo de ejemplo, no deben almacenarse juntos productos combustibles y oxidantes, porque su contacto provoca reacciones exotérmicas muy violentas que pueden ocasionar incendios. Tampoco deben almacenarse productos tóxicos con productos comburentes o inflamables. En la figura N<sup>o</sup> 11 se muestra un esquema en el que se resumen las incompatibilidades de almacenamiento de los productos peligrosos.

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos

Figura No11. Incompatibilidades de almacenamiento de algunos productos químicos peligrosos

Como medidas de seguridad adicionales hay que tener en cuenta aquellas que están orientadas a la prevención de incendios, como:

- Prohibición de fumar
- Prohibición de utilizar llamas abiertas o fuentes de ignición
- Utilizar únicamente equipos eléctricos autorizados

### 7.2.3 Aislamiento o confinamiento de ciertos productos

Ciertos productos requieren no sólo la separación con respecto a otros, sino el aislamiento del resto, no exclusivamente por los riesgos de un contacto accidental, sino por sus características fisicoquímicas, toxicológicas y organolépticas( ver anexo N° 9) . Entre tales productos cabe señalar los siguientes:

- Inflamables.
- Carcinógenos, mutágenos y tóxicos
- Pestilentes

#### 7.2.4 Disposición de instalaciones adecuadas

- **Estanterías:** Cuando vayan a contener productos susceptibles de originar riesgos de incendio o explosión, se aconseja que sean metálicas, conectadas equipotencialmente y a tierra.

- **Armarios protegidos contra el fuego.**

Tales armarios deben disponer de lo siguiente:

- Baldas recoge vertidos.
  - Fondo en forma de cubeta de 5 cm. de altura.
  - Uniones selladas.
  - Conexión a tierra.
  - Puertas con tres puntos de anclaje.
  - Patas regulables en altura.
  - Señal indicando la presencia de productos inflamables.
- **Armarios frigoríficos:** Deben utilizarse únicamente los especialmente diseñados para laboratorios, evitando los de uso doméstico.

#### 7.2.5 CRITERIOS DE INCOMPATIBILIDAD

Es de sobra conocido que algunos productos químicos, además de comportar riesgos por si mismos, son capaces de dar lugar a reacciones peligrosas en contacto con otros. En un almacén de productos químicos de un laboratorio pueden presentarse situaciones graves, en caso de contacto accidental con productos, por causas diversas como derrames, fugas o roturas de envases.

No es habitual que en un almacén de productos químicos se sigan criterios claros de almacenamiento según incompatibilidad. Los criterios imperantes suelen ser los de consumo y accesibilidad a los productos o también suelen ordenarse alfabéticamente.

Establecer unos criterios correctos de separación física de los grupos de productos peligrosos no es fácil, por que en muchas ocasiones no se dispone información suficiente sobre sus riesgos y menos aún sobre su reactividad e incompatibilidad. Las diferentes reglamentaciones sobre clasificación de sustancias y preparados peligrosos, almacenamiento de productos químicos y transporte de mercancías peligrosas pueden servirnos de referencia para determinar grupos de riesgo e implementar medidas preventivas y de protección adecuadas.

#### **7.2.5.1 Estrategias y almacenamiento**

Consideramos nueve grupos que pueden llegar a generar riesgos de importancia en su almacenamiento:

1. Inflamables
2. Oxidantes
3. Reductores
4. Ácidos y bases fuertes concentrados

5. Productos reactivos con el agua
6. Tóxicos
7. Peroxidantes
8. Pirofóricos
9. Gases comprimidos

Los cinco primeros grupos dan lugar a reacciones fuertemente exotérmica, liberándose cantidades importantes de calor en forma violenta, incluso explosiva, si entra en contacto con productos incompatibles.

Los productos reactivos con el agua, además de producir reacciones violentas o de liberar productos altamente tóxicos, dificultan las tareas de extinción en caso de incendio. Los tóxicos requieren zonas de almacenamiento ventiladas, en especial los de alta volatilidad.

Los peroxidables son productos que pueden formar peróxidos inestables, debiéndose almacenar en ambientes frescos y oscuros.

Los pirofóricos entran en combustión en contacto con el aire y en ocasiones con el agua; son necesarias medidas especiales de confinamiento. Por último los gases plantean, además de los riesgos inherentes al producto, riesgos por la elevada energía cinética que poseen al estar comprimidos en un recipiente.

La forma más correcta de almacenarlos sería separar estos grupos y aplicarles las medidas de seguridad adecuada a cada uno de ellos, desafortunadamente esto no se puede aplicar por que es fácil encontrar un producto que se clasifican en dos o más grupos simultáneamente por lo que se hace necesario establecer criterios adicionales.

En un almacén de productos químicos el accidente que puede reportar consecuencias más grave y que incluso se da con mayor frecuencia es el incendio. Por consiguiente la inflamabilidad será el criterio prioritario de segregación, a su vez el agua es el agente extintor más adecuado y efectivo en la mayoría de incendios por su eficacia, abundancia, economía y fácil localización, en el caso de productos químicos también se utiliza, aunque con limitaciones impuestas por:

-La presencia de productos químicos que en contacto con el agua liberan productos inflamables, tóxicos o corrosivos. En este caso el uso del agua es extremadamente peligroso, debiéndose resguardar estos productos de lugares donde haya zonas húmedas y disponer de agentes extintores especiales

-La presencia de productos químicos inflamables insolubles y de menor densidad que el agua fría. Aquí la limitación viene dada por el hecho de que el agua, puede extender el incendio, por lo que el agua preferentemente

pulverizada debe ser aplicada por profesionales o personal entrenado, también es aconsejable el uso de otros agentes extintores alternativos.

Concluyendo, la segregación debería realizarse atendiendo en primer término a la inflamabilidad, y en segundo lugar la incompatibilidad del producto con el agua. Así, las separaciones entre grupos de producto podría establecerse de la siguiente manera:

### **Grupo 1: Productos Inflamables compatibles con el agua**

Los sólidos como el azufre y líquidos como el metanol, etanol, acetona, ácido acético son algunos ejemplos de este grupo. El volumen de estos productos almacenado determinará si es necesario disponerse de un almacén exclusivo o simplemente bastará un tabique o material incombustible. Siempre que sea posible se recomienda la instalación de rociadores, también es recomendable la instalación de cubetas para evitar derrames.

Si un producto de este grupo posee características de toxicidad acentuadas (acrilamida, epíclorhidrina, disulfuro de carbono), debería colocarse en otra zona u armario con buena ventilación. Igualmente si contamos con productos peroxidables como el tetrahidrofurano o el dioxano deberíamos separarlos del resto, almacenándolos en lugares frescos y preferentemente oscuros llevando control del tiempo de permanencia.

## **Grupo 2: Inflamables incompatibles con el agua**

Los mismos criterios y normativas serán aplicables en este grupo, excepto, lógicamente, en la presencia de agua.

La incompatibilidad con el agua se puede dar de dos formas:

**1. En base a una reactividad peligrosa:** Como en los metales alcalinos y alcalinos térreos sobre todo finamente divididos que reaccionan vigorosamente con el agua, (calcio, litio, magnesio, sodio) liberando hidrógeno, gas capaz de inflamarse por el calor liberado en la reacción. Metales como el aluminio, cinc o boro en estado pulverulento, también liberan hidrógeno en contacto con el agua. Carburo como el de berilio, calcio o aluminio producen gases inflamables, tales como el metano o el acetileno los cuales se inflaman con el calor liberado.

**2. En base a la inmiscibilidad y menor densidad que el agua,** hecho que puede dificultar las tareas de extinción. En este caso el criterio de almacenamiento será muy parecido al grupo 1 pudiéndose incluso almacenar junto a ellos si las cantidades son pequeñas con la precaución de colocar extinguidores de espuma, polvo o incluso de agua pulverizada.

Ejemplo de estos productos son: tolueno, hexano, ciclohexano, éter de petróleo, etc.

**Grupo 3: No inflamables compatibles con el agua**

Este es un grupo heterogéneo, donde se incluyen ácidos, bases, tóxicos, oxidantes o reductores que tienen en común su compatibilidad con el agua.

Los tóxicos deben ser almacenados en lugares ventilados. Si alguno de ellos tiene una toxicidad muy manifiesta o es cancerígeno es aconsejable almacenarlos bajo llave como el cianuro sódico o el potásico, cloruro de bario, trióxido de arsénico, óxido de cadmio, etc.

Los ácidos, bases, oxidantes y reductores deben almacenarse por separado, algunos ácidos inorgánicos tienen un efecto oxidante muy marcado en estos casos deberemos almacenarlos como oxidante y alejarlo de productos y materiales combustibles. Conviene separar sólidos y líquidos para evitar las mezclas en casos de roturas y derrames

**Grupo 4: No inflamables incompatibles con el agua**

Este grupo como el anterior es heterogéneo, con el agravante que el contacto con agua producen reacciones peligrosas.

Los subgrupos se constituirán como en el grupo 3, separando bases, ácidos, oxidantes, reductores y tóxicos.

### **Grupo 5: Productos inestables a temperaturas superiores a las ambientales**

Este grupo lo componen productos químicos que se tornan inestables a temperaturas moderadamente superiores a la temperatura ambiente. Por ejemplo el peróxido de hidrógeno es una sustancia oxidante fuerte, soluble en agua, que puede descomponerse violentamente al estar expuesto a calor excesivo. El almacenamiento de estas sustancias deberá asegurarse el alejamiento de fuentes de calor, así los productos de este grupo podrán asimilarse al resto, en función de sus riesgos y compatibilidad con el agua.

### **Grupo 6: Productos inestables o muy volátiles a temperaturas ambiente que necesitan un ambiente refrigerado**

Este grupo requiere para su almacenamiento un frigorífico o una habitación fría, que posean las siguientes características:

- 1 Interior libre de posibles focos de ignición y disposición de sistemas alternativo de suministro energético para el caso de fallo de la fuente principal de energía.
- 2 No almacenar productos inflamables estables en refrigeradores domésticos o asegurarse que este no posea ningún elemento eléctrico en su interior.

**Grupo 7: Pirofóricos**

Los pirofóricos arden espontáneamente en contacto con el aire y normalmente en contacto con el agua. Cada compuesto pirofórico debe almacenarse en recipientes especiales, requiriendo, en muchas ocasiones atmósferas inertes y secas. Un ejemplo es el fósforo blanco.

**Grupo 8: Gases comprimidos, licuados o disueltos contenidos en botellas o botellones**

Deben estar almacenados en lugares ventilados, ubicados en el exterior, libres de toda fuente de ignición, colocados en posición vertical, debidamente protegidos para evitar su caída, separando físicamente los gases inflamables del resto y las botellas llenas de las vacías.

**7.2.5.2 Almacenamiento de pequeñas cantidades**

La estrategia de almacenamiento expuesta anteriormente es válida para todo tipo de almacenamiento aunque está orientada, fundamentalmente, a almacenamiento de un número variado de productos químicos en cantidades importantes. No obstante, existen almacenes de productos químicos que posean cantidad variada de ellos, pero siendo estas pequeñas.

En esta situación podemos simplificar la estrategia anteriormente presentada de esta manera:

Los inflamables compatibles o incompatibles con el agua (en término de inmiscibilidad) separados del resto y almacenados en un armario de seguridad en una zona ventilada y libre de focos de ignición.

- Ácidos fuertes
- Bases fuertes
- Oxidantes fuertes
- Reductores fuertes

Tóxicos que no posean ninguna de los riesgos anteriores. En tal caso se almacenarán con el grupo de riesgo correspondiente. Los muy tóxicos carcinogénicos, bajo control.

- Gases, aparte, preferiblemente en el exterior.
- Productos químicos de especial peligrosidad (incompatibles con el agua, pirofóricos, etc.), almacenados en las condiciones preventivas necesarias.
- Resto de productos sin riesgo específico.

**CAPITULO VII**  
**CONCLUSIONES**

## 7.0 CONCLUSIONES

- 1- En base a los datos obtenidos en la encuesta realizada al personal que labora en los laboratorios de la Universidad de El Salvador se observa: Que no existe una clasificación de los reactivos químicos en las bodegas, este problema podría ocasionar que estos reaccionen entre ellos y se generen mezclas de vapores tóxicos, explosiones, incendios etc.
- 2- Que no se le da un tratamiento adecuado a los desechos químicos que se generan en los laboratorios de la UES, la mayoría solo los diluyen en agua y los descarta al lavado.
- 3- En los laboratorios de las diferentes facultades, se trabaja sin medidas de seguridad lo cual conlleva a riesgos laborales .
- 4- Que el personal contratado para la limpieza de los laboratorios no conoce como deben ser tratados los desechos químicos; ni el grado de peligrosidad que ellos representan y los tratan sin las precauciones respectivas. Por lo que debe seguirse las especificaciones de este manual (En los anexos N° 14 y 15 se da la clasificación y los códigos de la EPA para tratar los desechos peligrosos).
- 5- En los laboratorios de la universidad de el salvador no se cuenta con reglamentos de seguridad ni manuales para el tratamiento de los desechos químicos.

- 6- Algunas bodegas tienen Frascos viejos de reactivos químicos con etiquetas dañadas en las que no se lee la información relacionada con el uso del reactivo, esto podría ocasionar confusión y generar desechos químicos peligrosos.
- 7- Que con la prevención de la contaminación aplicando para ello la producción mas limpia (P+L), La química verde y la química a micro escala se lograr integrar metodologías que tienen por objetivo común proteger el medio ambiente y la salud de los que laboran en los laboratorios de la UES. En el manual se exponen los principios de estas disciplinas y sus ventajas.

**CAPITULO VIII**  
**RECOMENDACIONES**

## 8.0 RECOMENDACIONES

Se recomienda a los responsables de los laboratorios de las diferentes facultades de la UES:

- 1- Almacenar los reactivos químicos en sus respectivos envases bien rotulados.
- 2- Que los reactivos estén organizados de acuerdo a su clasificación fisicoquímica o toxicológica.
- 3- Colocar instrucciones en las estanterías de acuerdo con el tipo de químico que almacenan.
- 4- Que todo el personal que maneja reactivos debe tener un conocimiento adecuado del manejo de los mismos y de los riesgos asociados.
- 5- Que antes de trabajar con reactivos químicos se tiene que investigar las medidas de seguridad para evitar accidentes.
- 6- Consultar para mayor información de los reactivos químicos y su grado de riesgo las hojas de seguridad de estos antes de elaborar una práctica de laboratorio, esto con el fin de tener conocimiento de los riesgos a los que se puede enfrentar, y la manera de cómo tratarlos.
- 7- Para disminuir la generación de desechos químicos y conocer las precauciones a tomar en cuenta al trabajar con ellos, antes de la práctica se debe pedir a los alumnos buscar información de los reactivos a utilizar en la práctica de laboratorio.

- 8- Que se implementen programas de salud y seguridad ocupacional y ambiental en todos los laboratorios de la UES para contribuir a minimizar riesgos y evitar accidentes de trabajo.
- 9- Cambiar la etiqueta de los reactivos químicos cuando comienza a deteriorarse para evitar confusiones.
- 10- Contar con un reglamento general de laboratorio en el cual se deben cubrir los procedimientos de operaciones específicas de higiene y seguridad concernientes a su propio laboratorio.
- 11- Tener un mayor control y saber que tipo de desecho químico es el que se está generando se puede implementar la elaboración de una etiqueta, la cual será llenada por la persona que esta generando un desecho químico, esta tendrá el nombre de los reactivos que generaron el desecho químico entre otros datos. (ver anexo N° 6).
- 12- Tener a la mano las hojas de seguridad de los reactivos químicos.
- 13- Elaborar un proyecto que contemple el diseño de una planta incineradora para los desechos químicos generados por los laboratorios de la Universidad de El Salvador.
- 14- Enviar a plantas especializadas los desechos químicos que pueden ser eliminados por el método de tratamiento de incineración para su destrucción.

15- Impartir cursos de seguridad y tratamiento de desechos químicos para los alumnos de nuevo ingreso.

16- Usar tecnologías preventivas en las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador que utilizan reactivos químicos, el uso de tecnologías como la producción más limpia, la química verde y la química a micro escala, disminuyen la cantidad de desechos químicos y al mismo tiempo se disminuyen los costos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Anastas P.T., y otros, Green Chemistry Theory and practice, Oxford University Press, 2000.
2. Baptista L. y Otros . Metodología de la investigación. Segunda edición. México D. F. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES S. A. de C. V. 1998-1991.
3. Beltetón W. y otros, Normas de seguridad en el laboratorio y eliminación de residuos. Facultad Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. El Salvador.
4. Brady G.S., y otros (1997) Materials Handbook, Fourteenth Edition, MC. Gram Hill.
5. Burgos E. Producción más Limpia, Eco-eficiencia y Gestión Ambiental [www.marn.gob.sv/fogapemi.nsf](http://www.marn.gob.sv/fogapemi.nsf)
6. Carrera E. Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales. [www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_276.htm-31k](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_276.htm-31k)
7. Castillo Y. y otros, Ministerio de medio ambiente y recursos naturales, Perfil nacional para evaluar la infraestructura nacional para la gestión de sustancias químicas. Capítulo 4 Instrumentos legales y mecanismos no reglamentados para la gestión de sustancias químicas. San Salvador. Diciembre 2005.
8. Climent M. T. Química a Micro Escala, correo electrónico [teresa.climent@uv.es](mailto:teresa.climent@uv.es)

9. Díaz C. Departamento de química del laboratorio de Monterrey N.U.I. JAAR 00979473-3.
10. Duch Martínez J. y otros Ley del medio ambiente. Decreto N° 233
11. García P. Reglas para el manejo y disposición de desechos químicos.  
<http://www.mollabs.com/archivos/desechos.pdf>.
12. García Sánchez A. Manual de practica química orgánica I. Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa).
13. Gervacio J. y otros, Fichas de seguridad Facultad de química de la Universidad Autónoma de México ( UNAM )  
[www.fquim.unam.mx/sitio/pcivil\\_02.asp-45k](http://www.fquim.unam.mx/sitio/pcivil_02.asp-45k)
14. Grimaldi, S. (1983). La seguridad Industrial, Editorial Porrúa, S.A. México D.F..
15. Kirchoff M. y otros. American Chemical Society. Química verde. Experimentos de laboratorios para un curso universitario de química.
16. Lancaster M. Green Chemistry An Introductory text, University of York, RSC, 2002.
17. Mattack A.S. y otros, Introduction to Green Chemistry, 2202.
18. Merck Kga A. D (2002) Catalogo de productos Químicos y Reactivos, Merck GA. A. Darmstadt. Alemania.
19. Topete C. y otros, Fichas Internacionales de Seguridad Química  
[www.mtas.es/insht/ipcsnspn/nspn0000.htm](http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/nspn0000.htm)

20. Vega de Kuyper J.C. Manejo de residuos de la industria química y afín. Segunda Edición 1999 alfaomega grupo editor S.A. de C.V. Pitágoras 1139, colonia del valle, 03100 México D.F.
21. Wales Jimmy y otros , Enciclopedia Libre WIKIPEDIA [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)
22. <http://www.usuarios.lycoses/ambiental/ea1/labquim.html>. Contaminación ambiental
23. <http://www.uca.es/grup-invest/corrosion/integrado/introducción.pdf> Desechos corrosivos
24. <http://www.lauca.usach.cl/ima-inf-linea.html>., Desechos peligrosos,
25. [http://unitar.org/cw/publications/current/inf/inp-bro\(04-05\)sp.pdf](http://unitar.org/cw/publications/current/inf/inp-bro(04-05)sp.pdf) , Eliminación de desechos químicos ,
26. [www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar) Eliminación de derrames y desechos
27. Producción mas limpia : <http://www.cmpl.ipn.mx/>
28. [www.epa.gov/EPAOSWER/hazwaste](http://www.epa.gov/EPAOSWER/hazwaste) Residuos peligrosos.
29. <http://www.upsp.edu.pe/descargas/docentes/antonio/20quimicos%20desechs> Tratamiento de desechos químicos.
30. [www.cepis.org.pe/eswww/repamar/gtzproye/incinera/incinera.html](http://www.cepis.org.pe/eswww/repamar/gtzproye/incinera/incinera.html) Proyecto de asesoría técnica en incineradores de desechos hospitalarios

## **GLOSARIO :**

-CONTAMINACION: La presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degraden la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general, conforme lo establece la ley.<sup>(10)</sup>

-DESECHOS QUIMICO: Material o energía resultante de la ineficiencia de los procesos y actividades, que no tienen uso directo y es descartado permanentemente.<sup>(11)</sup>

-DESECHOS PELIGROSOS: Cualquier material sin uso directo o descartado permanentemente que por su actividad química o por sus características corrosivas, reactivas, inflamables, tóxicas, explosivas, combustión espontánea, oxidante, infecciosas, bioacumulativas, ecotóxicas o radioactivas u otras características, que ocasionen peligro o ponen en riesgo la salud humana o el ambiente, ya sea por sí solo o al contacto con otro desecho.<sup>(12)</sup>

- NEUTRALIZACION QUIMICA: Una reacción de neutralización es una reacción entre un ácido y una base. Generalmente, en las reacciones acuosas ácido-base se forma agua y una sal. Así pues, se puede decir que la neutralización es la combinación de iones hidrógeno y de iones hidróxido para formar moléculas de agua. Durante este proceso se forma una sal.

Las reacciones de neutralización son generalmente exotérmicas, lo que significa que producen calor.<sup>(13)</sup>

- PRODUCCIÓN MAS LIMPIA: Es la aplicación continua a los procesos, productos y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente. <sup>(14)</sup>
- QUIMICA A MICRO ESCALA: Es disminuir la escala de volúmenes de químicos usados en experimentos de laboratorios. <sup>(15)</sup>
- QUÍMICA VERDE: Química beneficiosa para el medio ambiente se ocupa del diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso de producción de sustancias peligrosas. <sup>(16)</sup>
- TIERRA DE DIATOMEAS: Las diatomeas son algas de formas y tamaños variados y en la naturaleza están encuadradas en el Reino Protista. Hay aproximadamente 5.000 especies de Diatomea, todas ellas compuestas por una pared celular transparente, con una capa externa traslúcida de sílice semejante al cristal y una capa interna de pectina (sustancia neutra que forma soluciones coloidales). Cuando la célula muere todo el contenido orgánico del protoplasto y de la pared celular se destruye, con excepción de las valva silicosas, las cuales generalmente van a depositarse al fondo de las aguas, para formar al cabo de siglos grandes depósitos de tierra de diatomeas. Esos depósitos se denominan diatomitas. <sup>(17)</sup>

## **ANEXOS**

**ANEXO N° 1**

**ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE O ENCARGADO DE LA UNIDAD.**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**Entrevista dirigida al jefe o encargado de la unidad.**

Nombre de la facultad \_\_\_\_\_

1. Qué materia imparte usted en esta facultad, en la cuál utilizan reactivos químicos? \_\_\_\_\_

2. Cuántos son los encargados que imparten dicha materia?

\_\_\_\_\_

3. Qué tipos de reactivos químicos utilizan en las diferentes prácticas en la materia que usted imparte? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.Cuál es la disposición final de los desechos químicos que se generan en esta facultad? \_\_\_\_\_

5. Utilizan algún método de tratamiento para los desechos químicos que se generan en los laboratorios?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_\_

Si su respuesta es afirmativa cuál? \_\_\_\_\_

6. Cuentan con manuales de procedimientos de seguridad para el manejo de los desechos químicos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_\_

7. Cuenta el personal y los alumnos con el equipo de protección adecuado para el manejo de los desechos químicos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_\_

8.Cuál es la disposición final de los desechos químicos que se generan en esta

facultad? \_\_\_\_\_

9. Cree usted que es necesario un manual para el tratamiento y disposición final de los desechos químicos para esta facultad?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

**ANEXO Nº2**

**CUESTIONARIO DIRIGIDO AL PERSONAL ENCARGADO DE LA**

**DISPOSICIÓN FINAL.**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**Cuestionario dirigido al personal encargado de la disposición final.**

1.¿Qué medidas se toman en cuenta para protegerse los docentes y los estudiantes de padecer enfermedades o lesiones ocasionadas por el manejo de reactivos químicos?

- a) Usa mascarillas ( ) e) Cámara de extracción
- b) Usa guantes ( )
- c) Usa gorro y gabacha ( )
- d) Lentes protectores ( )
- f) Otros \_\_\_\_\_

2.¿Utiliza algún tipo de tratamiento para los desechos químicos?

SI \_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_ Sí su respuesta fue afirmativa, señale con una cruz cual es la que utiliza. Si su respuesta fue Negativa pase a la siguiente pregunta?

- a) Neutralización ( )

- b) Combustión y Evaporización. ( )
  - c) Neutralización y Enterrado. ( )
  - d) Disolución. ( )
  - e) Otros; especifique cuál?
- 

3. ¿Se almacenan según su clasificación los reactivos químicos en la bodega de su facultad?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Si su respuesta fue afirmativa, marque con una cruz cual, sino pase a la siguiente pregunta?

- a) Por sus propiedades fisicoquímicas. ( )
  - b) Por sus propiedades toxicológicas. ( )
  - c) Por sus efectos sobre la salud humana. ( )
  - d) Por sus efectos sobre el medio ambiente. ( )
  - e) Otros; especifique cuál?
- 

4. ¿Recibe o a recibido algún tipo de programa de concientización sobre los riesgos que representan los desechos químicos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5.¿Ha padecido alguna enfermedad o accidente como producto a estar expuesto a los desechos químicos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Cuál \_\_\_\_\_

6.¿Tiene conocimiento sobre lo que es la producción más limpia aplicada a los laboratorios?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Comentarios:

\_\_\_\_\_

7 ¿Tiene conocimiento sobre la Química a micro escala?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Comentarios:

\_\_\_\_\_

8.¿Quisiera recibir información sobre el manejo adecuado de los desechos químicos generados en los laboratorios de la Universidad de El Salvador?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Comentarios \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANEXO No 3**

**MATERIAL PARA QUÍMICA A MICRO ESCALA**



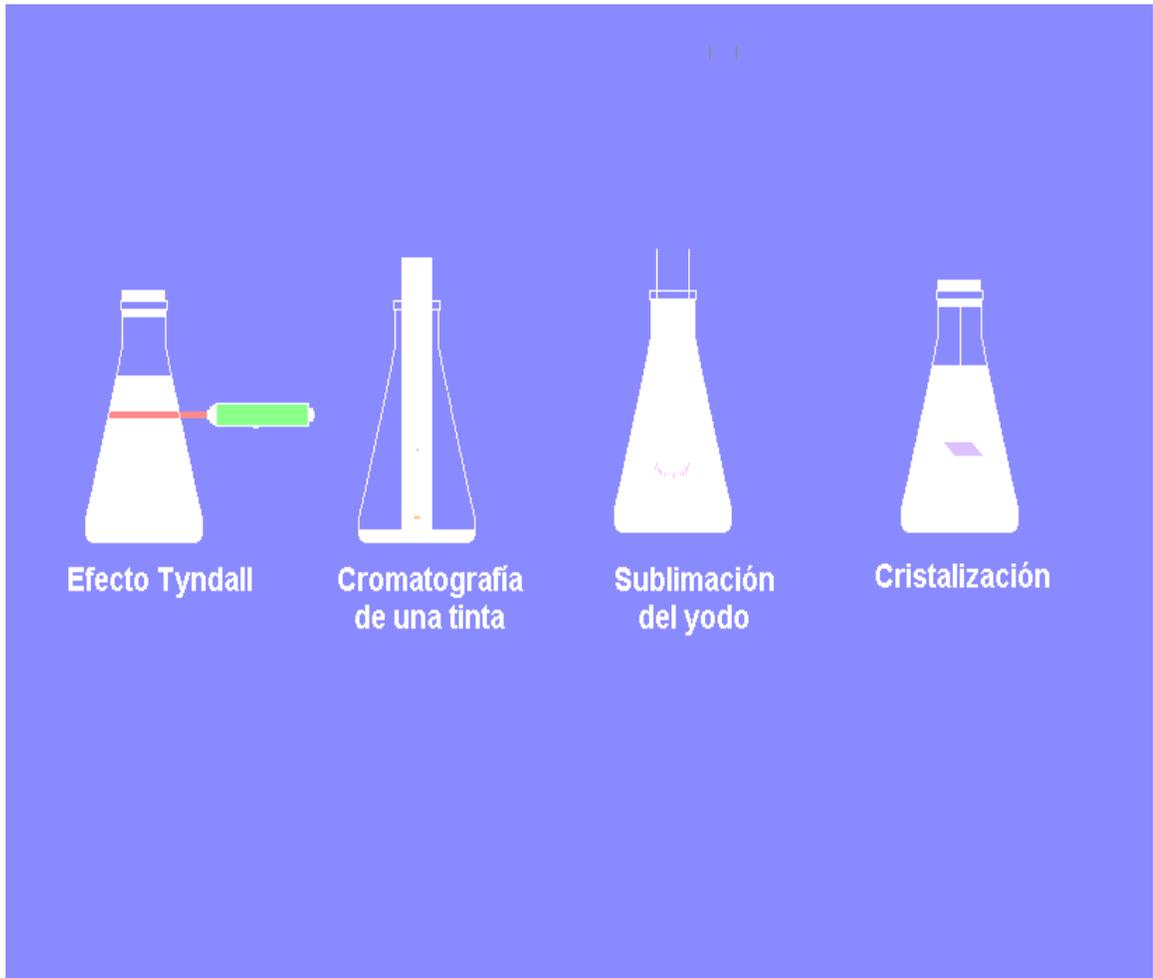


Figura Nº 2 Muestra cuatro experimentos que se pueden realizar en un Erlenmeyer de 10mL.

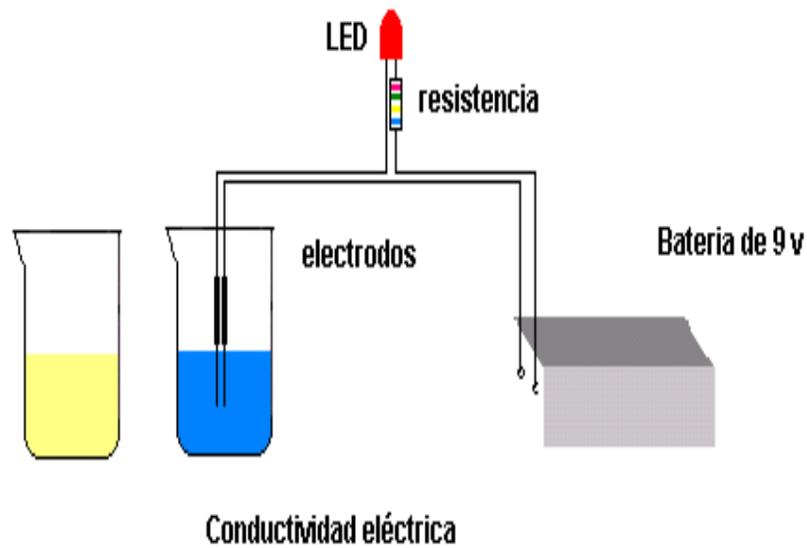


Figura N° 3 Muestra la conductividad eléctrica Usando beakers de 5mL

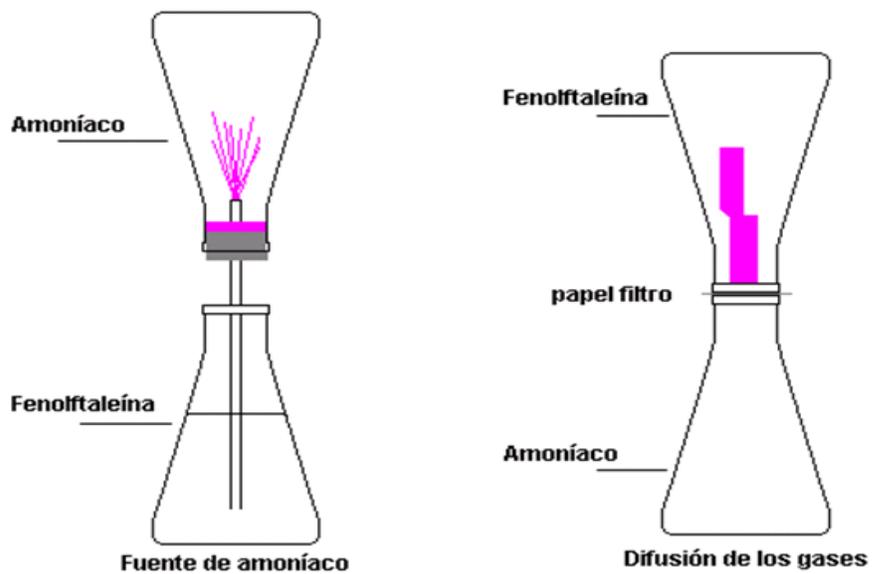
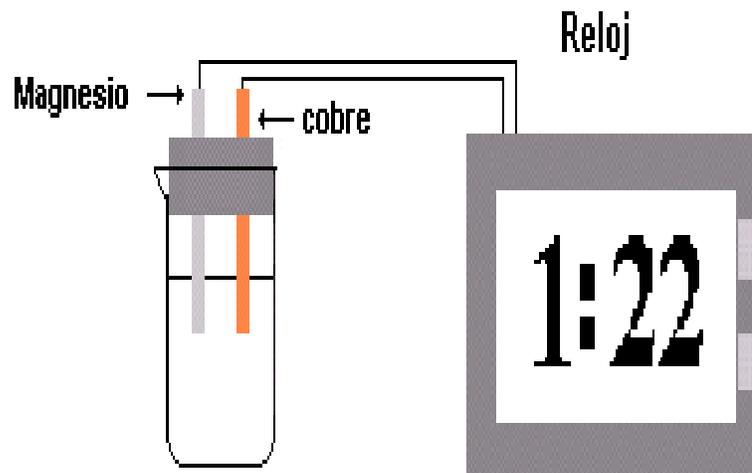
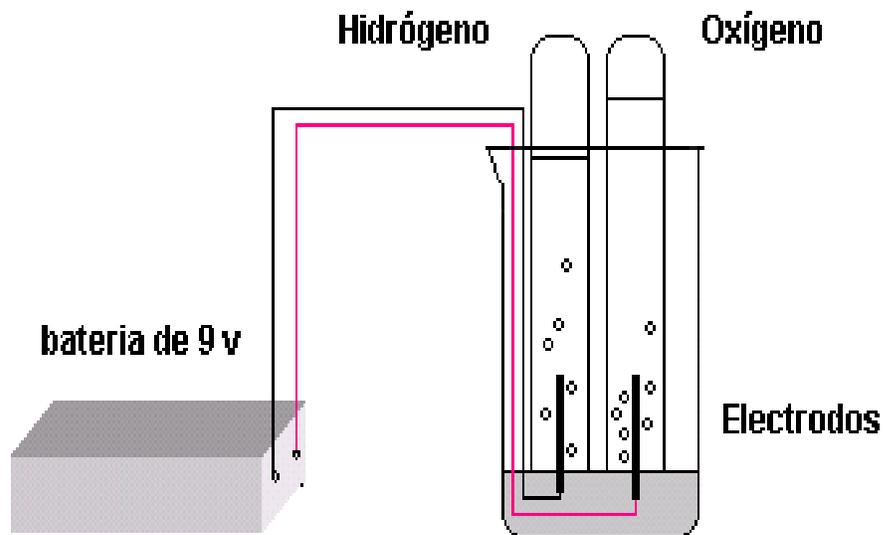


Figura N° 4 muestra como se libera el amoniaco y como se identifica por medio de la difusión de gases.



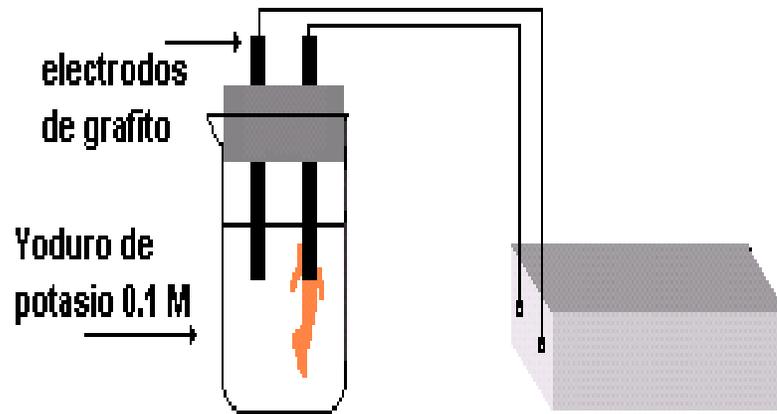
### Fabricación de una batería

Figura N° 5 Elaboración de una batería usando un beaker de 5 mL.



### Electrólisis del agua

Figura N° 6 Electrólisis del agua usando tubos de hemólisis y un beaker de 20mL.



### Electrólisis de una sal en disolución acuosa

Figura N° 7 Electrólisis de una sal en disolución acuosa usando un beaker de 10mL.

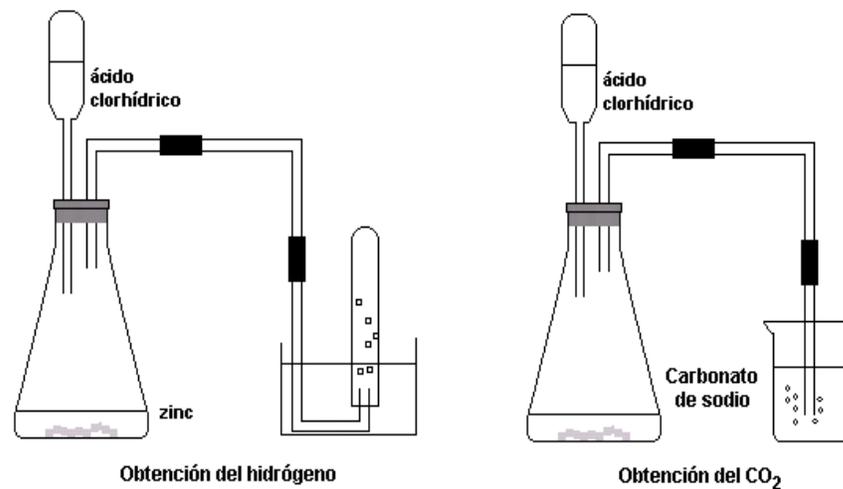


Figura N° 8 Obtención de gases utilizando material a micro escala.

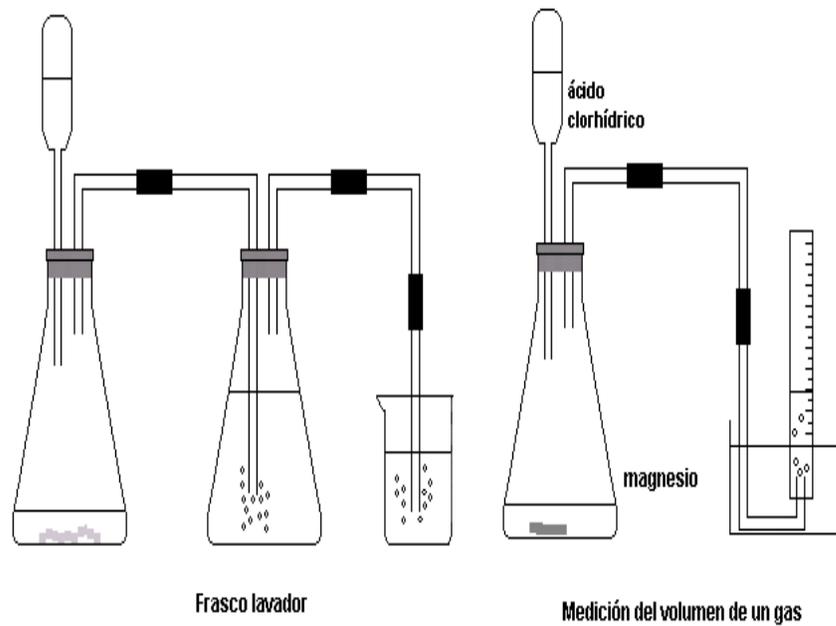


Figura N° 9 Medición del Volumen de un gas utilizando material a micro escala.

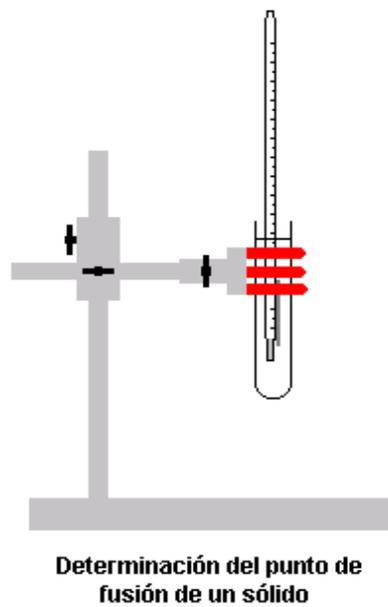


Figura N° 10 determinación del punto de fusión de un sólido a micro escala.

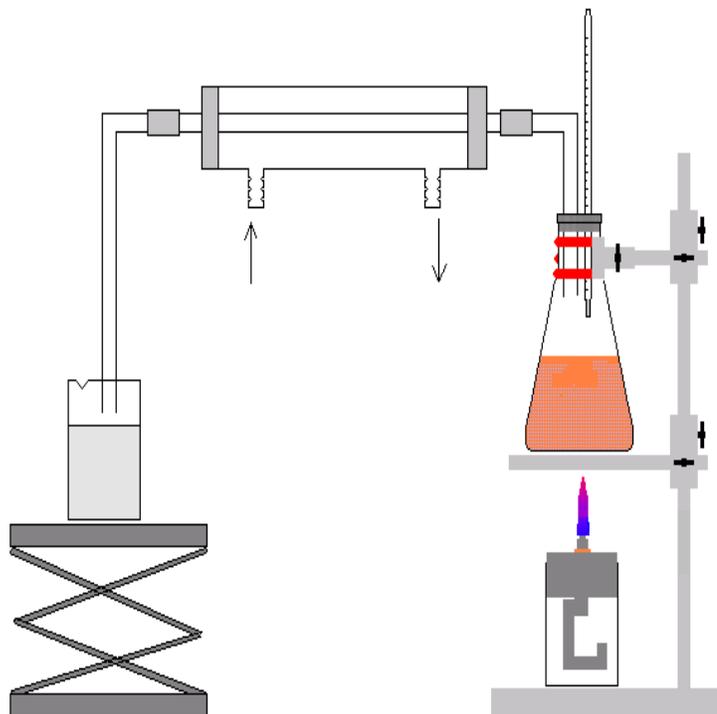


Figura N° 11 Destilación simple con material a micro escala.

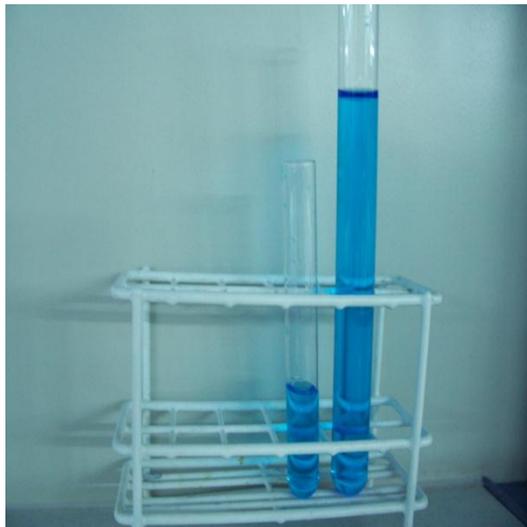


Figura N° 12 Muestra la diferencia entre los volúmenes de reactivos utilizados a macro y micro escala.

## ANEXO No 4

### EJEMPLO DE UNA ETIQUETA PARA REACTIVOS QUÍMICOS.

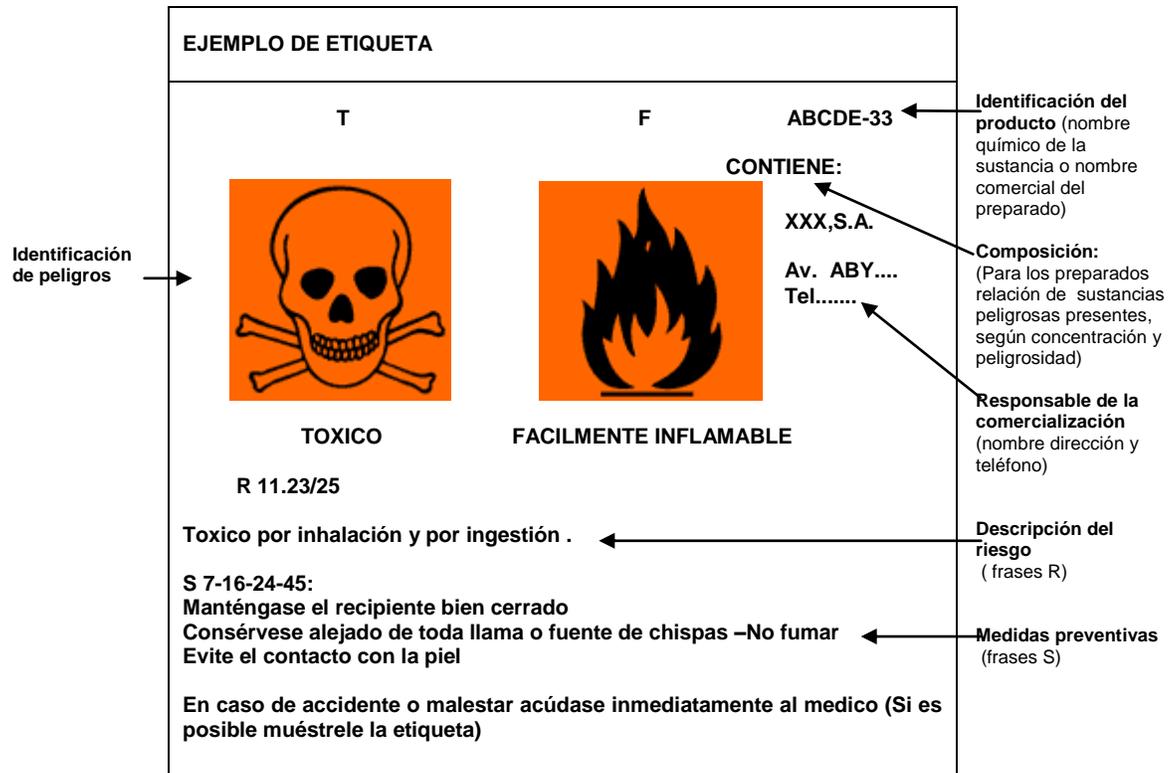


Figura N° 13 Datos que debe tener una etiqueta para reactivos químicos.

## ANEXO No 5

### VIAS DE ENTRADA AL ORGANISMO DE SUSTANCIAS TOXICAS

VIAS DE ENTRADA AL ORGANISMO		
<b>VÍA RESPIRATORIA</b> A través de la nariz y la boca, los pulmones, etc.		Es la vía de penetración de sustancias tóxicas más importantes en el medio ambiente de trabajo, ya que con el aire que respiramos pueden penetrar en nuestro organismo polvos, humos, aerosoles, gases, etc.
<b>VÍA DIGESTIVA</b> A través de la boca, estómago, intestinos, etc.		Es la vía de penetración a través de la boca, el esófago, el estómago y los intestinos. También hemos de considerar la posible ingestión de contaminantes disueltos en mucosidades del sistema respiratorio.
<b>VÍA PARENTERAL</b> A través de las heridas, llagas, etc.		Es la vía de penetración del contaminante en el cuerpo a través de llagas, heridas, etc.
<b>VÍA DÉRMICA</b> A través de la piel		Es la vía de penetración de muchas sustancias que son capaces de atravesar la piel, sin causar erosiones o alteraciones notables, e incorporarse a la sangre, para posteriormente ser distribuidas por todo el cuerpo.

Figura N°14 muestra las vías de penetración al organismo de sustancias tóxicas.

## ANEXO No 6

### ETIQUETA PARA DESECHOS QUIMICOS

 <p><b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b></p> <p><b>ETIQUETA PARA DESECHOS QUIMICOS</b></p>	<p>IDENTIFICACIÓN DE LOS DESECHOS QUIMICOS</p> <p>COMIENZO DE ACUMULACIÓN</p> <p>DIA _____ MES _____ AÑO _____</p> <p>FINALIZACIÓN DE ACUMULACIÓN</p> <p>DIA _____ MES _____ AÑO _____</p> <p>LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS DEBE HACERSE EN _____</p>																															
DESCRIBA EL PROCESO QUIMICO QUE ORIGINÓ ESTE DESECHO.	NOMBRE DE LA SUSTANCIA	CONC APROX. % EN MASA O VOLUMEN (ESPECIFIQUE)																														
<p>¿HAY AGENTES POTENCIALMENTE INFECCIOSOS? SI*__NO__</p> <p><i>*ESCRIBA BIOPELIGROSO</i> _____</p> <p>¿CONTIENE ALGÚN DESINFECTANTE? SI__NO__ CUAL? _____</p> <p>¿HAY SUSTANCIAS RADIOACTIVAS? SI*__NO__</p> <p><i>*ESCRIBA RADIOACTIVO</i> _____</p>																																
<p><b>PERSONA QUE SE DEBE CONTACTAR REFERENTE A LA INFORMACIÓN QUE APARECE EN ESTA ETIQUETA.</b></p>																																
<p>FACULTAD DE : _____</p> <p>TELÉFONO _____</p> <p>SOY RESPONSABLE DEL LLENADO DE ESTE RECIPIENTE. LA INFORMACIÓN CONTENIDA ES LO MAS COMPLETA POSIBLE.</p> <p>_____ NOMBRE</p> <p>_____ FIRMA</p>	<p style="text-align: center;"><b>SEÑALAR PROPIEDADES FISICOQUIMICAS O TOXICOLÓGICAS DEL DESECHO.</b></p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>E</td> <td>O</td> <td>F+</td> <td>F</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EXPLOIVO</td> <td>COMBURENTE</td> <td>EXTREMADAMENTE INFLAMABLE</td> <td>FLUJANTE INFLAMABLE</td> <td>MUY TOXICO</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>X<sub>n</sub></td> <td>C</td> <td>X<sub>n</sub></td> <td>N</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOXICO</td> <td>IRRITANTE</td> <td>CORROSIVO</td> <td>IRRITANTE</td> <td>PELIGROSO PARA EL MEDIO AMBIENTE</td> </tr> </table>		E	O	F+	F	T+						EXPLOIVO	COMBURENTE	EXTREMADAMENTE INFLAMABLE	FLUJANTE INFLAMABLE	MUY TOXICO	T	X <sub>n</sub>	C	X <sub>n</sub>	N						TOXICO	IRRITANTE	CORROSIVO	IRRITANTE	PELIGROSO PARA EL MEDIO AMBIENTE
E	O	F+	F	T+																												
																																
EXPLOIVO	COMBURENTE	EXTREMADAMENTE INFLAMABLE	FLUJANTE INFLAMABLE	MUY TOXICO																												
T	X <sub>n</sub>	C	X <sub>n</sub>	N																												
																																
TOXICO	IRRITANTE	CORROSIVO	IRRITANTE	PELIGROSO PARA EL MEDIO AMBIENTE																												

Figura N° 15 se presenta un modelo de etiqueta para desechos químicos.

**ANEXO No 7**

**SIMBOLOS PARA IDENTIFICAR LAS PROPIEDADES**

**FISICOQUIMICAS Y TOXICOLOGICAS DE LOS REACTIVOS**

**QUIMICOS**

**SIMBOLOS PARA IDENTIFICAR LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y  
TOXICOLOGICAS DE LOS REACTIVOS QUIMICOS**

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS			
SIMBOLO DE PELIGRO			DEFINICION
	E	Explosivo	Las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos, o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno atmosférico, puedan, reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explosionan.
	F	Fácilmente Inflamable	Las sustancias y preparados que: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, o</li> <li>2. Los sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente, o</li> <li>3. Los líquidos cuyo punto de ignición sea muy bajo, o</li> <li>4. Que, en contacto con el agua o con el aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.</li> </ol>
	F+	Extremadamente Inflamable	Las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de ignición extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables en contacto con el aire.

	O	Comburente	Las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica.	
R10	Inflamables		Las sustancias y preparados líquidos cuyo punto de ignición sea bajo	
<b>PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS</b>				
<b>SÍMBOLOS DE PELIGRO</b>			<b>DEFINICIÓN</b>	
	T	Tóxico	Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.	
	T+	Muy Tóxico	Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.	
	Xn	Nocivo	Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.	
	Xi	Irritante	Las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.	
	C	Corrosivo	Las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.	
	Xn Nocivo R42	Sensibilizante	A través de la vía respiratoria	Las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos
	Xi Irritante R43		A través de la vía dérmica	

EFECTOS ESPECIFICOS PARA LA SALUD			
SÍMBOLOS DE PELIGRO			DEFINICIÓN
T			
	CATEGORÍA 1 y 2	R45	<b>Carcinogénicos</b>  Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia
Tóxico	CATEGORÍA 3	R40*	
Xn			
			
Nocivo			
T			
	CATEGORÍA 1 y 2	R45	<b>Mutagénicos</b>  Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia.
Tóxico	CATEGORÍA 3	R40*	
Xn			
			
Nocivo			
T			
	CATEGORÍA 1 y 2	R60 R61	<b>Tóxicos para la reproducción</b>  Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora
TOXICO	CATEGORÍA 3	R62 R63	
Xn			
			
Nocivo			

EFECTOS ESPECÍFICOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE			
N			
			
<p>Peligroso para el medio ambiente*</p>	<p>R52 y R52/53 Organismos acuáticos R59 Capa de Ozono</p>	<p><b>Peligrosos para el medio ambiente</b></p>	<p>Las sustancias o preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.</p>

**ANEXO No 8**

**FRASES R**

## Frases R

### FRASES R: RIESGOS ESPECÍFICOS ATRIBUIDOS A LAS SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS

#### Propiedades fisicoquímicas<sup>a)</sup>

- R1 Explosivo en estado seco.
- R2 Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3 Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4 Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5 Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- R6 Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
- R7 Puede provocar incendios.
- R8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R9 Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10 Inflamable.
- R11 Fácilmente inflamable.
- R12 Extremadamente inflamable.
- R14 Reacciona violentamente con el agua.
- R15 Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.

R16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.

R17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.

R18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.

R19 Puede formar peróxidos explosivos.

R44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.

**Propiedades toxicológicas<sup>b)</sup>**

R20 Nocivo por inhalación.

R21 Nocivo en contacto con la piel.

R22 Nocivo por ingestión.

R23 Tóxico por inhalación.

R24 Tóxico en contacto con la piel.

R25 Tóxico por ingestión.

R26 Muy tóxico por inhalación.

R27 Muy tóxico en contacto con la piel.

R28 Muy tóxico por ingestión.

R29 En contacto con agua libera gases tóxicos.

R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo.

R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.

R33 Peligro de efectos acumulativos.

R34 Provoca quemaduras.

R35 Provoca quemaduras graves.

R36 Irrita los ojos.

R37 Irrita las vías respiratorias.

R38 Irrita la piel.

R39 Peligro de efectos irreversibles muy graves.

R40 Posibilidad de efectos irreversibles

R41 Riesgo de lesiones oculares graves.

R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación.

R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

**Efectos específicos sobre la salud**

R45 Puede causar cáncer.

R46 Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.

R48 Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.

R49 Puede causar cáncer por inhalación.

R60 Puede perjudicar la fertilidad.

R61 Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

R62 Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.

R63 Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

R64 Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

**Efectos sobre el medio ambiente<sup>c)</sup>**

R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos.

R51 Tóxico para los organismos acuáticos.

R52 Nocivo para los organismos acuáticos.

R53 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R54 Tóxico para la flora.

R55 Tóxico para la fauna.

R56 Tóxico para los organismos del suelo.

R57 Tóxico para las abejas.

R58 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.

R59 Peligroso para la capa de ozono

**NOTA:** Existe la posibilidad de utilizar las siguientes combinaciones de frases R

a) R14/15, R15/29

b) R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22,  
R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25,  
R26/27,

R26/28, R26/27/28, R27/28, R36/37,  
R36/38, R36/37/38, R37/38, R39/23,  
R39/24, R39/25,

R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25,  
R39/23/24/25, R39/26, R39/27, R39/28,  
R39/26/27,

R39/26/28, R39/27/29, R39/26/27/28,  
R40/20, R40/21, R40/22, R40/20/21,  
R40/20/22,

R40/21/22, R40/20/21/22, R42/43,  
R68/20, R48/21, R48/22, R48/20/21,  
R48/20/22,

R48/21/22, R48/20/21/22, R48/23,  
R68/24, R48/25, R48/23/24, R48/26/25,  
R68/24/25,

R68/23/24/25

c) R50/53, R51/53,  
R52/53

**ANEXO No 9**

**FRASES S**

## FRASES S

### FRASES S: CONSEJOS DE PRUDENCIA RELATIVOS A LAS SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS

#### Almacenamiento y manipulación <sup>a)</sup>

S1 Consérvese bajo llave.

S2 Manténgase fuera del alcance de los niños.

S3 Consérvese en lugar fresco.

S6 Manténgase lejos de locales habitados.

S5 Consérvese en... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).

S6 Consérvese en... (gas inerte a especificar por el fabricante).

S7 Manténgase el recipiente bien cerrado.

S8 Manténgase el recipiente en lugar seco.

S9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.

S12 No cerrar el recipiente herméticamente.

S13 Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.

S14 Consérvese lejos de... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).

S15 Conservar alejado del calor.

S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de Chispas - No fumar.

S17 Manténgase lejos de materiales combustibles.

S18 Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.

S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.

S47 Consérvese a una temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).

S48 Consérvese húmedo con... (medio apropiado a especificar por el fabricante).

S49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen.

S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.

S52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.

**Higiene personal** <sup>b)</sup>

S20 No comer ni beber durante su utilización.

S21 No fumar durante su utilización.

S22 No respirar el polvo.

S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].

S24 Evítese el contacto con la piel.

S25 Evítese el contacto con los ojos Incidente/Accidente

S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.

S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).

S41 En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos.

S42 Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado. [Denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].

S43 En caso de incendio, utilizar ... (los medios de extinción lo debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: «No usar nunca agua»).

S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).

S46 En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.

S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta.

### **Vertidos y residuos** <sup>c)</sup>

S29 No tirar los residuos por el desagüe.

S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.

S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese... (a especificar por el fabricante).

S57 Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

S59 Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.

S60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.

S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

**Equipos de protección personal (EPI) <sup>d)</sup>**

S36 Úsese indumentaria protectora adecuada.

S37 Úsense guantes adecuados.

S38 En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.

S39 Úsese protección para los ojos/la cara.

S42 Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado. [Denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].

S53 Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.

**Reactividad/Incompatibilidades**

S30 No echar jamás agua a este producto.

S50 No mezclar con... (a especificar por el fabricante).

**NOTA:** Existe la posibilidad de utilizar las siguientes combinaciones de frases S.

<sup>a)</sup> S1/2, S3/7, S3/9/14, S3/9/14/49, S3/9/49, S3/14, S7/8, S7/9, S7/47, S47/49.

<sup>b)</sup> S20/21, S24/25.

<sup>c)</sup> S29/56.

<sup>d)</sup> S36

**ANEXO No 10**

**NORMA SALVADOREÑA CONACYT AGUA. AGUAS RESIDUALES  
DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR.**

**NORMA  
SALVADOREÑA  
CONACYT**

**NSO 13.07.03:02**

---

**AGUA.**

**AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR.**

---

**CORRESPONDENCIA : Esta norma es una adaptación de la propuesta de Norma de Aguas Residuales Descargadas a un cuerpo Receptor. Ministerio de Salud, El Salvador. Octubre de 1996.**

**ICS 13.060**

**NSO 13.07.03:02**

---

**Editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, Colonia Medica, avenida Dr. Emilio Álvarez, Pasaje Dr. Guillermo Rodríguez Pacas, # 51, San Salvador, El Salvador, Centro América. Teléfonos: 2226-2800, 2225-6222; Fax. 2225-6255; e-mail: [info@ns.conacyt.gob.sv](mailto:info@ns.conacyt.gob.sv)**

---

**Derechos Reservados.**

**Primera Revisión**

TABLA 1. Parámetros sobre Valores Permisibles para Aguas Residuales Descargadas a un cuerpo receptor.

Parámetros	Valores máximos permisibles	
Aluminio (Al)	mg/mL	5.00
Arsénico(As)	mg/mL	0.10
Bario total (Ba)	mg/mL	5.00
Berilio (Be)	mg/mL	0.50
Boro(B)	mg/mL	1.50
Cadmio(Cd)	mg/mL	0.10
Cianuro total(CN <sup>-</sup> )	mg/mL	0.50
Cinc(Zn)	mg/mL	5.00
Cobalto (Co)	mg/mL	0.05
Cobre (Cu)	mg/mL	1.00
Coniformes fecales	NMP	2000.00
Coniformes totales	NMP	10000.00
Color		<sup>1)</sup>
Compuestos fenolitos sintéticos	mg/mL	0.50
Cromo hexavalente (Cr <sup>+6</sup> )	mg/mL	0.10
Cromo total (Cr)	mg/mL	1.00
Detergentes (SAAM)	mg/mL	10.00
Fluoruros (F <sup>-</sup> )	mg/mL	5.00
Fósforo total (P)	mg/mL	15.00
Organofluorina	mg/mL	0.10
Fosfatina	mg/mL	0.10
Benzimidazol	mg/mL	0.10
Piretroides	mg/mL	0.10
Bipiridilos	mg/mL	0.10
Fenoxi	mg/mL	0.10
Triazina	mg/mL	0.10
Fosfonico	mg/mL	0.10
Hierro total (Fe)	mg/mL	10.00
Litio (Li)	mg/mL	2.00
Manganeso toral (Mn)	mg/mL	2.00
Materiales flotantes	mg/mL	Ausente
Mercurio (Hg)	mg/mL	0.01
Molibdeno (Mo)	mg/mL	0.10
Níquel (Ni)	mg/mL	0.20
Nitrógeno total (N)	mg/mL	50.00
Organoclorados	mg/mL	0.05
Organofosforados y carbamatos	mg/mL	0.10
pH	Unidades	5.5-9.0 <sup>2)</sup>
Plata (Ag)	mg/mL	0.20
Plomo (Pb)	mg/mL	0.20
Selenio (Se)	mg/mL	0.05

Sulfatos ( $\text{SO}_4^{-2}$ )	mg/mL	1000.00
Sustancias radioactivas	-	0.00
Temperatura	°C	20-35°C <sup>3)</sup>
Turbidez (Turbiedad)	NTU	<sup>4)</sup>
Vanadio (V)	mg/L	1.00

- 1) El efluente líquido no deberá incrementar color visible al cuerpo receptor.
- 2) El valor de pH 5.5-9.0 aplica para descargas en aguas limnicas; definiéndose un valor de pH entre 6.0-9.5 para vertidos en aguas costero marinas.
- 3) En todo caso la temperatura del agua de descarga al cuerpo receptor no podrá alterar  $\pm 5^\circ \text{C}$ , con respecto a la temperatura natural del cuerpo hídrico receptor.
- 4) No se incrementara en 5 Unidades la turbidez del cuerpo receptor.

NMP: Numero mas probable

NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez.

**ANEXO No 11**  
**CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO PARA REACTIVOS**  
**QUÍMICOS**

## CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO PARA REACTIVOS QUÍMICOS <sup>(13)</sup>

NOMBRE DEL REACTIVO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO
HIDROXIDO DE SODIO	El hidróxido de sodio debe ser almacenado en un lugar seco, protegido de la humedad, agua, daño físico y alejado de ácidos, metales, disolventes clorados, explosivos, peróxidos orgánicos y materiales que puedan arder fácilmente.
ACIDO CLORHIDRICO	Debe almacenarse en lugares secos, bien ventilados, alejados de materiales oxidantes y protegidos de daños físicos.
ACETONA.	Mantenga en un lugar bien ventilado, protegido de golpes, fuentes de ignición y de la luz directa del sol y alejados de materiales oxidantes, ácidos minerales y cloroformo. Tome las precauciones necesarias para evitar descargas estáticas. Recordar que los vapores son mas pesados que el aire, por lo que puede acumularse y viajar hacia fuentes de ignición y regresar, generando fuego en las zonas de almacenamiento.
BENCENO	Mantenerlo en recipientes bien cerrados en lugares frescos, bien ventilados y alejado de cualquier punto de ignición. Para almacenar pequeñas cantidades pueden utilizarse recipientes de vidrio. Si las cantidades por almacenar son apreciables, entonces deben utilizarse recipientes metálicos, generalmente de hierro o acero, ya que los de cobre y aluminio se corroen por las impurezas que puede contener el benceno comercial. Estos recipientes deben estar conectados a tierra para evitar descargas estáticas.
ACIDO NITRICO	Almacenar en lugares fríos, secos y bien ventilados. Manténgase alejado de álcalis, metales, productos orgánicos, material oxidable y, en general, de los productos mencionados en las Propiedades Químicas. El ácido nítrico en todas sus concentraciones debe ser almacenado en tambos y tanques de acero inoxidable, pero si la concentración es mayor de 80 % puede hacerse en recipientes de aluminio. Para cantidades pequeñas pueden utilizarse recipientes de vidrio protegidos con latas metálicas y empacadas en cajas o barriles de madera.

CLOROFORMO	Los recipientes que contienen este producto deben ser almacenados en lugares alejados de la luz directa del sol, ya que se descompone lentamente a productos como el fosgeno.
ACETATO DE ETILO	Debe ser almacenado alejado de fuentes de ignición y de la luz directa del sol, en un área bien ventilada. Cantidades grandes de este producto, deben almacenarse en tanques metálicos conectados a tierra.
METANOL	El metanol debe almacenarse en recipientes de acero al carbón, rodeado de un dique y con sistema de extinguidores de fuego a base de polvo químico seco o dióxido de carbono, cuando se trata de cantidades grandes. En el caso de cantidades pequeñas, puede manejarse en recipientes de vidrio. En todos los casos debe mantenerse alejado de fuentes de ignición y protegido de la luz directa del sol.
SODIO	Debe almacenarse alejado de fuentes de agua, protegido de altas temperaturas y de daños físicos. Los recipientes que los contengan deben estar bajo atmósfera de nitrógeno o con querosina, nunca en disolventes halogenados.
ETER ETILICO	Mantener los recipientes que lo contienen en un lugar bien ventilado sobre todo cerca del piso, alejado de fuentes de ignición, luz solar directa, material combustible y agentes oxidantes y conectados a tierra para evitar descargas estáticas. Los recipientes que contengan pequeñas cantidades de éter no deben almacenarse por mas de 3 meses para evitar la generación de peróxidos en concentraciones peligrosas.
ETANOL	Cantidades grandes de este producto deben ser almacenadas en tanques metálicos especiales para líquidos inflamables y conectados a tierra. En pequeñas cantidades pueden ser almacenados en recipientes de vidrio. En el lugar de almacenamiento debe haber buena ventilación para evitar la acumulación de concentraciones tóxicas de vapores de este producto y los recipientes deben estar protegidos de la luz directa del sol y alejados de fuentes de ignición.

HEXANO	Debe almacenarse alejado de cualquier fuente de ignición y de materiales oxidantes, en lugares bien ventilados y de la luz directa del sol. Pequeñas cantidades pueden almacenarse en frascos de vidrios, pero para cantidades considerables, debe hacerse en tanques metálicos protegidos de descargas estáticas. Recordar que los vapores son mas pesados que el aire, por lo que pueden acumularse y viajar hacia fuentes de ignición y regresar, generando fuego en las zonas de almacenamiento.
DICROMATO DE POTASIO	Mantener los recipientes bien tapados, alejados de materiales combustibles y protegidos de calor, daño físico y flamas y en lugares secos.
PERMANGANATO DE POTASIO	Debe almacenarse en recipientes bien tapados alejados de ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno, combustibles, compuestos orgánicos en general, materiales oxidables y protegido de daños físicos, en lugares frescos y bien ventilados.
BROMO	Mantenerlo bien tapado, en lugares secos y frescos y alejado de cualquier material combustible u otra sustancia mencionada en las Propiedades químicas. Es conveniente recordar que la corrosividad del bromo aumenta, al aumentar la cantidad de agua, siendo el vidrio el mejor material para almacenarlo, pues resiste tanto al bromo seco, como húmedo. Algunos otros materiales resistentes al bromo son: plomo y níquel resistentes solo al bromo seco; tántalo y niobio, resistentes tanto al producto seco, como con humedad. Algunos polímeros fluorados como el Kynar , Halar y teflón son resistentes , pero permeables al bromo.
TOLUENO	Almacenar en un lugar bien ventilado, libre de fuentes de ignición y alejado de productos químicos con los cuales es incompatible (ver propiedades químicas). Debido a que el tolueno no corroe a los metales, volúmenes grandes puede almacenarse en recipientes de fierro, acero o aluminio conectados a tierra. En el caso de pequeñas cantidades, pueden utilizarse de vidrio.

<p>AMONÍACO</p>	<p>Debe hacerse en lugares frescos y secos, preferentemente alejado de fuentes de ignición y del almacén principal, pues debe estar totalmente aislado de productos químicos como oxígeno, halógenos y ácidos y no debe darle la luz directa del sol. Los cilindros donde se almacena el gas deben encontrarse sujetos a la pared, con el capuchón protector de la válvula y no debe someterse a temperaturas mayores de 52°C. Cerrar la válvula cuando no se use o cuando el tanque esté vacío. Utilizar las conexiones y equipo del material recomendado por el fabricante, pues existen algunos metales y aleaciones que son atacadas por el amoníaco.</p>
<p>SULFURO DE HIDROGENO</p>	<p>Los contenedores de este producto deben ser protegidos de la electricidad estática, luz directa del sol, alejados de fuentes de ignición, de ácido nítrico concentrado, oxidantes fuertes, otros cilindros presurizados y líquidos o gases corrosivos. La temperatura de almacenamiento de los cilindros no debe exceder los 52 °C y el área debe estar bien ventilada</p>
<p>CIANURO DE HIDRÓGENO Y CIANUROS</p>	<p>Para evitar riesgos de explosión debidos a la polimerización del HCN, éste debe almacenarse con un contenido menor al 1% en peso de agua y debe ser inhibido con ácido sulfúrico, fosfórico o acético, en lugares bien ventilados y frescos, de preferencia aparte del resto de reactivos y protegido de los impactos físicos y fuentes de ignición. Los fabricantes recomiendan un máximo de 90 días de almacenamiento de este producto en el caso de cilindros a presión, por lo que siempre debe especificarse el tiempo que puede almacenarse sin riesgo. Aunque generalmente se almacena en cilindros de acero, también puede venderse absorbido en agua o en otros materiales inertes. La aparición de un color amarillo-café, indica el inicio de reacción de polimerización y existe el riesgo de calentamiento y explosión, por lo que debe reacidularse y enfriarse.</p>
<p>CIANURO DE SODIO.</p>	<p>Al almacenarse en forma sólida o en disoluciones, los contenedores deben permanecer bien cerrados, en lugares secos y fríos y protegidos de la corrosión y de los impactos físicos. Debe protegerse de ácidos, concentraciones grandes de CO<sub>2</sub> (para evitar la liberación de HCN) y alejados de mezclas de nitritos, nitratos o peróxidos. Las áreas deben estar bien ventiladas.</p>

MERCURIO Y SALES DE MERCURIO	Nunca deben usarse pisos de madera, no deben existir fisuras, pues en ellas puede quedar mercurio después de un derrame. Los contenedores deben tener un recipiente bajo ellos que sea capaz de retener el producto en caso de que el primero se rompa. Además deben contener una capa de agua, en lugares a prueba de fuego y aislados de acetileno, amoníaco y azidas
HIPOCLORITO DE SODIO	Debe almacenarse en recipientes bien cerrados en lugares secos, fríos y bien ventilados.
PLOMO Y SALES DE PLOMO	Tanto el plomo como sus sales deben almacenarse en recipientes bien cerrados, en lugares secos, bien ventilados, alejados de ácidos, bases y materiales oxidantes o reductores.

**ANEXO No 12**

**MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASO DE FUGA O DERRAMES.**

## MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASO DE FUGA O DERRAMES.

<b>NOMBRE DEL REACTIVO</b>
<p><b>HIDROXIDO DE SODIO</b> En caso de derrame, ventilar el área y colocarse la ropa de protección necesaria como lentes de seguridad, guantes, overoles químicamente resistentes, botas de seguridad. Mezclar el sólido derramado con arena seca, neutralizar con HCl diluido, diluir con agua, decantar y tirar al drenaje. La arena puede desecharse como basura doméstica.</p> <p>Si el derrame es de una disolución, hacer un dique y neutralizar con HCl diluido, agregar gran cantidad de agua y tirar al drenaje.</p>
<p><b>ACIDO CLORHIDRICO</b> En el laboratorio: ventilar el área y protegerse con el equipo de seguridad necesario. Cubrir el derrame con bicarbonato de sodio o una mezcla 50:50 de hidróxido de calcio y cal y mezclar cuidadosamente. Se genera calor por la neutralización, por lo que si el ácido derramado es concentrado, primero debe construirse un dique que lo contenga y diluir con agua en forma de spray para disminuir los vapores generados durante la neutralización. Barrer y asegurarse que los residuos se han neutralizado antes de desechar al drenaje. Esto último se hace con ayuda de agua en abundancia. Si el derrame es mayor, mantenga el material alejado de fuentes de agua y drenajes. Construir diques para contenerlo. Use neblina de agua para bajar los vapores, esta disolución es corrosiva, por lo que debe almacenarse para ser neutralizada antes de verterse al drenaje. Para neutralizar el material derramado, se utiliza cal, carbonato de calcio o cal. El derrame puede contenerse cavando un foso o haciendo un dique con tierra, sacos de arena o espuma de poliuretano. El líquido puede absorberse con cemento en polvo y neutralizarse posteriormente como en el caso ya mencionado.</p>

#### ACETONA.

Utilice el equipo de seguridad mínimo como bata y lentes de seguridad. Dependiendo de la magnitud del derrame, se utilizará equipo de respiración autónoma, botas y guantes de hule natural o neopreno, no utilizar PVC. Evite la presencia de chispas, fuegos y cualquier fuente de ignición cerca del derrame y evacuar el área, si es necesario. Evite que el líquido derramado entre en contacto con suministros de agua y drenajes. Por lo cual, deben construirse diques para contener el derrame. Use agua en forma de rocío para dispersar y diluir los vapores. Este líquido debe almacenarse para tratarlo de manera adecuada posteriormente. El derrame puede absorberse con arena o cualquier otro absorbente y tratarse como en los DESECHOS.

#### BENCENO

Mantenga alejada del lugar cualquier fuente de ignición y evite que el líquido llegue a fuentes de agua o drenajes. Para ello, construir diques con tierra, sacos de arena o espuma de poliuretano. El líquido puede absorberse con cemento, arena o algún absorbente comercial. Bajar los vapores con agua en forma de rocío y almacenarlos en un sitio seguro, para su tratamiento posterior; hacer lo mismo con el sólido con el que se absorbió el derrame. En todos los casos, el material contaminado debe almacenarse en lugares bien ventilados y alejados de puntos de ignición, hasta que sea tratado adecuadamente. Para pequeñas cantidades pueden usarse trozos de papel para absorberlo, evitando el contacto directo de la piel con el líquido derramado. Nunca tirarlo al drenaje pues pueden alcanzarse concentraciones explosivas.

#### ACIDO NITRICO

Ventilar el área y utilizar bata u overol, guantes, equipo de respiración y botas de seguridad, dependiendo de la magnitud del siniestro. Mantener el material alejado de agua, para lo cual construir diques, en caso necesario, con sacos de arena, tierra o espuma de poliuretano.

Para absorber el derrame puede utilizarse mezcla de bicarbonato de sodio-cal sodada o hidróxido de calcio en relación 50:50, mezclando lenta y cuidadosamente, pues se desprende calor. Una vez neutralizado, lavar con agua. Para absorber el líquido también puede usarse arena o cemento, los cuales se deberán neutralizar posteriormente. Rocíar agua para bajar los vapores, el líquido generado en este paso, debe ser almacenado para su tratamiento posterior, pues es corrosivo y tóxico. Tanto el material derramado, el utilizado para absorber, contener y el generado al bajar vapores, debe ser neutralizado con cal, cal sodada o hidróxido de calcio, antes de desecharlos.

#### CLOROFORMO

Utilizar bata, lentes de seguridad y guantes o el equipo de seguridad que sea necesario, dependiendo de la magnitud del siniestro. Mantenga el material alejado de fuentes de agua y drenajes. Construir diques para almacenar el líquido, en caso necesario. Para ello puede utilizarse tierra, sacos de arena o espuma de poliuretano. El líquido derramado puede absorberse con cemento y para inmovilizar el derrame, se utilizan agentes gelantes universales. Para almacenar el agua de desecho, utilizar recipientes especializados o excavar un foso y absorber con sacos de arena o succionadores. Para el agua contaminada puede utilizarse carbón activado, en regiones de 10 ppm o mas, aplicarlo, en una proporción 10:1 carbón activado/derrame.

#### ACETATO DE ETILO

Debe utilizarse bata y lentes de seguridad y dependiendo de la magnitud del derrame se procederá a evacuar la zona y utilizar equipo de respiración autónoma, botas y guantes de hule. Mantener alejados del derrame flamas o cualquier fuente de ignición. Evitar que el líquido derramado tenga contacto con fuente de agua y drenajes para evitar explosiones. Para ello, construir diques con tierra o bolsas de arena. Los vapores generados se dispersan con agua, la cual debe ser almacenada para tratarla posteriormente, de manera adecuada. El

líquido se absorbe con arena, tierra o cemento en polvo y el sólido se almacena en lugares seguros para su tratamiento posterior. Pequeñas cantidades pueden absorberse con papel y evaporarlas en una campana de extracción.

#### **METANOL**

Utilizar el equipo de seguridad mínimo (bata, lentes de seguridad y guantes) y, dependiendo de la magnitud del siniestro, utilizar equipo de protección completa y de respiración autónoma. Alejar cualquier fuente de ignición del derrame y evitar que llegue a fuentes de agua y drenajes. Para ello construir diques con tierra, bolsas de arena o espuma de poliuretano, o bien, construir una fosa Para bajar los vapores generados, utilice agua en forma de rocío y almacene el líquido. Si el derrame es al agua, airear y evitar el movimiento del agua mediante barreras naturales o bombas para controlar derrames y succionar el material contaminado. El material utilizado para absorber puede quemarse. El material utilizado para absorber el derrame y el agua contaminada debe de almacenarse en lugares seguros y desecharlo posteriormente de manera adecuada. En el caso de derrames pequeños, el líquido puede absorberse con papel y llevarse a un área segura para su incineración o evaporación, después lavar el área con agua.

#### **SODIO**

Utilizar el equipo de seguridad mínimo (bata, lentes de seguridad y guantes) y, dependiendo de la magnitud del siniestro, utilizar equipo de protección completa y de respiración autónoma. Alejar cualquier fuente de ignición del derrame y evitar que llegue a fuentes de agua y drenajes. Para ello construir diques con tierra, bolsas de arena o espuma de poliuretano, o bien, construir una fosa Para bajar los vapores generados, utilice agua en forma de rocío y almacene el líquido.

Si el derrame es al agua, airear y evitar el movimiento del agua mediante barreras naturales o bombas para controlar derrames y succionar el material contaminado. El material utilizado

para absorber puede quemarse. El material utilizado para absorber el derrame y el agua contaminada debe de almacenarse en lugares seguros y desecharlo posteriormente de manera adecuada. En el caso de derrames pequeños, el líquido puede absorberse con papel y llevarse a un área segura para su incineración o evaporación, después lavar el área con agua.

#### ETER ETILICO

Utilizar bata, lentes de seguridad y, dependiendo de la magnitud del derrame, deberá usarse equipo de respiración autónoma y el equipo de seguridad que sea necesario. También de esto último dependerá si es necesario evacuar el área. Alejar fuentes de ignición y evitar que el producto derramado llegue a drenajes o cualquier otra fuente de agua. Para ello construir diques utilizando sacos de arena o tierra. Este material puede servir para absorber el líquido derramado. Usar agua en forma de rocío para bajar los vapores generados. Todo el material utilizado para contener, absorber y bajar vapores, debe almacenarse en lugares seguros para tratarlo de manera adecuada posteriormente. No olvidar que el éter es altamente inflamable. En caso de derrames pequeños pueden absorberse con papel o arena y llevarse a lugares bien ventilados y alejados de fuentes de ignición para su evaporación

#### ETANOL

Evitar respirar los vapores y permanecer en contra del viento. Usar guantes, bata, lentes de seguridad, botas y cualquier otro equipo de seguridad necesario, dependiendo de la magnitud del siniestro. Mantener alejadas del área, flamas o cualquier otra fuente de ignición. Evitar que el derrame llegue a fuentes de agua o drenajes. Para lo cual, deben construirse diques para contenerlo, si es necesario. Absorber el líquido con arena o vermiculita y trasladar a una zona segura para su incineración posterior. Usar rocío de agua para dispersar el vapor y almacenar esta agua contaminada en recipientes adecuados, para ser tratada de

manera adecuada, posteriormente. En el caso de derrames pequeños, el etanol puede absorberse con papel, trasladarlo a un lugar seguro y dejarlo evaporar o quemarlo. Lavar el área contaminada con agua.

#### HEXANO

Debe utilizarse bata, lentes de seguridad, guantes y dependiendo de la magnitud del derrame se procederá a evacuar la zona y utilizar equipo de respiración autónoma y botas. Mantener alejados del derrame flamas o cualquier fuente de ignición. Evitar que el líquido derramado tenga contacto con fuente de agua y drenajes para evitar explosiones. Para ello, construir diques con tierra, cemento en polvo o bolsas de arena, con lo cual también se absorberá el líquido. Los vapores generados se dispersan con agua. Tanto el agua contaminada como los sólidos utilizados para absorber el derrame deben almacenarse en lugares seguros para su tratamiento posterior. Pequeñas cantidades pueden absorberse con papel y evaporarlas en una campana de extracción, nunca deben tirarse al drenaje pues pueden alcanzar concentraciones explosivas.

#### DICROMATO DE POTASIO

Utilizar el equipo de seguridad necesario como bata, lentes de seguridad y guantes químicamente resistentes Mantenga el material alejado de drenajes y fuentes de agua mediante diques, los cuales pueden construirse con arena. Si el producto derramado es sólido, cubrirlo para evitar que se moje. Almacenar el material derramado sólido o líquido, absorbido en arena, en lugares seguros para ser tratados posteriormente de manera adecuada.

#### PERMANGANATO DE POTASIO

Utilizar el equipo de seguridad mínimo como bata, lentes de seguridad y guantes y, dependiendo de la magnitud del derrame, será necesario la evacuación del área y la utilización de equipo de respiración autónoma. Alejar del derrame cualquier fuente de ignición

y mantenerlo alejado de drenajes y fuentes de agua. Construir un dique para contener el material líquido y absorberlo con arena. Si el material derramado es sólido, cubrirlo para evitar que se moje. Almacenar la arena contaminada o el sólido derramado en áreas seguras para su posterior tratamiento (Ver método de tratamiento para desechos).

#### **BROMO**

Es necesario utilizar el equipo de seguridad mínimo como bata lentes de seguridad y guantes, dependiendo de la magnitud del derrame, será necesario el uso de equipo de respiración autónoma y traje que cubra todo el cuerpo. Mantener el material derramado alejado de fuentes de agua y drenajes, para lo cual deben construirse diques, si es necesario. Usar agua en forma de rocío para bajar los vapores y almacenarla para su posterior tratamiento. Para absorber el derrame, utilizar una mezcla de carbonato e hidróxido de sodio o arena y tratar, tanto el polvo utilizado para el derrame como el agua contaminada, como se indica en el tratamiento para desechos.

#### **TOLUENO**

Usar bata y lentes de seguridad. Dependiendo de la magnitud del derrame será necesario el uso de otro equipo de seguridad como botas y equipo de respiración autónoma, además del ya mencionado arriba. Mantener cualquier punto de ignición alejado del derrame o fuga y evitar que llegue a fuentes de agua o drenajes. Si el derrame es grande deben construirse diques para contenerlo utilizando tierra, sacos con arena o espuma de poliuretano. Usar agua en forma de rocío para bajar los vapores generados, almacenándola en un lugar seguro para su tratamiento posterior. El líquido derramado se puede absorber con cemento en polvo, arena o algún absorbente comercial, aplicando algún agente gelante para inmovilizarlo.

Si el derrame es en el agua, utilice barreras naturales o bombas especiales para controlar derrames y evitar que el derrame se extienda. Usar agentes surfactantes activos, como detergentes, jabones o alcoholes. También, utilizar agentes gelantes para rodear con un

círculo sólido el derrame e incrementar la eficiencia de las bombas. Si se disuelve con una concentración mayor de 10 ppm, se usa carbón activado en una proporción 10 veces mayor a la cantidad derramada. Posteriormente, succionar el material y utilizar palas mecánicas para eliminar los sólidos contaminantes. En todos los casos, el material contaminado debe almacenarse en lugares bien ventilados y alejados de puntos de ignición, hasta que sea tratado adecuadamente. Para derrames pequeños, puede absorberse con papel.

#### AMONÍACO

Utilizar el equipo de seguridad mínimo como son lentes de seguridad, guantes y bata y, dependiendo de la magnitud del derrame, deberá utilizarse también equipo de respiración especial y botas . Mantener el material derramado alejado de fuentes de agua y drenajes. Para ello, construir diques con tierra, sacos con arena o espuma de poliuretano. El líquido se absorbe con algún producto comercial para contener derrames. Si el derrame es en el agua, neutralizar con ácido diluido. Si la concentración es de 10 ppm o mayor, se puede agregar 10 veces la cantidad derramada de carbón activado. Después, sacar los residuos sólidos. Los vapores generados deben diluirse con agua en forma de rocío y almacenar estos residuos corrosivos y tóxicos, al igual que los sólidos contaminados, en áreas seguras para su posterior neutralización con ácido acético (vinagre) o disoluciones diluidas de ácido clorhídrico.

#### SULFURO DE HIDROGENO

Mantener alejadas del área cualquier fuente de ignición. Evitar que el material llegue a drenajes o fuentes de agua. Usar agua en forma de rocío para bajar los vapores y almacenarla en lugares especiales pues esta disolución es tóxica y corrosiva. Si el derrame es de disoluciones, contenerlo y absorberlo con productos comerciales hechos para ello, para posteriormente neutralizarlo con óxido o carbonato de calcio o bicarbonato de sodio.

#### CIANURO DE HIDRÓGENO Y CIANUROS

Evacuar el área inmediatamente, evitar cualquier punto de ignición y que el derrame llegue a fuentes de agua y drenajes. Recordar que el HCN es inflamable y sumamente tóxico, por lo que el personal encargado de hacerlo debe portar el equipo de seguridad adecuado como bata, guantes, lentes de seguridad, botas y equipo de respiración autónoma. Si la fuga es grande, debe portarse equipo de protección que cubra todo el cuerpo. Contener el derrame construyendo diques con arena y absorberlo con hipoclorito de calcio. Utilizar agua en forma de rocío para bajar los vapores generados sin mojar el producto en sí. Almacenar el material utilizado para contener el derrame y el agua contaminada en lugares adecuados para su posterior tratamiento.

#### CIANURO DE SODIO.

Debe evitarse que el material se moje, entre en contacto con ácidos, se levante polvo al recogerlo, todo contacto directo y que llegue a drenajes y fuentes de agua. El material derramado debe ser almacenado adecuadamente para su posterior tratamiento.

#### MERCURIO Y SALES DE MERCURIO

Debe utilizarse el equipo de seguridad adecuado como bata, guantes, lentes de seguridad y cubierta de zapatos. En caso de que la cantidad derramada sea grande, deberán usarse respirador y detectores de vapores de mercurio. En el caso de derrames de mercurio metálico, lo importante es evitar que el mercurio derramado se evapore. Para ello existen dos formas de tratarlo: convertirlo en compuestos insolubles en agua y amalgamándolo. En el primer caso, lo más común es convertirlo a sulfuro de mercurio, espolvoreando azufre sobre el metal derramado. En el caso de la amalgamación, se mezcla con polvo de metales los cuales se mencionan más adelante o bien, los productos comerciales disponibles para este efecto. De manera general, debe mantenerse el material derramado, alejado de fuentes de agua y drenajes, para lo cual construir diques que lo contenga. Debe ventilarse el área y

evacuarla. En el caso de derrames pequeños existen diferentes métodos para recoger el material:

a) El metal se puede recoger al mezclarlo con cinc metálico en polvo o granulado, el cual se rocía con una disolución diluida de ácido sulfúrico formando una pasta. Esta pasta es especialmente útil para recuperar el metal de fisuras o hendiduras. Una vez seca la pasta se barre y se coloca en bolsas especiales para su posterior tratamiento.

b) Cubriéndolo con una mezcla 50:50 de azufre e hidróxido de calcio en agua. Se deja por 12 horas, se recoge el sólido y se lava con agua la zona afectada. Puede usarse azufre solo.

c) Mediante succión con goteros y recogerlo en una bolsa de plástico. Desde luego esto solo se podrá hacer en caso de que el derrame sea solo de unas gotas como sucede cuando se rompen termómetros. En estos casos también debe descontaminarse el vidrio involucrado, por ejemplo con una disolución al 20 % de sulfuro o tiosulfato de sodio.

d) Existen productos comerciales que contienen fierro entre otros materiales, que amalgama el mercurio derramado, de esta forma se recoge con un imán cubierto con una bolsa de plástico la cual sirve también, para almacenar el producto derramado. También existen en el mercado lámparas especiales de halógeno para detectar pequeñas partículas del metal que no se detecten a simple vista. Para recoger derrames mayores, deben usarse limpiadores al vacío especiales y después lavar con disoluciones diluidas de sulfuro de calcio. También pueden usarse los productos comerciales mencionados arriba, aunque se recomienda contactar con personal especializado que oriente sobre la atención de la emergencia.

Existen varias opciones para adsorber los vapores de mercurio provenientes de reactores o tanques de almacenamiento: a) Con carbón activado, el cual no es muy eficiente pero puede regenerarse b) Mediante carbón activado que contiene azufre, sin embargo este no puede regenerarse c) Mediante el uso de dispositivos que contienen oro o plata, con los cuales el mercurio se amalgama fácilmente, una vez saturados, el mercurio se recupera fácilmente por calentamiento de estos dispositivos. También pueden utilizarse otros metales como cobre y

cinc. Un problema grave es la recuperación de mercurio de líquidos, una opción involucra el uso de carbón activado impregnado con plata. El líquido que contiene mercurio se pasa a través de una cama de este polvo, la cual se encuentra sobre soportes de níquel o polietileno. Otro método consiste en pasar la disolución por resinas de intercambio iónico del tipo de sales cuaternarias de amonio. Por otro lado, en el caso de derrame en tierra, el mercurio derramado se queda en la superficie, pero se recomienda excavar mas profundamente para asegurarse de recoger todo el material contaminado. El mercurio puede recuperarse, posteriormente por destilación o usando agentes amalgamadores a base de fierro. En este último caso la tierra se suspende en agua y se usa un magneto para agitarla, recuperándose el material derramado. También en este caso se puede usar el imán cubierto por una bolsa de plástico, como se mencionó arriba. Es necesario hacer pruebas a la tierra para asegurarse que se eliminó todo el mercurio derramado.

**Para el caso de sales de mercurio:**

Si el derrame es de compuestos de mercurio, cubrir con arena usando de 10 a 20 veces la cantidad. En el caso de derivados orgánicos de mercurio, es mejor utilizar un sistema lavador de gases para recogerlos. Una opción eficiente y económica es utilizar disoluciones acuosas de hidróxido, hipoclorito o sulfuro de sodio, los cuales se recirculan a través del sistema lavador de gases hasta que la disolución se satura. De manera general: no tocar, ni caminar sobre el material derramado y contener el derrame. Si el derrame es de disoluciones, utilizar arena u otro absorbente no combustible y después de recoger el material, almacenarlo en un lugar seguro. Si el derrame es grande, entonces deben de construirse diques para contenerlo e, igualmente, absorberlo. Si el derrame es de sales en estado sólido: recoger el material derramado con palas y colocarlo en recipientes secos, evitando que se levante polvo.

**En todos los casos, el material contaminado debe ser tratado adecuadamente, pues debe recordarse que tanto el metal como sus compuestos son altamente tóxicos.**

#### HIPOCLORITO DE SODIO

Portar el equipo de seguridad adecuado como bata, guantes, lentes de seguridad, botas y, dependiendo de la cantidad derramada, equipo autónomo de respiración. Evacuar y ventilar el área. Mantener el material alejado de fuentes de agua y drenajes. Para lo cual deben construirse diques usando tierra, bolsas con arena o espuma de poliuretano. El líquido derramado puede absorberse con cemento en polvo y después neutralizarlo con óxido o carbonato de calcio, o bien, bicarbonato de sodio. Si el derrame es grande y en un área cerrada, puede cubrirse con un agente reductor como metabisulfito de sodio, tiosulfato de sodio o sales ferrosas. Se mezclan los compuestos y se rocían con agua. No debe usarse carbón o azufre. Si el derrame es en el agua, neutralizar con los mismos productos mencionados arriba.

**ANEXO Nº 13**

**INCINERACIÓN**

## **INCINERACIÓN <sup>(30)</sup>**

La purificación por el fuego es un concepto tan antiguo que se remonta a los primeros capítulos de la historia de la civilización. Más adelante, en la edad media se utilizan los vagones de fuego, como los primeros incineradores móviles o in situ. Es solamente a partir de década de los 60, cuando empieza la incineración técnica, tal como la conocemos ahora, y fue sólo a partir de esta fecha, y especialmente debido a la incineración de residuos tóxicos y peligrosos, cuando se empieza a investigar con profundidad el proceso de combustión y sus impactos ambientales.

### **Ventajas:**

- Eliminación instantánea de los desechos.
- Reducción de un 90% del volumen inicial.
- Reducción del 70 % del peso inicial,
- Destrucción de patógenos.
- Ausencia de malos olores.
- Ausencia de insectos.
- Ninguna generación de metano.

**Inconvenientes:**

Para que la incineración garantice los mencionados atributos, debe cumplir estrictamente ciertos parámetros de operación, de lo contrario, se convierte en una nueva fuente de emisión de sub-productos tóxicos y peligrosos, tales como los poliaromáticos halogenados (PHAX).

Una combustión absolutamente limpia produciría  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , junto con el aire en exceso. Sin embargo, esta condición dista mucho de la realidad. Así, debido a la heterogeneidad en la composición y tamaño de los residuos, se produce un desbalance estequiométrico de la reacción que afecta la eficacia de destrucción técnica, generando nuevos contaminantes.

En los humos provenientes de incineradores de desechos se han identificado más de 300 compuestos los cuales se pueden agrupar en:

-Gases ácidos:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{C}_1$ ,  $\text{Br}_2$ , etc.

- Metales pesados:  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Sb}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Tl}$ , etc.

- Polvo y ceniza: metales, silicatos, óxidos, etc.

- Productos de combustión incompleta (PICs):  $\text{CO}$ , hollín, alquitranes, aromáticos.

- Hidrocarburos halogenados (HCX): clorofenoles, Dioxinas, Furanos, etc.

Los residuos son quemados en un horno y reducidos a cenizas. Es un método muy utilizado para eliminar residuos de tipo orgánico y material biológico. Debe controlarse la temperatura y la posible toxicidad de los humos producidos. La instalación de un incinerador sólo está justificada por un volumen importante de residuos a incinerar o por una especial peligrosidad de los mismos.

#### **Diseño de dos cámaras de combustión:**

Los incineradores actuales deben poseer dos cámaras de combustión conectadas en serie. En la primera cámara se alojan los desechos sólidos, los cuales se pirolizan o combustionan en deficiencia de oxígeno, y en la segunda cámara se queman los humos y gases volátiles en presencia de un exceso de oxígeno.

La cámara primaria debe operar con bajas velocidades de gas y a controladas condiciones de temperatura. La cantidad de calor liberado en la combustión de los desechos sólidos se controla mediante la reducción del aire, pero debe garantizarse que las reacciones de combustión mantengan la auto-termicidad, es decir, que no se apague la llama.

Los humos de combustión generados pasan a la segunda cámara a través de una zona de mezclado turbulento (provocada por la presencia de la llama del

quemador secundario y el correcto diseño del post-quemador) donde la ignición tiene lugar. En esta cámara se suministra el aire adicional, el cual asegura la total combustión de los desechos no quemados.

El control del aire y la temperatura en la cámara primaria es fundamental para prevenir y reducir el potencial contaminante de los humos. Un buen diseño y calibración deben prevenir la generación de cenizas, metales pesados volátiles y óxidos de nitrógeno. Además, deben garantizar el tiempo de residencia recomendado para los gases en la cámara secundaria.

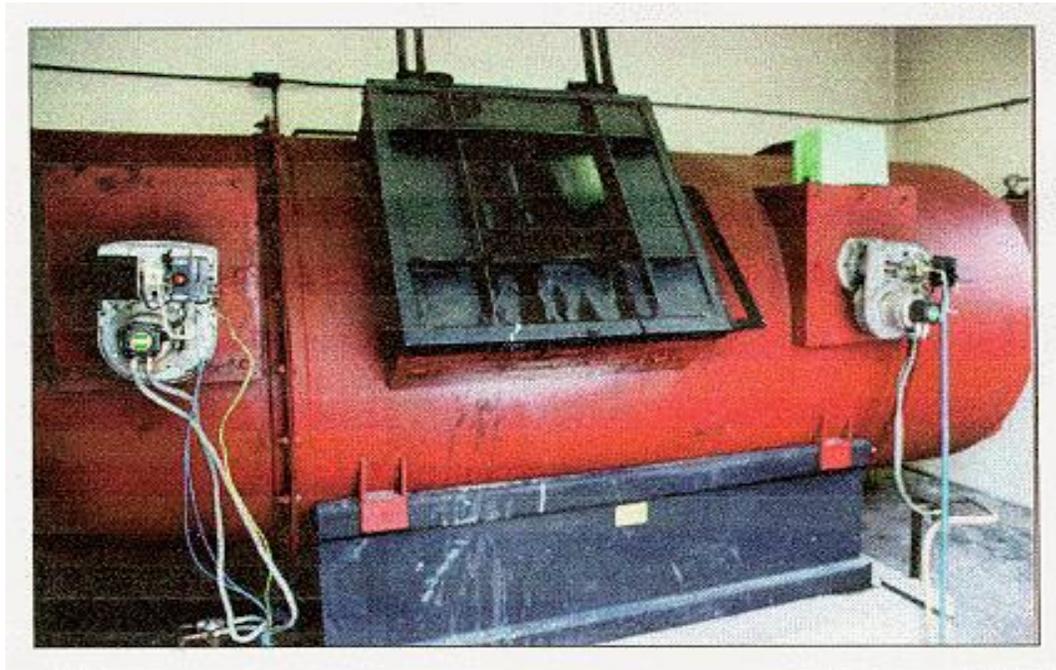


Figura N° 16 Incinerador de dos cámaras, horizontal y cilíndrico

**ANEXO N° 14**

**IDENTIFICACION DE RESIDUOS EPA**



**EPA**

## **IDENTIFICACION DE RESIDUOS**

Este folleto explica la metodología para identificar residuo peligroso bajo la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA). Compañías que producen residuo peligroso tienen la responsabilidad de seguir un número de reglamentos acerca de la generación, almacenamiento, tratamiento y desecho de residuo peligroso. Llame a la Línea Preferencial de la RCRA con preguntas o para solicitar cualquiera de un número de publicaciones (vea “Para Mayor Información”).

Si su compañía genera residuo como parte de un proceso de manufactura o industrial, usted puede estar sujeto a reglamentos para residuo peligroso. “Residuo Peligroso” es un término legal que describe ciertos residuos tóxicos, inflamables, corrosivos, o reactivos generados en procesos de manufactura, industriales, u otros procesos.

La Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA) ha preparado esta simple guía para explicar que son residuos peligrosos y para ayudarle a determinar si usted genera residuos peligrosos y si están sujetos a reglamentación. Su compañía es responsable de hacer las determinaciones acerca de residuo peligroso en forma correcta.

Los reglamentos para residuo peligroso pueden encontrarse en el Título 40 del Código de Reglamentos Federales (CFR) Parte 261-299, el que está disponible

en muchas bibliotecas o puede obtenerse de la Oficina Impresora del Gobierno. Es actualizado diariamente con volúmenes individuales del Registro Federal.

**Primer Paso:**

¿Es Su Residuo un Residuo Sólido?

Usted debe determinar si su residuo es un “residuo sólido” de acuerdo a la EPA. La EPA define “residuo sólido” como basura, desperdicio, lodos, u otro material que se descarta (incluyendo sólidos, semi-sólidos, líquidos, y materiales gaseosos en recipientes). Para instrucciones sobre como hacer esta determinación, vea la sección “Para Mayor Información.”

**Segundo Paso:**

¿Es Su Residuo un Residuo Peligroso?

Si su residuo es un residuo sólido, usted debe determinar si es un residuo peligroso. Es su responsabilidad como generador ya sea de evaluar su residuo o de usar su conocimiento del residuo para decidir acerca de sus propiedades. Una vez que usted sabe que hay en su residuo, usted puede determinar entonces si la EPA lo considera peligroso. La EPA define residuo peligroso de seis maneras diferentes.

**A. ¿Es el Residuo un Residuo en “Lista”?**

La EPA ha formulado varias listas de residuos peligrosos (40 CFR 261.30). Si su residuo aparece en cualquiera de estas listas, es peligroso. Residuos en estas listas son peligrosos sin importar la concentración de los constituyentes peligrosos en el residuo. Esta lista identifica:

**Residuos de fuentes no específicas** (40 CFR 261.31), que son residuos de materiales específicos, tales como residuos de solventes, residuos de galvanoplastía, o residuos del tratamiento térmico de metales, producidos comúnmente por una amplia variedad (fuentes no específicas) de procesos de manufactura e industriales (designados con código de residuo "F"). Ejemplos: Lodos con aguas residuales de operaciones de galvanoplastía (F006), residuos de procesos tal como desechos de destilación, terminales pesados, alquitranes, y residuos de limpieza de reactores (F024).

**Residuos de fuentes específicas** (40 CFR 261.32), que son residuos de industrias identificadas específicamente tales como preservación de madera, refinación de petróleo, y manufactura de productos químicos orgánicos (designados con códigos de residuo "K"). Ejemplos: Lodos con aguas residuales de la producción de pigmentos de amarillo de cromo y naranja (K002), residuos de tanques de almacenaje de alquitrán provenientes de la refinación de alquitrán de hulla (K147).

**Productos químicos comerciales descartados** (40 CFR 261.33), que son productos sin especificación particular, recipientes residuales, residuo de desagüe de derrames, o ingredientes activos que se han derramado o que no se han usado y se intenta descartarlos (designados con código de residuos "P" y "U"). Si la intención es de usar el material o reciclarlo, no se le considera un residuo peligroso. Ejemplos: Aldicarb (P070), paratión (P089), y cloruro de vinilo (U043).

## **B. ¿Es el Residuo un Residuo “Característico”?**

La EPA ha identificado cuatro características, o atributos, de residuo peligroso: inflamabilidad, corrosividad, reactividad, y toxicidad (designados con el código de residuo “D”). Su residuo es considerado peligroso si exhibe una de estas características (40 CFR 261.20-24). Estas propiedades se pueden medir por medio de métodos de ensayos normalizados y disponibles que pueden encontrarse en un manual titulado Métodos de Ensayo para Evaluar Residuo Sólido, Métodos Físico/Químicos (SW-846). Este documento está disponible llamando al 703 821-4690. Ejemplos: Ciertas pinturas, desgrasadores, y solventes son inflamables; ácido de batería es corrosivo; ciertos residuos que contienen cianuro o sulfuro son reactivos; y residuos que contienen altas concentraciones de metales pesados, tales como cadmio, plomo, o mercurio, pueden considerarse tóxicos.

**C. ¿Es el Residuo una Mezcla?** Si su residuo es una mezcla de residuos no peligrosos y residuos peligrosos en lista, es considerado peligroso (40 CFR 261.3). Unos pocos residuos están en lista solamente porque son inflamables o reactivos. En estos casos, si la mezcla resultante ya no es inflamable o reactiva, la mezcla no es considerada residuo en lista. Ejemplos: Solventes disipados (F003), tales como metanol, o acetona, son residuos peligrosos listados y son inflamables. Si estos solventes se mezclan con un residuo ni peligroso ni inflamable, la mezcla aun será considerada peligrosa, a menos que no sea inflamable.

#### **D. ¿Es el Residuo un “Derivado De” Residuo**

**Peligroso?** Cualquier residuo sólido generado (derivado) del manejo (tratamiento, almacenaje, o desechado) de un residuo peligroso listado, incluyendo aguas negras, residuo de derrames, ceniza, polvo de control de emisión, o lixiviado, es considerado residuo peligroso (40 CFR 261.3). Ejemplo: Cualquier ceniza o residuo que queda del proceso de incineración en un incinerador de residuo peligroso es considerado residuo peligroso.

#### **E. ¿Es el Residuo un Medio Contaminado?**

Medios ambientales (agua subterránea, suelo, o sedimento) a veces entran en contacto con residuo peligroso en lista. Si estos medios se contaminan con (y por lo tanto contienen) residuo peligroso, deben ser manejados como un residuo peligroso (no hay cita del código de reglamentos).

Ejemplo: Si un tanque tiene un escape de residuo peligroso en lista a agua subterránea, el agua subterránea debe manejarse como residuo peligroso ya que contiene un residuo peligroso en lista.

#### **F. ¿Es el Residuo Escombros Contaminado?**

Objetos manufacturados, materia vegetal o animal, y material geológico natural que excede 60 mm (2.36 pulgadas) en tamaño de partícula y que está destinado a ser desechado son considerados “escombros” (40 CFR 268.2). Escombros no es considerado residuo sólido, pero si un residuo peligroso se mezcla con escombros, se convierte en residuo peligroso. Ejemplo: Trapos, equipo de protección personal, o soportes de madera que son contaminados

con un residuo peligroso deben ser manejados como un residuo peligroso hasta que se descontaminan y ya no contengan el residuo en lista.

### **Tercer Paso:**

¿Cómo Manejo Mis Residuos? Si su residuo es peligroso, usted debe cumplir con los reglamentos de la EPA para tratamiento, almacenaje, y desechado. Ya que muchos estados tienen la autoridad para promulgar reglamentos más severos para residuos peligrosos, usted debería verificar con la agencia de residuo sólido de su estado para determinar cualquier requisito aplicable a usted también. Si su residuo no es considerado un residuo sólido, usted debería contactar a su estado para determinar si el residuo es reglamentado por otros estatutos, tal como la Ley de Aguas Puras.

### **Exclusiones**

No deje de notar que ciertos residuos están excluidos de la definición de residuo sólido y de los reglamentos para residuo peligroso. Por ejemplo, alcantarillado doméstico, flujos de retorno de irrigación, y residuos de minería in situ están excluidos de la definición de residuo sólido. Residuos domésticos, residuos agrícolas usados como fertilizantes, y polvo de hornos de cemento son ejemplos de residuos que están excluidos de la definición de residuo peligroso. Estos residuos no están sujetos a los reglamentos federales para residuo peligroso pero pueden estar sujetos a otros reglamentos federales o programas de residuo estatal.

### **Para Mayor Información**

Para mayor información acerca de identificación de residuo o reglamentos para residuo peligroso, incluyendo una lista de agencias estatales de residuo sólido y peligroso, llame a la Línea Preferencial de la RCRA al 800 424-9346 o al 800 553-7672 (dispositivo telefónico para sordos). En el área de Washington, DC, llame al 703 412-9810 o al 703 412-3323 (dispositivo telefónico para sordos). Es posible que desee encargar de la Línea Preferencial el documento Entendiendo las Reglas para Residuo Peligroso: Un Manual para Empresas Pequeñas—1996 Actualización (EPA530-K-95-001). La página de la EPA en la red global, [www.epa.gov/EPAOSWER/hazwaste](http://www.epa.gov/EPAOSWER/hazwaste), puede también suministrar mas información.

**ANEXO Nº 15**

**CÓDIGOS DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA EPA PARA FLUJOS  
DE RESIDUOS COMÚNMENTE GENERADOS POR LOS  
GENERADORES DE PEQUEÑAS CANTIDADES.**



## **CÓDIGOS DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA EPA PARA FLUJOS DE RESIDUOS COMÚNMENTE GENERADOS POR LOS GENERADORES DE PEQUEÑAS CANTIDADES.**

Esta lista puede ser usada como una guía para los generadores de pequeñas cantidades para determinar cuales de sus residuos, si alguno, son peligrosos, y para saber los códigos de residuos de la EPA asociados con cada residuo. No es presentada como una lista comprensiva de todos los códigos y flujos de residuos que las empresas pequeñas pueden generar. Con la excepción de las categorías de preservación de madera y pesticidas, esta lista no incluye los códigos de residuos para productos químicos comerciales que son peligrosos cuando son desechados sin haber sido usados. Estos residuos, así como otros no señalados aquí, pueden ser encontrados en el Título 40 del Código de Reglamentos Federales (40 CFR por sus siglas en inglés) Parte 261 ([www.epa.gov/epacfr40](http://www.epa.gov/epacfr40)). Si tiene alguna pregunta, comuníquese con la agencia estatal o llama a la Línea Informativa de RCRA a 703 412-9810 o TTY 703 412-3323 en el área de Washington, DC, o a 800 424-9346 o TTY 800 553-7672 de otros lugares.

**Solventes:**

Los solventes, solventes usados, mezclas de solventes, o los residuos de solventes son frecuentemente peligrosos.

Los siguientes son algunos de los solventes peligrosos comúnmente utilizados (consulte también la sección de residuos inflamables para otros solventes peligrosos, y el 40 CFR 261.31 para ver la mayoría de los solventes listados como residuos peligrosos):

Sustancia	Código	Sustancia	Código
Benceno	F005	Nitrobenceno	F004
Bisulfuro de carbono	F005	2-Nitrobenceno	F004
Clorobenceno	F002	Solventes del petróleo	D001
Cresoles (Valcleno)	F004	(Punto de inflamación de menos de 140° F)	
Ácido cresílico	F004	Piridina	F005
Espíritus de petróleo	D001	1,1,1-Tricloroetano	F001, F002
O-Diclorobenceno	F002	1,1,2-Tricloroetano	F002
Étanol	D001	Tetracloroetileno	F001, F002
2-Etoxietanol	F005	(Percloroetileno)	
Bicloruro de etileno	D001	Tolueno	F005
Isobutanol	IF005	Tricloroetileno	F001, F002
Isopropanol	ID001	Tetracloruro de carbono	F001
Keroseno	D001	Triclorofluorometano	F002
Metiletilcetona	F005	Triclorotrifluoroetano	F002
Cloruro de metileno	F001, F002		
Nafta	D001		

**Ácidos:**

Los ácidos, las bases, o las mezclas que tienen un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5, son considerados corrosivos (para una descripción completa de los residuos corrosivos, vea el 40 CFR 261.22).

Todos los materiales y las soluciones corrosivas tienen el código de residuo

**D002.** Los siguientes son algunos de los corrosivos comúnmente utilizados:

Ácido acético	Ácido nítrico
Ácido sulfúrico fumante de hidróxido amónico	Ácido perclórico
Ácido crómico	Ácido fosfórico
Ácido bromhídrico	Hidróxido de potasio
Ácido clorhídrico	Hidróxido de sodio
Ácido fluorhídrico	Ácido sulfúrico

### **Residuos Inflamables:**

Residuos inflamables son todos los líquidos con punto de inflamación de menos de 140° F; cualquier material no líquido capaz de causar fuego por fricción, absorción de humedad o cambio químico espontáneo que crea un peligro cuando esté encendido; o cualquier gas comprimido inflamable según descrito en el 49 CFR 173.300 (para obtener una descripción completa de los residuos inflamables, vea 40 CFR 261.21). Ejemplos son solventes usados, residuos de solventes, resinas epoxicas y adhesivos, al igual que tintas de residuos que contienen solventes inflamables. A menos que se indique de otra manera, todos los residuos inflamables tienen el código de residuo **D001**.

<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>	<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>
Acetona	F003	Acetato de etilo	F003
Benceno	F005	Éter etílico	F003
Alcohol n-butanol	F003	Dicloruro de etileno	D001
Etil benceno	F002	Metanol	F003
Clorobenceno	F003	Metilisobutilcetona	F003
Ciclohexanona	F003	Destilados del petróleo	D001
		Xileno	F003

### **Baterías de Ácido y Plomo:**

Las baterías de ácido y plomo deben ser documentadas en el formulario de notificación sólo si no son recicladas. Las baterías usadas de ácido y plomo que son recicladas no tienen que ser contadas para determinar la cantidad de residuos que genera al mes. Requisitos especiales aplican si recicle sus baterías en su propio establecimiento (vea el 40 CFR Parte 266).

<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>
Escoria de plomo	D008
Ácidos usados	D002
Baterías de ácido y plomo	D008

### **Pesticidas:**

Los pesticidas inscritos abajo son peligrosos. Los residuos marcados con un asterisco (\*) han sido designados como extremadamente peligrosos. Para obtener una lista más completa, vea el 40 CFR 261.32 para los pesticidas inscritos específicos, y otros residuos, aguas residuales, lodos, y subproductos de los fabricantes de pesticidas.

<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>	<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>
Aldicarb	P070	*Paratión-metil	P071
Aminotriazol	U011	*Paratión	P089
Endrin	D012	*Forato	P094
2,4-D	D016	Toxaphene	D015
1,2-Dicloropropeno	U084	Silvex	D017
*Heptacloro	P059		
Líndano	U129, D013		
Methoxychlor	D014		

**Reactivos:**

Los residuos reactivos incluyen materiales o mezclas que son inestables, que reaccionan violentamente o forman mezclas explosivas con agua, que generan vapores o gases tóxicos cuando son mezclados con agua (o cuando son expuestos a condiciones de pH entre 2 y 12.5 en el caso de residuos con sulfuro o cianuro), o que pueden tener una reacción detonante o explosiva cuando son calentados o reciben golpes (para obtener una descripción completa de los residuos reactivos, vea el 40 CFR 261.23). A menos que se indique lo contrario, todos los residuos reactivos tienen el código de residuo **D003**. Los siguientes materiales están considerados comúnmente reactivos

Cloruro de acetilo Cianuros Peróxidos orgánicos Sulfuros	Permanganatos Ácido crómico Hipocloritos Percloratos
---	---

**Residuos de Cianuro y Galvanoplastia Usados:**

Los residuos de galvanoplastia usados contienen soluciones limpiadoras y soluciones para galvanoplastia con soda cáustica, solventes, metales pesados, y cianuros. Los residuos de cianuro pueden ser generados también por las operaciones de tratamiento al calor, la producción de pigmentos y la fabricación de agentes antiaglutinantes. Los residuos de galvanoplastia generalmente tienen los códigos de residuo **F006-F009**. Los residuos de termoterapia de cianuro tienen generalmente los códigos de residuo **F010-F012**

(vea el 40 CFR 261.31 para una descripción más completa de los residuos de galvanoplastia).

**Agentes para la Preservación de la Madera:**

Las aguas residuales, los residuales del proceso, y las formulaciones usadas en los procesos de preservación de madera que contienen formulaciones de clorofenol o creosota, o ciertos preservativos inorgánicos, son considerados peligrosos y tienen los códigos de residuos **F032**, **F064**, y **F035**, respectivamente. Las soluciones de preservación de madera que son recicladas no están sujetas a los reglamentos para residuos peligrosos. Los sedimentos producidos por procesos de tratamiento de aguas residuales con creosota y pentaclorofenol tienen el código de residuo K001. Además, a menos que se indique lo contrario, los compuestos específicos para preservar la madera son:

<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>
Arseniato de cobre cromado	D004
Creosota	U051
Pentaclorofenol	F027

### **Residuos de Filtraciones de Limpieza en Seco:**

El residuo de polvo caliente (plantas de percloroetileno solamente), los residuos, y los filtros de cartucho usados que contienen percloroetileno o valcleno son peligrosos y tienen el código de residuo **F002**. Los residuos que contienen solventes de petróleo con un punto de inflamación de menos de 140° F son considerados peligrosos y tienen el código de residuo **D001**.

### **Metales Pesados/Productos Inorgánicos:**

Los metales pesados y otros materiales de residuos inorgánicos son considerados peligrosos si el extracto de una muestra representativa del residuo tenga alguna de las concentraciones de componentes como lo enseñado en 40 CFR 262.24, Tabla 1. Los materiales pueden incluir polvos, soluciones, sedimentos de tratamiento de aguas residuales, residuos de pintura, y tintas de residuos. Los siguientes son algunos de los metales pesados y productos inorgánicos más comunes:

<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>	<b>Sustancia</b>	<b>Código</b>
Arsénico	D004	Plomo	D008
Bario	D005	Mercurio	D009
Cadmio	D006	Selenio	D010
Cromo	D007	Plata	D011

**Lodos de Tinturas que Contienen Cromo y Plomo:**

Esta categoría incluye lodos y lavados de solventes, de soda cáustica y de la limpieza de los tubos y el equipo utilizados en la formulación de tinta (a partir de pigmentos), secantes, jabones y estabilizadores que contienen cromo y plomo.

Todos los sedimentos de tinta tienen el código de residuo **K086**.