

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**“LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS
PELIGROSOS EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UABC”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

LUZ ELENA CORRALES CASTRO

DIRECTORA

M.C. M. SOCORRO ROMERO HERNÁNDEZ

Mexicali, B. C.

Febrero del 2008

GRACIAS

A Dios por todo lo logrado hasta hoy.

A mi hijo por su inmensa comprensión.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Gracias Maestra Socorro Romero por el apoyo incondicional y profesional guía y dirección de esta tesis, gracias por el valioso, tiempo y esfuerzo invertido a la revisión de esta tesis y por sus comentarios llenos de sabiduría y el aliento brindado siempre..

Gracias por otorgarme el privilegio y la oportunidad de alcanzar un importante logro profesional y personal con la conclusión de esta maestría y por compartir conmigo sus conocimientos y experiencia.

GRACIAS

Gracias muy especialmente a los maestros:

Doctor Margarito Quintero

Doctora Sara Ojeda

Por sus grandes y valiosas aportaciones además del apoyo brindado que siempre recordaré con respeto y cariño.

GRACIAS

A todas y cada una de esas personas que participaron y colaboraron en la elaboración de este proyecto.....

Universidad Autónoma de Baja California

Gracias a la Dirección General de Investigación y Postgrado de la UABC

Gracias a la Dirección del Instituto de Ingeniería por permitir el uso de instalaciones y recursos durante el tiempo de estudio.

DEDICATORIA ESPECIAL

A ti Emiliano mi pequeño hijo, que dentro de mi iniciaste conmigo esta gran travesía, tu fuiste esa motivación infinita para que yo lo lograra a pesar de todo lo vivido, y así llegar a la culminación de este proyecto.

Te Amo mi pequeño corazón.....Gusanito.

ÍNDICE

Resumen

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN	PÁG.
<u>1.1. Antecedentes</u>	1
<u>1.2. Justificación</u>	2

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS

<u>2.1. Objetivo General</u>	5
<u>2.2. Objetivos Específicos</u>	5

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

<u>3.1. Contaminación Ambiental y riesgos en la salud</u>	6
<u>3.1.1. Contaminación del aire</u>	7
3.1.1.1. Composición del aire	7

3.1.1.2. Principales contaminantes del aire	8
3.1.1.3. Trastornos biológicos producidos por los diferentes contaminantes del aire.....	9
<u>3.1.2. Contaminación del agua.....</u>	11
3.1.2.1. Principales contaminantes del agua.....	12
<u>3.1.3. Contaminación del suelo</u>	15
3.1.3.1. Composición del suelo	15
3.1.3.2. Formas de Contaminación del suelo	16
3.1.3.3. Tipos de Contaminantes del suelo.....	17
3.1.3.4. Tipos de degradación del suelo.....	18
<u>3.2. Residuos Peligrosos</u>	20
<u>3.2.1. Gestión ambiental de los residuos peligrosos</u>	21
<u>3.2.2. Residuos especiales (Las pilas usadas y/o baterías).....</u>	25
3.2.3. Tipos de pilas.....	26
3.2.4. Componentes de las pilas y riesgos en la salud y al medio ambiente.	29
3.3 La Prevención de la Contaminación y la Producción Más Limpia	33

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1. Ubicación y localización del sitio de estudio	38
4.2. Metodología.....	39

4.2.1. Entrevistas con el personal del Instituto, elaboración y aplicación de encuestas.....	41
4.2.2. Recopilación y revisión de la información documental	42
4.2.3. Elaboración de Eco-mapas	42
4.2.4. Elaboración de Eco-balance.....	42
4.2.5. Diagnóstico ambiental	43
4.2.6. Elaboración del plan de alternativas y aplicación de las técnicas económicamente viables de Producción Más Limpia.....	43

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

5.1. Resultados de las entrevistas y encuestas con el personal del I.I.....	45
5.2. Eco-mapas y Eco-balances del I.I.	46
5.3. Diagnostico ambiental del I.I.....	50
5.4. Alternativas de Producción Más Limpia.....	52
5.5. Alta de Registro ante la SEMARNAT	54
5.6. Construcción del almacén	56
5.7. Control de Inventarios y Reactivos Químicos	58
5.8. Resultados del control de Inventarios y Reactivos Químicos.....	61
5.9. Generación y Disposición de Residuos Peligrosos	61

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÍNDICE DE FIGURAS

FÍGURA	PÁG
1. Ciclo de vida de los Materiales Peligrosos	20
2. Pila salina o seca.....	27
3. Pila alcalina.	28
4. Pila botón.....	29
5. Pila níquel-cadmio	29
6. Ubicación del Instituto de Ingeniería	38
7. Plano correspondiente a la planta baja y planta alta del I.I.	39
8. Utilización pilas y/o baterías	45
9. Desecho de las pilas y/o baterías.....	46
10. Eco-mapa del Instituto de Ingeniería de la UABC de identificación de áreas de utilización y manejo de residuos y materiales peligrosos.....	47
11. Eco-mapa de la Investigación en el Instituto de Ingeniería	48
12. Eco-balance en Investigación	49
13. Hoja general de registro para los trámites de la Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes.....	55
14. Almacén temporal de Residuos Peligrosos.....	56

15.	Etiqueta de identificación de residuos peligrosos	57
16.	Hoja de control para reactivos químicos	61
17.	Generación de residuos por semestres	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁG
1. Clasificación de los residuos peligrosos por giro industrial	25
2. Plan de alternativas y acciones aplicadas.....	53
3. Clasificación de sustancias químicas	59

4.	Total costos de sustancias caducas dispuestas.....	62
----	--	----

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO	PÁG
1. Interior del almacén de Residuos Peligrosos	57
2. Reactivos desordenados.....	58
3. Reactivos desordenados y en el piso.....	58
4. Estantes del almacén de reactivos químicos.....	60
5. Reactivos químicos ordenados y etiquetados	60
6. Reactivos etiquetados, clasificados y con número de control	60

RESUMEN

La aplicación de estrategias como la Producción Más Limpia (PML) para prevenir la contaminación permite la reducción de sustancias contaminantes y ahorro de energía. La estrategia de PML ha sido muy exitosa para prevenir la contaminación en la industria.

El Instituto de Ingeniería (I.I.) cuenta con laboratorios de investigación en los cuales se hace uso de materiales peligrosos y que generan residuos peligrosos. De ahí que el presente estudio se enfocó en aplicar la PML para prevenir la contaminación por materiales y residuos peligrosos en este Instituto. Se elaboró y se aplicó un plan de PML que incluyó una serie de acciones para prevenir la contaminación.

Todas las medidas de PML que se implementaron, permitieron el ingreso del Instituto al Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) por lo que próximamente recibirá la Certificación de Cumplimiento Ambiental como Institución Limpia de PROFEPA.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Es un hecho hoy en día que la prevención de la contaminación es una estrategia exitosa para reducir la carga de contaminantes y mejorar la eficiencia y la reducción de costos. Si un contaminante se elimina desde la fuente no causará la contaminación y se evitará vigilarlo o limpiarlo. Tal es el caso de los contaminantes que son incorporados al ecosistema.

La contaminación es un problema global; se define como algo sucio ó impuro que afecta negativamente nuestro medio ambiente, reduciendo la calidad de vida de los seres vivos. Aunque, la contaminación es un subproducto normal de la industrialización y de la vida.

Los primeros programas de la prevención de la contaminación surgieron en los años setentas y no fue hasta inicios de los noventas, con la firma del Tratado de Libre Comercio TLC (Canadá, Estados Unidos y México) que se desarrollaron los primeros programas para la prevención de la contaminación en México (Varsavsky, 2004), con el propósito de incrementar la eficiencia, productividad y competitividad al reducir la contaminación ambiental.

La prevención de la contaminación incluye una gran diversidad de estrategias (CCA, 2004), tales como:

- La administración de inventarios (elimina desperdicios de materiales).

- Reingeniería de procesos, equipos o productos (mantenimientos preventivos de los equipos e instalaciones).
- Prácticas de uso eficiente de energía.
- Prácticas de uso eficiente de agua.
- Reciclamiento de re-uso de subproductos y desechos.

Por otro lado la PML es la aplicación continua de una *Estrategia Integral Ambiental Preventiva* a procesos, productos y servicios con el propósito de incrementar la Eco-eficiencia y reducir los riesgos a los humanos y al ambiente (CMPML, 2004).

El organismo que controla y promueve la PML en nuestro país es el Centro Mexicano para la Producción Más Limpia (CMPML) en México (CMPML, 2004), el cual se estableció en diciembre de 1995 en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), como parte del proyecto mundial de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2004) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2004). Ambos organismos interactúan entre sí para introducir el concepto de Producción más Limpia en los países en vías de desarrollo.

En los últimos años se han realizado una gran cantidad de estudios orientados a la mejora y protección del medio ambiente, arrojando resultados en los que se demuestra que el desarrollo de la tecnología puede generar un impacto negativo al medio ambiente. Como resultado de este desarrollo tecnológico se originan diversas formas de contaminación ambiental como lo es la sobreexplotación de los recursos naturales y en consecuencia el desequilibrio de los ecosistemas.

1.2. Justificación

El I.I. fue fundado en 1963 con el nombre de Instituto de Investigaciones Industriales y de Ingeniería (García, 2004), teniendo como sede la ciudad de Tijuana, Baja California, al poco tiempo cerró y después se reabrió pero en la ciudad de Mexicali en 1981. Actualmente está formado por un amplio grupo de maestros investigadores; así como laboratorios especializados en los diferentes cuerpos académicos, cuyas principales actividades son la investigación científica, docencia a nivel posgrado, extensión, difusión y vinculación.

Las principales áreas de investigación son:

- Planeación urbana y regional.
- Medio ambiente.
- Ciencias computacionales.
- Metrología científica y aplicada
- Corrosión de materiales.
- Sistemas energéticos.

Desde sus inicios el I.I. se ha preocupado por fomentar y llevar a cabo investigaciones científicas en las diferentes áreas de la ingeniería, la formación de recursos humanos especializados y la realización de proyectos de investigación; así como la divulgación de los resultados de las investigaciones, estudios y trabajos que se realicen dentro de este.

El I.I. presenta un impacto positivo con los beneficios que ofrece a la sociedad con la búsqueda de nuevas soluciones en cualquiera de sus líneas de investigación. Sin embargo, como consecuencia de las distintas actividades que se realizan el I.I. también genera un impacto negativo al medio ambiente como consecuencia de las actividades de formación de recursos humanos, de investigación, extensión y vinculación.

El I.I. realiza como funciones predominantes; la formación de recursos humanos además de investigación científica, vinculación y difusión. Para desarrollar dichas

actividades hace uso de recursos tales como: energía, agua y materiales entre otros. De ahí que es importante evaluar los impactos ambientales tanto negativos como positivos que el I.I. está produciendo debido a sus actividades y definir los aspectos más significativos, con el propósito de minimizar los impactos negativos que pudiera estar generando con el uso, manejo de materiales peligrosos y la generación de residuos peligrosos que permitan un uso sustentable de estos recursos.

Este proyecto planteó evaluar la situación ambiental en el I.I. en lo que respecta a la generación y manejo de los residuos peligrosos, con el fin de evaluar e implantar alternativas económicamente viables para la prevención de la contaminación, con el propósito de minimizar y prevenir la contaminación del ambiente, mediante la aplicación de estrategias para el uso eficiente de los materiales y el manejo adecuado de los residuos peligrosos.

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Hacer un diagnóstico ambiental en el I.I. para la elaboración y aplicación de un plan de alternativas de PML para la prevención de la contaminación por materiales y residuos peligrosos que sean técnica y económicamente viables.

2.1.1 Objetivos específicos

1. Hacer un diagnóstico ambiental en el I.I.
2. Elaborar y aplicar un Plan de alternativas de PML para reducir y prevenir la contaminación por materiales y residuos peligrosos.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1 Contaminación ambiental y riesgos en la salud

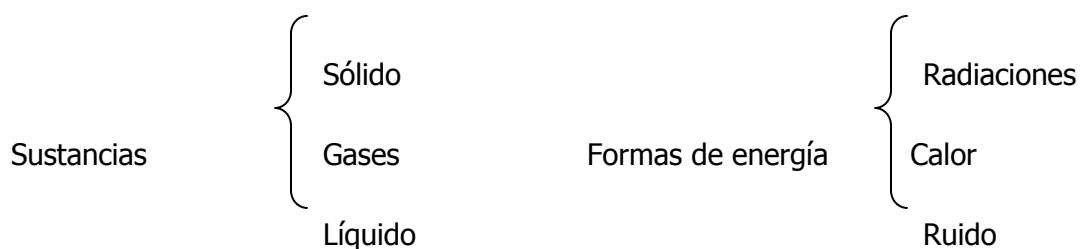
A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencia de la vida en sociedad, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más. El comportamiento social del hombre que lo condujo a comunicarse por medio del lenguaje y que posteriormente formó la cultura humana, le permitió diferenciarse de los demás seres vivos. Pero mientras ellos se adaptan al medio ambiente para sobrevivir, el hombre modifica ese medio según sus necesidades.

El progreso tecnológico, por una parte y el acelerado crecimiento demográfico, por la otra, producen la alteración del medio, llegando en algunos casos a atentar contra el equilibrio biológico de la Tierra. Lo que se conoce como contaminación, el cual es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo, surge cuando se produce un desequilibrio, resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal, que causa efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza.

Las sustancias o elementos pueden ser contaminantes por:

- a) Cantidad: Mayor aporte que la capacidad de biodegradación.
- b) Toxicidad: La toxicidad intrínseca del producto.

Los contaminantes pueden ser:



La contaminación se clasifica de acuerdo a las vías de descarga de los contaminantes al medio ambiente, las cuales son el aire, el agua, y el suelo que se manifestarán como:

- Contaminación de aire
- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo

3.1.1 Contaminación del aire

3.1.1.1 Composición del aire

Como componente ambiental, se considera al aire como la capa de la atmósfera donde los organismos desarrollan sus procesos biológicos. Se denomina aire puro a la atmósfera que presenta cierta composición química.

El aire que respiramos está compuesto principalmente por los siguientes gases:

Nitrógeno (N_2) 78.08 %

Oxígeno (O_2) 20.95 %

Dióxido de carbono (CO_2) 0.03 %

Gases Raros * 0.94 %

*Los gases raros son Helio (He), Neón (Ne), Argón (Ar), Kriptón (Kr), Xenón (Xe) y Radón (Rn), además la atmósfera contiene cantidades mínimas de metano, polvo, polen cenizas volcánicas y vapor de agua.

Hay un gran número de definiciones distintas de contaminación atmosférica, dependiendo del punto de vista que se adopte. Así se tiene que "Cualquier circunstancia que añadida o quitada de los normales constituyentes del aire, puede llegar a alterar sus propiedades físicas o químicas lo suficiente para ser detectado por los componentes del medio". (SMA, 2005).

Lo habitual es considerar como contaminantes sólo aquellas sustancias que han sido añadidas en cantidades suficientes como para producir un efecto mensurable en las personas, animales, vegetales o los materiales. Así, otra definición es: "Cualquier condición atmosférica en la que ciertas sustancias alcanzan concentraciones lo suficientemente elevadas sobre su nivel

ambiental normal como para producir un efecto mensurable en el hombre, los animales, la vegetación o los materiales". (Varsavsky, 2004).

El hombre vive inmerso en la atmósfera, cohabitando con otros organismos para sobrevivir. La atmósfera se fue gestando con el transcurso de millones de años, los organismos y complejas reacciones químicas colaboraron con este fin.

3.1.1.2 Principales contaminantes del aire

La actividad industrial contaminó la atmósfera. Es conocido en la actualidad que los principales gases contaminantes del aire son:

Dióxido de carbono (CO_2): Existe naturalmente en pequeñas concentraciones, en altas concentraciones produce el efecto invernadero.

Metano (CH_4): Contribuye al efecto invernadero.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): contribuye al efecto invernadero y a la acidificación de las lluvias.

Compuestos clorofluorcarbonados (CFC's): Provocan aumento del calor global y disminución de la capa de ozono.

Dióxido de azufre (SO_2): Forman aerosoles de ácido sulfúrico que originan el smog, provoca graves disturbios respiratorios, y acidificación de las lluvias. (P&G México, 2006).

Los efectos del aire contaminado de las ciudades sobre la salud resultan de la acción combinada de las distintas sustancias nocivas que el aire pudiese contener. Se dispone de datos epidemiológicos que vinculan aumentos súbitos de la contaminación atmosférica con incrementos en la mortalidad y morbilidad de la población afectada. Los más dañados suelen ser los ancianos y quienes padecen de trastornos respiratorios o cardiovasculares. En lo siguiente se resumen los efectos tóxicos más importantes de los principales contaminantes químicos en la atmósfera.

3.1.1.3 Trastornos biológicos producidos por los diferentes contaminantes del aire

Monóxido de carbono

La hemoglobina es la proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno (O_2) desde los pulmones a los tejidos. Cada molécula de hemoglobina posee cuatro grupos químicos denominados hemo, que son capaces de combinarse con ciertas moléculas de O_2 . El monóxido de carbono (CO) también se combina con el hemo, y lo hace en el mismo sitio de su estructura química en el que se ubica el O_2 , lo cual impide que ambos gases se unan simultáneamente al mismo hemo. Como resultado, cuando la concentración de óxido de carbono (CO) en el aire aumenta, también lo hace el porcentaje de hemoglobina que, por tener sus hemos ocupados por CO, es incapaz de transportar O_2 . La afinidad de la hemoglobina por el CO es unas 220 veces mayor que por el O_2 , lo que convierte a ese gas en peligroso, aun en concentraciones muy bajas. Así, la presencia de 0,1% (1000 partes por millón) de CO en el aire resultaría en que aproximadamente la mitad de la hemoglobina se combinaría con CO, con la consiguiente reducción a la mitad de su capacidad de transportar oxígeno. Por el mismo motivo, el 1% de CO en el aire produce efectos mortales en las personas en unos diez a veinte minutos. El CO es inodoro e incoloro, es decir, de imposible detección antes de que se adviertan sus efectos.

La combinación del CO con el hemo no sólo impide la unión del O_2 con este; reduce, también, la capacidad de los grupos hemo (AS) todavía disponibles de liberar el O_2 unido a ellos; así disminuye adicionalmente la disponibilidad tisular de O_2 . Por tal razón, una persona anémica, con su hemoglobina reducida a la mitad, estará en mejores condiciones que otra cuyos niveles de hemoglobina sean normales pero con la mitad de ella bloqueada por CO, a pesar de que ambas tienen afectada del mismo modo su capacidad de transportar O_2 .

El CO también se vincula con la mioglobina y los citocromos, componentes celulares que participan en la respiración y que sufren un efecto tóxico del CO análogo, por sus mecanismos, al que actúa en la hemoglobina.

Los síntomas y signos de la intoxicación por CO son los típicos de la anoxia (o privación de oxígeno en las células). Según sea la intensidad de la anoxia, sus consecuencias pueden ser ligeras o muy graves, incluso producir la muerte. La magnitud de la intoxicación con CO depende de la concentración del gas en el aire y la duración de la exposición; es más seria en individuos anémicos y cuando los requerimientos de O₂ son mayores (por ejemplo, al realizar esfuerzos físicos intensos: no hay que ponerse a correr en calles con mucho tráfico).

Dióxido de azufre

La consecuencia principal de su inhalación es la constricción de los bronquios, con las consiguientes dificultades para la respiración. Los asmáticos son más sensibles a este efecto, pues en ellos la bronco-constricción puede ocurrir con concentraciones mucho menores del gas. La información epidemiológica disponible indica que se produce un aumento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades pulmonares cuando tienen lugar incrementos transitorios de la concentración atmosférica de dióxido de azufre y de partículas.

Ozono

El principal efecto del ozono es una irritación pulmonar que conduce a dificultades respiratorias. La exposición crónica a concentraciones de este gas superiores a las admisibles produce bronquitis, enfisema y fibrosis pulmonar (PDEQ, 2006).

Dióxido de nitrógeno

Produce alteraciones pulmonares como irritación en todas las vías respiratorias similares a las que genera el ozono. (EPA, 2005).

3.1.2 Contaminación del agua

El agua, líquido vital componente principal de todos los organismos vivos, es indispensable para que se lleven a cabo un sin fin de procesos metabólicos, reacciones (bioquímicas, químicas, biológicas, nucleares entre otros).

El agua es una molécula conformada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno (H_2O). En la fusión de los átomos por medio de una reacción se obtiene como resultado el agua, que es un líquido inodoro, insípido, e incoloro. En grandes masas el agua adquiere tonalidades verdosas o azuladas, es el componente más abundante de la superficie terrestre, forma la lluvia, las lagunas, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales.

El agua constituye el 70% de nuestro planeta y se encuentra dispersa en los océanos, ríos, lagos y en forma sólida la podemos encontrar en los cascos polares. Del total de agua en el mundo, sólo podemos utilizar 0.3% para uso humano. (INE, 2006). Las principales fuentes de agua utilizable se localizan en los ríos y lagunas, así como en el subsuelo. Sin embargo, es otro de los recursos renovables en peligro como consecuencia de la actividad humana (Enkerlin *et al*, 1997). El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que se arrojan los residuos producidos por actividades del hombre. Al analizar las aguas de los lugares más remotos del mundo se han encontrado pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos y desechos biológicos. Muchas aguas están contaminadas

hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana y dañinas para la vida (Scott, 1995). .

Primero fueron los ríos, las zonas portuarias de las grandes ciudades y las zonas industriales las que se convirtieron en sucias cloacas, cargadas de productos químicos, espumas y toda clase de contaminantes. Con la industrialización y el desarrollo económico este problema se ha ido trasladando a los países en vías de desarrollo, y que a la par en los países desarrollados se pueden observar importantes mejoras en contra de la contaminación.

La contaminación del agua es un problema local, regional y mundial el cual esta muy relacionado con la contaminación del aire y con el modo en que se usan los recursos de la tierra. Por lo que se define la contaminación del agua como la incorporación de materias extrañas perjudiciales como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos. Todas estas materias deterioran la calidad del agua tanto para el consumo humano, para los animales, la vida marina, el regadío de tierras y otros usos ya conocidas. (Varsavsky, 2004).

3.1.2.1 principales contaminantes del agua

Según los contaminantes introducidos al agua estos se pueden clasificar en ocho grupos los cuales son los siguientes: (Glynn & Heinke, 2006).

Microorganismos Patógenos: Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifos o hepatitis. En los países en

vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños (Wais(Microorganismos, 2006).

Desechos Orgánicos: Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, incluyendo heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y mueren los peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Los índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto (OD) en agua, o la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Sustancias Químicas Inorgánicas: En este grupo están incluidos los ácidos, las sales y los metales tóxicos como el mercurio, arsénico, el plomo entre otros. Si estas sustancias se encuentran en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

Nutrientes Vegetales Inorgánicos: Nitratos y fosfatos. Son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es agua mal oliente e inutilizable.

Componentes Orgánicos: Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes o detergentes acaban en el agua en la cual permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, dado que algunos de ellos son productos fabricados por el hombre que tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

Sedimentos y Materiales Suspendidos: Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando

destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

Sustancias Radioactivas: Hisopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

Contaminación Térmica: El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos. (Glynn & Heinke, 2006).

Una de las fuentes principales que contribuyen a la contaminación del agua y que introduce los grupos de contaminantes antes mencionados es la basura, ya que la mayoría de los desechos industriales y domésticos son descargados en los diferentes cuerpos de agua. Se calcula que en la República Mexicana diariamente se producen 450,000 toneladas de desechos industriales de las 14,500 toneladas tienen características peligrosas generados por las industrias química y petroquímica (Castro & Díaz, 2006).

Otra contaminante muy importante son los desechos orgánicos derivados de las actividades domésticas, agrícolas y ganaderas la cual da la proliferación desmedida de bacterias las cuales consumen todo el oxígeno disponible del agua lo que ocasiona la muerte de organismos acuáticos. (DSSH, 2006).

Otra consecuencia que ocasiona la basura en el agua es la gran cantidad de sólidos presentes ya que algunos se sedimentan y otra cantidad considerable permanecen flotando en las superficies lo que ocasionan enturbiamiento del agua y obstaculiza la introducción de la luz solar impidiendo que las algas y plantas acuáticas realicen la fotosíntesis por falta de luz lo cual ocasiona deterioro de la vida acuática. (SMA, 2005).

3.1.3. Contaminación del suelo

3.1.3.1. Composición del suelo

El suelo es la capa de transformación de la corteza sólida terrestre, formada del influjo de la vida y de las condiciones especiales ambientales de un hábitat biológico, la cual está sometida a un constante cambio estacional y a un desarrollo peculiar como función de su situación geográfica. El suelo aparece como resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos sobre el medio rocoso original (roca madre) denominados genéricamente meteorización. (FAO, 1967).

Desde el punto de vista de su composición, el suelo es un material complejo compuesto por sólidos (materia mineral y materia orgánica), líquidos (sobre todo el agua, que en ocasiones es un componente mas de las rocas) y gases (aire y vapor de agua, esencialmente). A su vez, los gases y líquidos llevan sustancias disueltas o en suspensión que pueden adherirse a la matriz sólida (Arias, 1980).

La génesis del suelo es un proceso extremadamente lento, la formación de una capa de 30 cm. de suelo puede durar de 1,000 a 10,000 años. Desde este punto de vista, se debe considerar el suelo como un recurso no renovable y por lo tanto, un bien a proteger.

El cuidado del suelo es esencial para la supervivencia de la raza humana, ya que éste produce la mayor parte de los alimentos necesarios, fibras y madera. Sin embargo, en muchas partes del mundo, el suelo ha quedado tan dañado por un manejo abusivo y erróneo que nunca más podrá producir bienes. (FAO, 1976).

3.1.3.2 Formas de contaminación del suelo

Las formas de contaminación del suelo se pueden clasificar de la siguiente forma:

Superficial. Deriva de una acumulación de residuos vertidos accidentalmente o voluntariamente en el terreno.

Subterránea. Corresponde con el caso de enterramiento de residuos. Su localización es realmente compleja, teniendo como único indicio aparente el cambio en la textura superficial del terreno.

Vertido alevoso. Es a menudo coincidente con los subterráneos, derivados de la ilegalidad de dicho vertido. Es una de las formas de contaminación más peligrosa dada la presencia de sustancias tóxicas y peligrosas y del desconocimiento del foco contaminante.

Vertido no alevoso. Su origen de la contaminación es fortuita o por negligencias en la gestión de los contaminantes. Son los casos de fugas de depósitos y accidentes en los que se produce liberación de sustancias tóxicas al medio.

Contaminación difusa. Es en la que no existe un foco concreto de contaminación del suelo, sino que se manifiesta de forma extensiva. Normalmente son contaminaciones de escasa concentración pero de grandes volúmenes absolutos.

Contaminación puntual. Es una contaminación localizada con un núcleo emisor desde el que pueden movilizarse los contaminantes a otros elementos del medio (atmósfera, aguas superficiales y subterráneas).

3.1.3.3 Tipos de Contaminantes del suelo

El criterio para establecer el umbral máximo de concentración para posibles agentes contaminantes de los suelos debe ser su capacidad para degradar la calidad del mismo al perder sus características originales, generándose por tanto un riesgo o daño al medio ambiente. La variedad y cantidad de productos contaminantes del suelo, es prácticamente inabarcable por lo que a continuación se nombran los grupos más característicos y peligrosos de contaminantes químicos.

- 1) **Metales pesados.** La presencia natural de metales en el suelo es en cantidad de traza. El riesgo se produce cuando se acumulan en grandes cantidades en el suelo.
- 2) **Contaminantes inorgánicos.** Los contaminantes inorgánicos están presentes en el suelo de forma natural pero en concentraciones reguladas por los ciclos biológicos asociadas a cada suelo. La sobresaturación de alguno de ellos hace que se almacenen concentraciones alterando así los ciclos de regulación.
- 3) **Contaminantes orgánicos.** Constituyen un grupo formado por un elevadísimo número de sustancias que en su gran mayoría están producidas por el hombre, estas sustancias tienen diferentes efectos en el medio siendo muchas de ellas altamente tóxicas.

La degradación es el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios. Esto es ocasionado principalmente por el hombre en acciones directas, como la actividad agrícola, forestal, ganadera, el uso de agroquímicos y riego, o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, entre otras.

3.1.3.4 Tipos de degradación del suelo

Dentro del amplio concepto de degradación de suelos, se distinguen tipos diferentes:

Degradación de la fertilidad: Es la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida. Se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro.

Erosión: La erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del aire o del viento los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua, se habla de erosión hídrica y para el caso del viento se denomina erosión eólica. (Barahona, 2002).

La erosión del suelo es un fenómeno complejo, en el que intervienen dos procesos: la ruptura de los agregados y el transporte de las partículas finas resultantes a otros lugares. Se trata de un fenómeno natural pero que ha sido acelerado por las actividades humanas. La erosión puede ser causada por cualquier actividad humana que exponga al suelo al impacto del agua o del viento, o que aumente el caudal y la velocidad de las aguas de escurrimiento.

Tipos de Erosión:

- Erosión hídrica: Es la pérdida o desplazamiento del suelo por acción del agua. El agua es un erosivo muy energético, cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial pierde la materia orgánica (humus) y entra en proceso de deterioro que puede originar hasta un desierto.
- Erosión eólica. Se define como el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo. El viento es otro de los agentes de la erosión. El suelo desprovisto de la

cortina protectora que forman los árboles, es víctima de la acción del viento que pule, talla y arrastra las partículas del suelo y las rocas.

Grado de Erosión:

El grado de erosión del suelo se basa principalmente en el uso inadecuado, del suelo y se mide de acuerdo con los niveles de desgaste que presenta:

Erosión ligera: Corresponde al tipo de erosión denominada laminar y consiste en la pérdida de una capa más o menos uniforme del suelo. Estimándose hasta en un 25% del espesor del horizonte superior.

Erosión moderada: Corresponde al aumento de la pérdida del espesor del horizonte superior ocasionando una erosión laminar de hasta un 75% y su continuación con una formación de pequeños surcos que encausan las aguas de escurrimiento superficial.

Erosión severa: Corresponde al aumento de densidad de los surcos y la profundidad de algunos de ellos que se constituyen en cárcavas o zanjas.

El cuidado del suelo es esencial para la supervivencia de la raza humana, ya que el suelo produce la mayor parte de los alimentos necesarios, fibras y madera. Sin embargo, en muchas partes del mundo, el suelo ha quedado tan dañado por un manejo abusivo y erróneo que nunca más podrá producir bienes (FAO, 1976).

3.2 Residuos peligrosos

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), define como materiales peligrosos a los elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

En el caso de los residuos químicos peligrosos, como lo indica la figura 1, éstos se generan en la fase final del ciclo de vida de los materiales peligrosos, cuando quienes los poseen los desechan porque ya no tienen interés en seguirlos aprovechando. Es decir, se generan al desechar productos de consumo que contienen materiales peligrosos, al eliminar envases contaminados con ellos; al desperdiciar materiales peligrosos que se usan como insumos de procesos productivos (industriales, comerciales o de servicios) o al generar subproductos o desechos peligrosos no deseados en esos procesos.

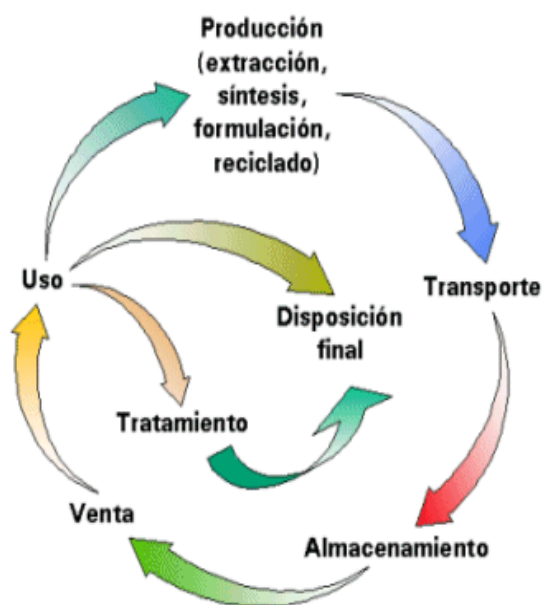


Figura 1: Ciclo de vida de los materiales peligrosos SEMARNAT

3.2.1. Gestión ambiental de los residuos peligrosos

Para efecto de la LGEEPA se entiende por residuos peligrosos todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (características CRETIB), representen un peligro para el equilibrio ecológico.

La LGEEPA, publicada en diario oficial de la Federación, el 28 de enero del 1998, en el artículo 3 señala las definiciones de los términos usados en el Reglamento, entre otros: almacenamiento, confinamiento controlado, confinamiento en formaciones geológicas estables, contenedor, degradación, disposición final, envasado, empresa de servicios de manejo, generación, generador, incineración, jales, lixiviado, reciclaje, recolección, residuo incompatible, reuso y tratamiento.

El artículo 2 delimita el ámbito de competencia en materia de residuos a: la Secretaría de Medio Ambiente al Instituto de Ecología (INE) y a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). De la generación de residuos (artículos 7 y 8), en el artículo 7 se hace referencia a la autorización que debe otorgar la SEMARNAT a quienes pretenden realizar obras o actividades públicas o privadas por las que pueden generarse o manejarse residuos peligrosos. El artículo 9 define al manejo de los residuos peligrosos como el conjunto de operaciones que incluyen su almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final.

El 25 de noviembre de 1988 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos. La aplicación del Reglamento compete a la Secretaría, y por medio de mecanismos de coordinación involucra a otras dependencias con función en esta materia.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, publicó el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (DOF abril, 1993), el cual establece las

condiciones y procedimientos aplicables a la transportación de estos materiales por carreteras y vías férreas nacionales.

La Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2-2003 (NOM.,2003) hace referencia a disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos; tiene como objetivo proteger la seguridad de las personas y sus bienes, así como el medio ambiente y las vías generales de comunicación. Esta Norma es de aplicación obligatoria, dentro de la esfera de sus responsabilidades, para los expedidores, transportistas y destinatarios, de las sustancias, materiales y residuos, que son transportados por las vías de comunicación terrestre. Esta Norma es equivalente con el código Federal de Regulaciones CFR 49-2001 part 174.81, de los Estados Unidos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (NOM., 2005), establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad al ambiente. En dicha norma se plantea que; además de las características CRETIB, se tomará como base para determinar la peligrosidad de los residuos, el que éstos se encuentren comprendidos en los listados que se incluyen en sus anexos y que permiten su clasificación de acuerdo con su origen o composición, tal y como sigue:

- Giro industrial y proceso (Anexo 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005)
- Fuente no específica (Anexo 3 de la norma NOM-052-SEMARNAT-2005), indica que ya no se consideran residuos peligrosos los envases o frascos vacíos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993 (NOM., 1993) establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

La norma Oficial Mexicana (NOM-054-SAMARNAT-1993) (NOM., 1993), establece el procedimiento para la determinación de la incompatibilidad entre dos o más residuos y/o materiales peligrosos.

Conforme a lo antes expuesto, un residuo se considera como peligroso porque posee propiedades inherentes o intrínsecas que le confieren la capacidad de provocar corrosión, reacciones, explosiones, toxicidad, incendios o enfermedades infecciosas. El que un residuo sea peligroso no significa necesariamente que provoque daños al ambiente, los ecosistemas o a la salud, porque para que esto ocurra es necesario que se encuentre en una forma “disponible” que permita que se difunda en el ambiente alterando la calidad del aire, suelos y agua, así como que entre en contacto con los organismos acuáticos o terrestres y con los seres humanos.

En el caso de los residuos químicos potencialmente tóxicos, para que éstos ocasionen efectos adversos en los seres vivos, se requiere que la exposición sea suficiente en términos de concentración o dosis, de tiempo y de frecuencia. Para ilustrar este concepto puede utilizarse el ejemplo de los medicamentos que se recetan a un enfermo y que deben de tomarse en cierta cantidad o dosis (por ejemplo tabletas de 30 miligramos), durante cierto tiempo (cinco días seguidos) y con cierta frecuencia (tres veces al día). De no seguirse la receta, los medicamentos pueden no tener el efecto deseado y, por el contrario, si se toman en una dosis mayor, más tiempo o más frecuentemente, pueden llegar a ser tóxicos.

Las disposiciones que regulan (leyes, reglamentos y normas), establecen pautas de conducta a evitar y medidas a seguir para lograr dicho manejo seguro a fin de prevenir riesgos, a la vez que fijan límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición final para reducir su volumen y peligrosidad. Complementan las medidas reguladoras, los manuales, las guías, lineamientos, procedimientos y métodos de buenas prácticas de manejo de los residuos peligrosos, así como la divulgación de información, la educación y la capacitación de quienes los manejan.

En la tabla 1 se muestra la clasificación de los residuos peligrosos por giro o parte del proceso del cual se desprende así, como los nombres de los residuos peligrosos en cada uno de los rubros de clasificación dentro del ámbito que es producido, como por ejemplo: las materias primas consideradas como residuos peligrosos en la producción de pinturas, por proceso: componentes eléctricos, explosivos, textiles, producción de pilas y baterías, etc.

Tabla 1. Clasificación de los residuos peligrosos por giro industrial (Rodríguez, 2005)

CLASIFICACIÓN	RESIDUOS
Por giro industrial y proceso	Acabado de metales y galvanoplastia
	Beneficio de metales
	Componentes electrónicos
	Curtiduría
	Explosivos
	Producción de hule
	Metales plásticos y resinas sintéticas
	Metalmecánica
	Minería
	Petróleo y química
	Pintura y producto srelacionados
	Plaguicidas
	Preservación de madera, producción en general.
	Producción de baterías
	Químico-farmacéutica
	Química inorgánica
	Química orgánica
	Textiles
Fuente no específica	Actividades que generan RP y que no pueden aplicarse a diferentes giros o procesos
	Residuos provenientes de hospitales, laboratorios y consultorios médicos.
Materias primas que se cosideran peligrosas en la producción de pintura	Aceites minerales, ácidos, monómeros y anhídros.
	Peróxidos, plastificantes, polioles y varios pigmentos
	Resinas
	Disolventes
Residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas.	Acidos, anhídros, monòmeros y peróxidos
	Secantes, pigmentos y varios
	Resinas
	Disolventes
	Residuos de materias primas en la producción
	Residuos de lavado con disolventes
	Lodos de destilación de disolventes
	Residuos del equipo anticontaminante
	Lodos del tratamiento de aguas residuales
	Lodos de limpieza de gases en equipo de control

3.2.2 Residuos especiales (Las pilas usadas y/o baterías)

Uno de los mayores problemas en los residuos sólidos peligrosos domésticos lo representan las pilas, que hasta a mediados del año pasado estos no eran considerados como residuos peligrosos y en la reciente publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-

SEMARNAT-2005 estas fueron declaradas como residuos peligrosos y deberán de tratarse y disponerse conforme a lo que la ley establece ya que contienen metales pesados y si van al vertedero común, estos metales pesados acaban ingresando al medio ambiente.

Entre las consecuencias que pueden acarrear estos metales en los seres humanos y animales se pueden citar:

- En el caso del mercurio, daños en el sistema nervioso, fallas renales, trastornos gastrointestinales y de acuerdo con la dimensión de su ingestión, hasta la muerte.
- El manganeso (óxido de manganeso) puede afectar tanto al sistema nervioso central como al hígado.
- Las sales de plata, el zinc, el litio, el cadmio, también son elementos nocivos para la salud, si por algún motivo se incorporan al organismo.

Las pilas son generadores portátiles que convierten la energía química en eléctrica. Por sus características químicas, pueden considerarse residuos nocivos porque contienen metales pesados.

Según estudios especializados, una micro-pila de mercurio, puede llegar a contaminar 600,000 L, de agua, una de zinc 12,000 L, una de óxido de plata 14,000 L. y una pila común 3,000 L. Al descomponerse la capa protectora que las recubre, se liberan los metales que contienen, y allí se produce la contaminación (Castro & Díaz, 2006)

3.2.3.- Tipos de Pilas

A) Pila seca o salina

La Pila seca o salina también llamada pila Leclanché. Es la pila más corriente, utilizada ampliamente en aparatos de bajo consumo como: radios portátiles, linternas, etc. Tal como se puede observar en la Figura 2 este tipo de pilas están constituidas por una barra de grafito, que hace de polo positivo, rodeada de óxido de manganeso (IV), y

un recipiente de zinc que es el polo negativo. Como conductor iónico se usa una disolución acuosa de cloruro de amonio embebido en un sólido absorbente como aserrín o carbón en polvo. Con el fin de regularizar su descarga se le suele incorporar pequeñas cantidades de mercurio (Gómez, 2005)

Actualmente, se suelen comercializar en forma blindada, cilíndrica. En el mercado encontramos dos calidades: la serie azul, básica, y la serie roja con mayor capacidad de almacenamiento de energía y menores descargas accidentales. Recientemente se han lanzado al mercado las pilas verdes, cuyo contenido en mercurio es nulo o casi nulo.

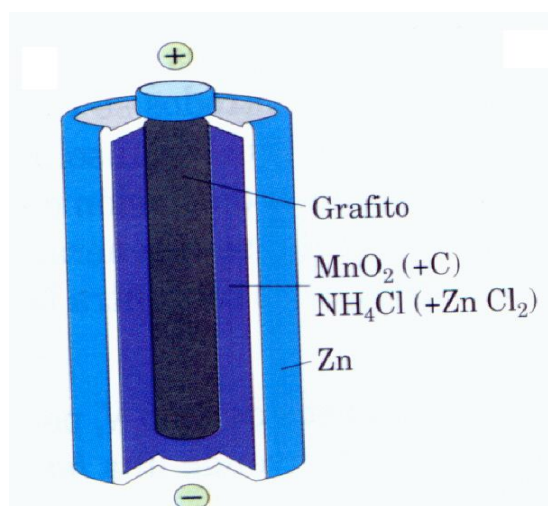


Figura 2. Pila salina o seca

B) Pila alcalina

Es una versión mejorada de la pila seca o alcalina como se observa en la Figura 3 se ha sustituido el conductor iónico cloruro de amonio, por hidróxido potásico (de ahí su nombre de alcalina). El recipiente de la pila es de acero y la disposición del zinc y del óxido de manganeso (IV) es la contraria, situándose el zinc, ahora en polvo, en el centro. La cantidad de mercurio empleada para regularizar la descarga es mayor. Esto le confiere mayor duración, más constancia en el tiempo y mejor rendimiento. Se utiliza

en aparatos de mayor consumo como: grabadoras portátiles, juguetes con motor, flashes electrónicos (Dawson, 2006)

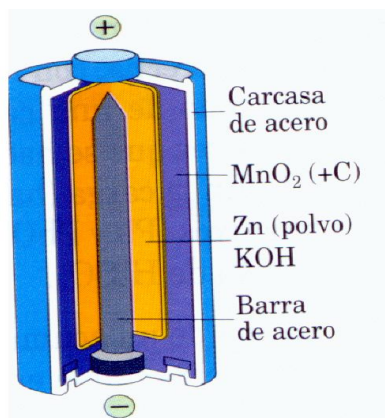


Figura 3. Pila alcalina.

C) Pila botón

También llamada pila de mercurio. Se observa en la Figura 4 que el polo negativo es una amalgama de zinc y el polo positivo es de acero en contacto con una pasta de óxido de mercurio (II), hidróxido potásico e hidróxido de zinc. Proporcionalmente contiene mayor cantidad de mercurio que las anteriores lo que las hace más contaminantes. La ventaja de esta pila es que puede construirse con un tamaño muy reducido (de ahí su nombre) lo que permite utilizarla en aparatos de pequeño tamaño que requieran una importante capacidad de energía como: relojes, calculadoras extraplanas, audífonos, etc., sin embargo es mucho más cara que las anteriores.

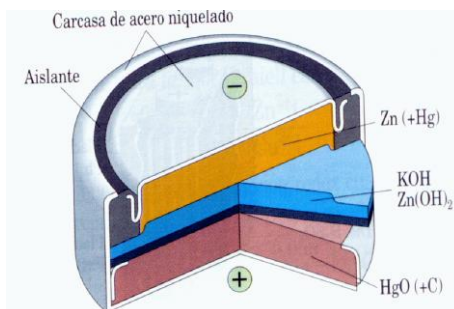


Figura 4. Pila botón

D) Acumulador de níquel-cadmio

Es más conocido como pila recargable. Como se observa en la Figura 5 el polo negativo es una lámina de cadmio y el polo positivo una lámina de hidróxido de níquel (III). Ambas están enrolladas y separadas por láminas empapadas en una papilla de hidróxido potásico. Su vida útil comporta múltiples ciclos de carga y descarga, pudiendo alcanzar hasta los quince años de duración si ambas operaciones se realizan de forma correcta. Es conveniente utilizarla en aplicaciones que requieran un consumo elevado como: grabadoras y juguetes electrónicos. (Inventors, 2006)

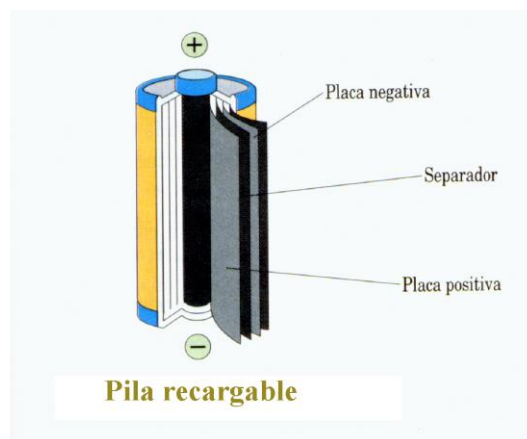


Figura 5. Pila níquel-cadmio.

3.2.4 Componentes de las pilas, daños a la salud y al medio ambiente

A) Mercurio

El mercurio es un agente contaminador global con características químicas y físicas complejas e inusuales. El mercurio está sobre todo presente en la atmósfera en una forma de reactivo como elemento gaseoso. Los procesos biológicos naturales pueden causar formas desnaturalizadas de mercurio; se concentra en organismos vivos, especialmente peces. Los siguientes compuestos del mercurio: monometilmercurio y dimetilmercurio son altamente tóxicos, causando desórdenes neurotoxicológicos. El camino principal para el mercurio a los

seres humanos está a través de la cadena de alimento y no por la inhalación. Los daños que provoca el mercurio a los seres humanos pueden ser:

- **Agudos:** dermatitis, ulceraciones de conjuntivas y cornea (ceguera), en forma oral colapso del aparato digestivo, mortal en horas e insuficiencia renal.
- **Sub-agudos:** alucinaciones, colitis, hemorragias, excitabilidad, alteraciones por contacto vía oral, mientras que por contacto dérmico: trastornos mentales, insomnio, fenómenos vinculares periféricos, trastornos sensoriales en las extremidades, acrodia infantil (enfermedad rosa).
- **Crónicos:** todas las anteriores mas delirio y psicosis maniaco depresiva. En exposiciones continuas pero en bajas dosis, en forma crónica: debilidad, anorexia, pérdida de peso, insomnio, diarrea, perdida de dientes, gingivitis (inflamación de encías), irritabilidad, temblores musculares suaves y sacudidas repentinas, sialorrea (salivación profunda). (ATSDR, 2006)

B) Cadmio

El Cadmio es producido como un subproducto inevitable de la refinación del zinc.

El uso más significativo del cadmio está en baterías de níquel/cadmio, como fuentes de energía recargables o secundarias que exhiben alta salida, vida larga, mantenimiento bajo y alta tolerancia a la tensión física y eléctrica.

En general en la población no fumadora el camino principal de la exposición está a través de alimento, con la adición del cadmio en el suelo por vía agrícola desde varias fuentes como los alimentos y forrajes verdes. La exposición adicional a los seres humanos se presenta a través del cadmio en el aire ambiente y agua potable.

La tasa de mortalidad por exposición al cadmio es de 15 %. Provoca sistemáticos renales, con anemia y presencia anormal de proteínas en la orina. Produce lesiones en el hígado, testículos, malformaciones congénitas (anancefalia, nacer sin cerebro, anoftalmia, sin ojos, microftalmia, globos oculares pequeños).

Puede producir abortos en etapas tempranas del embarazo, algo mas tarde las malformaciones ya mencionadas. Provoca una enfermedad denominada ITAI-ITAI, caracterizada por intensos dolores óseos, a veces con fracturas espontáneas debido al ablandamiento de los huesos. (ATSDR, 2006)

C) Plomo

El plomo en el ambiente está presente en fuentes naturales y antropogénicas. La exposición puede ocurrir a través del agua potable, del alimento, del aire, del suelo. La población adulta no fumadora tiene como principal fuente de exposición el alimento y el agua. El alimento, el aire, el agua y polvo (tierra) son los caminos potenciales principales de la exposición en infantes, niños y jóvenes. Las fuentes de exposición significativas para infantes hasta de 4 o 5 meses de la edad son las fórmulas de la leche, el agua y el aire. El plomo está entre los metales no ferrosos reciclados. Existe amplias categorías del uso como: baterías, añadidos de la gasolina, aleaciones, pigmentos, cables, tiros y municiones.

Los altos niveles de exposición de plomo en los seres humanos pueden dar lugar a una amplia gama de efectos biológicos dependiendo del nivel y duración de la exposición. Los niños y en especial las embarazadas son especialmente sensibles al plomo, mas que otros grupos. Entre algunos de sus efectos, altera la hemoglobina sanguínea, pero cabe aclarar que sus síntomas son tan inespecíficos que se ha llamado en alguna oportunidad al plomo, "el gran simulador".

Como síntomas precoces encontramos: fatiga, dolores de cabeza, dolores óseos, dolores abdominales, irritabilidad, trastornos del sueño, dolores musculares y síntomas abdominales vagos. Mientras que entre los síntomas avanzados están: anemia, cólicos intensos, nauseas, vómitos, enfermedad renal, impotencia sexual, intensas cefaleas, delirio, incoordinación, esterilidad, daños al feto, hipertensión arterial, líneas de plomo en las encías, estreñimiento agudo, afectación de los nervios, enfermedad ósea, temblores, convulsiones, cuadros psiquiátricos graves, parálisis nerviosa, trastornos menstruales, probablemente cáncer y muerte.

D) Níquel

Con relación a este metal hay numerosas referencias de dermatitis y otros efectos dermatológicos por exposición al mismo. Contribuye también con enfermedades respiratorias tales como asma bronquial, bronquitis y neumoconiosis, pudiendo también desarrollar una rinitis hipertrófica, polifosis nasal, anemia, todo esto en el caso de inhalar polvos y aerosoles irritantes de níquel. Han sido notados los incrementos en el riesgo de desarrollar tumores malignos, incluyendo carcinomas de laringe, riñón, próstata y estomago y surcamos de tejidos blandos. Hay mas de un compuesto de níquel que puede dar lugar a cáncer de pulmón y nasal. Cabe aclarar que el níquel es un oligoelemento esencial en pequeñas dosis, en altas dosis es tóxico e incluso fatal, su requerimiento de ingesta no se ha establecido aun.

D) Cromo

En su estado de oxidación III, es esencial en pequeñas dosis, mientras que como Cromo VI, es sumamente tóxico aun en bajas dosis. Su acción sobre la piel y las mucosas oculares y nasofaringes, provoca efectos imitativos crónicos intensos ante su contacto prolongado. Es posible que cause conjuntivitis con lagrimeo y dolor, dermatitis del tipo eczematoso con úlceras, características poco dolorosas o sintomáticas y de localización preferentemente en dedos, manos y antebrazos. Provoca alteración en el olfato, rinitis, faringitis y perforaciones del tabique nasal.

E) Zinc, Manganeso y Cobre

Son todos esenciales en cantidades mínimas, pero tóxicos en altas dosis, el requerimiento estimado para el zinc es 15-40 mg. manganeso 2,5-5 mg. y para el cobre 2-3 mg.

3.3 La Prevención de la Contaminación y la Producción Más Limpia

A lo largo de la historia las estrategias destinadas a controlar la contaminación han pasado por distintas etapas. Inicialmente se consideró suficiente diluir los contaminantes presentes en efluentes y/o residuos hasta llegar a las concentraciones exigidas por ley. Pero el continuo crecimiento tanto en cantidad como en variedad de contaminantes liberados al medio ambiente, la necesidad creciente de controlar mejor este problema y la presión ejercida por

los movimientos ambientalistas hicieron necesario tratar los efluentes y residuos. Surgieron así los tratamientos conocidos usualmente como “end of pipe” diseñados para disminuir la concentración de los contaminantes en residuos y/o efluentes sin modificar el proceso en el cual son generados. Este tipo de tratamientos tiene asociados costos adicionales que en algunos casos son muy importantes. Como no siempre los beneficios derivados de estos costos son evidentes para las empresas, no llama la atención que usualmente las acciones destinadas a controlar los problemas ambientales se limiten a las mínimas exigidas por ley.

Recientemente comenzó a tomar cuerpo la idea de que ***la mejor forma de solucionar los problemas originados por los contaminantes es no generarlos***. Este enfoque traslada los controles ambientales desde su lugar tradicional, hacia el proceso productivo mismo (al cual deben ser integrados). Pero para lograr esta integración es necesario cambiar la forma de pensar sobre la problemática ambiental y evolucionar desde una planificación remediadora en la que los contaminantes deben ser eliminados de los efluentes y residuos después de haber sido generados. Cambiarla o reemplazarla por una planificación preventiva, cuyo objetivo es introducir en el proceso de producción las modificaciones necesarias para minimizar (o eliminar si es posible) tanto la generación de residuos y efluentes como la utilización de sustancias tóxicas.

El objetivo de la prevención de la contaminación es reemplazar los procesos que producen consecuencias ambientales negativas por otros menos contaminantes. Es importante tener en cuenta que la liberación de contaminantes al ambiente (incluyendo la derivada de accidentes) es un indicador de ineficiencia productiva y su eliminación genera ahorros y beneficios económicos. Es por ello que en las estrategias preventivas la competitividad económica y la calidad ambiental están directamente relacionadas: al mejorar una automáticamente mejora la otra. Y esta es una de sus mayores ventajas sobre las estrategias remediadoras.

Todas las estrategias preventivas se encuadran en el marco conceptual del desarrollo sustentable cuyo objetivo es lograr un desarrollo equilibrado con crecimiento económico, equidad social y utilización racional de los recursos naturales con el fin de

satisfacer las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

El concepto de desarrollo sustentable no es nuevo y si bien ha sido ampliamente utilizado desde hace tiempo (especialmente en los ambientes científicos) comenzó a tener repercusión a nivel mundial a partir de la publicación del informe Bruntland en 1987. Este informe fue el punto de partida de una serie de consultas internacionales que culminaron en la Conferencia de Río de 1992 donde fue incorporado en la Agenda 21. A partir de esta fecha los distintos países fueron integrándolo en sus agendas ambientales.

El desarrollo sustentable es una aproximación integral a la regeneración de los recursos ambientales, económicos y sociales a largo plazo. En términos sencillos significa modificar la forma de tomar decisiones de manera tal que en ella se incluyan la identificación y evaluación de los impactos económicos, sociales y ambientales y la evaluación a partir de esta información de la sustentabilidad a largo plazo.

Para implementar este tipo de estrategias es necesario que todos los actores (gobierno, comunidad y empresas) trabajen conjuntamente. La realidad mundial actual muestra que pese a toda la publicidad que se le está dando al concepto pocas personas comprenden realmente qué significa y cómo se aplica al trabajo ambiental y a la vida cotidianamente.

A principios de la década de 1990's surgieron en el mundo y casi simultáneamente distintas estrategias preventivas. Las más conocidas son:

- **Producción Más Limpia** – desarrollado en 1989 por el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en su *Programa de la PML*)
- **Eco-eficiencia** – desarrollado en 1990 por el Consejo Mundial para el Desarrollo Sustentable
- **Prevención de la contaminación**- introducido en la legislación de Estados Unidos en 1990 en el “Acta de Prevención de la Contaminación”

Las tres se basan esencialmente en la misma idea: ***integrar la reducción de la contaminación al proceso de producción e incluso al diseño de producto recurriendo para prevenir la contaminación a la revisión y modificación de los procesos con la finalidad de eliminar todas las salidas que no sean productos terminados o materiales reciclables.*** Se diferencian principalmente en los objetivos de las organizaciones que las impulsaron.

Las primeras estrategias preventivas que se pusieron en práctica en el mundo se centraron en minimizar la generación de contaminantes introduciendo mejoras en la gestión a los diferentes sectores donde existían emisiones y/o generación de contaminantes (control de emisiones fugitivas, mejoras en procedimientos, etc). Estos cambios son los más rápidos y fáciles de implementar y son los que tienen mejor relación costo/beneficio pero en la medida en que se van imponiendo se hacen necesarios desarrollos que tengan en cuenta la introducción de cambios tecnológicos.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han creado los Centros Nacionales de Producción Más Limpia (CNPML) a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo, mejor conocida como la "Cumbre de la Tierra", realizada en Río de Janeiro en junio de 1992, donde se propone un cambio alterno para el desarrollo mundial.

El Centro Mexicano para la Producción Más Limpia CMPML del Instituto Politécnico Nacional, fue creado en diciembre de 1995 como parte de un proyecto mundial de la ONUDI y el PNUMA. Actualmente el centro tiene programas de colaboración con la Agencia de los

Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la ONUDI, el PNUMA, entre otras instituciones.

El objetivo del CMPML es el de asistir a la industria nacional en el mejoramiento de su productividad y competitividad para facilitar su acceso a más y nuevos mercados mediante la aplicación de PML, y herramientas como evaluación de Ciclo de Vida Eco-diseño, además de promover la adopción de tecnología limpia y la colaboración internacional.

Desde 1990, La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha conducido un programa intensivo y pro-ambiental, acompañado de una campaña de información y entrenamiento para promover tecnologías limpias o ambientalmente amigables. El programa se diseñó para incrementar la eficiencia y productividad al reducir la contaminación ambiental.

En conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la ONUDI desarrolló el Manual de Auditoria y Reducción de Emisiones y Residuos Industriales.

Este manual contiene la metodología básica de Producción más Limpia. Apoyado en esta metodología, el Proyecto DESIRE por sus siglas en inglés (DEmostration in Small Industries for Reducing WastEs) se inició en 1993 en la India. La metodología DESIRE se ha aplicado con éxito en varios sectores industriales en todo el mundo.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1 Ubicación y localización del sitio de estudio

El presente estudio se desarrolló en el Instituto de Ingeniería de la UABC, el cual se localiza en Avenida de la Normal S/N Colonia Insurgentes Este, dentro de la Unidad Universitaria, en la ubicación que se muestra en la figura 6.

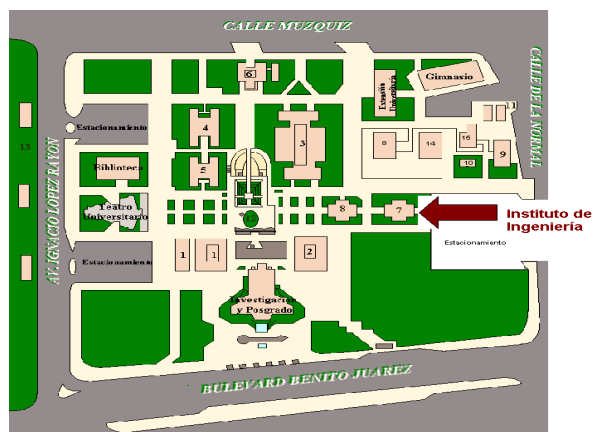


Figura 6. Ubicación del Instituto de Ingeniería.

Durante el inicio de la investigación el I.I. contaba con 37 investigadores de diferentes áreas, además de 6 administrativos, 27 estudiantes de maestría o doctorado y 20 estudiantes de servicio social dentro de esta institución. Dentro del edificio del I.I. se encuentran oficinas, laboratorios, aulas, baños y salas audiovisuales, distribuidos en dos plantas con una superficie de 400 m² cada una y la altura del edificio es de 8 metros.

En la figura 7 se muestra la imagen digital del plano, correspondiente a la distribución de espacios en la planta baja (izquierda) y la planta alta (derecha) del I.I.

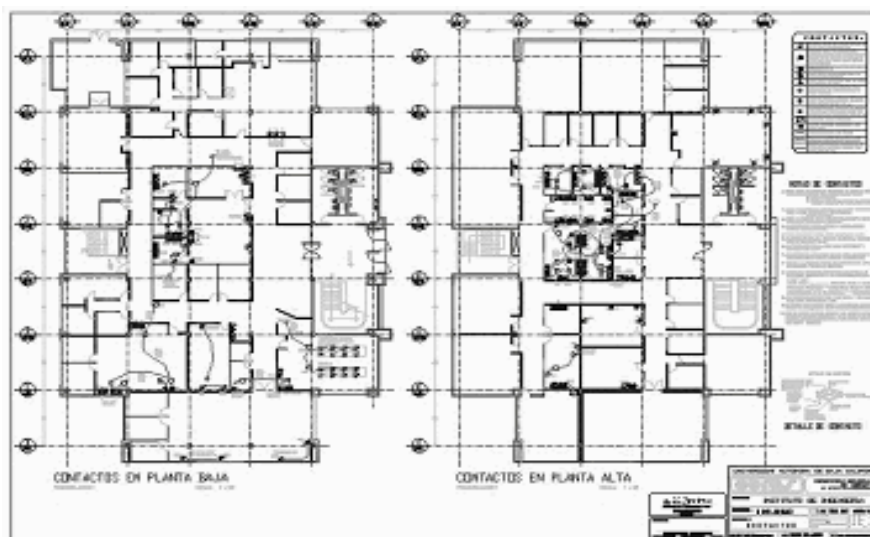


Figura 7. Plano correspondiente a la planta baja y alta del I.I.

4.2 Metodología

La Metodología de PML y la Prevención de la Contaminación aplicada en el presente estudio está basada en la Metodología DESIRE, la cual se trato de apegarse lo más cercano a ella, la cual consta de cinco fases y cada una de ellas contempla en sus diferentes fases una serie de actividades las cuales se describen a continuación:

Fase I "Planeación y organización"

- Involucrar y obtener el compromiso de la Gerencia
- Establecer el equipo conductor del proyecto
- Establecer las metas de PML
- Identificar barreras y soluciones

Fase II "Evaluación previa"

- Desarrollo del diagrama de flujo del proceso
- Medir las entradas y salidas
- Seleccionar las metas de PML

Fase III "Evaluación"

- Elaborar el balance de materiales
- Evaluar las causas
- Generar opciones de PML
- Seleccionar las opciones de PML

Fase IV "Estudio de factibilidad"

- Evaluación preliminar
- Evaluación técnica
- Evaluación económica
- Evaluación ambiental
- Seleccionar opciones factibles

Fase V "Implantación"

- Preparar el plan de PML
- Implantar las opciones de PML
- Supervisar y evaluar el avance
- Mantener las actividades de PML

La PML como mecanismo de política, aunque no es la única, es actualmente una de las alternativas de vanguardia para el manejo de los problemas de contaminación. Su importancia radica en el hecho que es una estrategia preventiva que utiliza un enfoque más pro-activo que reactivo en la solución de los problemas.

La PML, como política nace de la necesidad de crear una armonía entre la actividad industrial y el medio ambiente, lo que es incentivado y promocionado desde la concepción de la Agenda 21. Podemos afirmar que los principios de la PML están acordes con los principios del Desarrollo Sostenible, ya que ésta no está encaminada a la reducción de la actividad industrial y comercial de una economía por medio de medidas de control, sino que, dentro de la actividad productiva, aplica herramientas que tienden a su optimización y a la reducción de la contaminación haciendo así al final de los procesos a las empresas más competitivas.

La metodología de la PML para prevenir la contaminación descrita anteriormente y utilizada para este proyecto permitió acercarse a las características y condiciones del I.I, para la generación de estrategias que fueron útiles y económicamente viables en su realidad inmediata y en la definición de sus estrategias de desarrollo. Al inicio de este proyecto de Prevención de la Contaminación en el I.I. se elaboraron instrumentos, estándares ambientales y de calidad, dando como resultado un concepto de calidad que articula una búsqueda permanente de

nuevas áreas de oportunidad, que le permitan ser más competitivo ante los nuevos retos, con la evidente tendencia a la sustentabilidad para aprovechar al máximo los recursos disponibles.

4.2.1 Entrevistas con el personal del Instituto, elaboración y aplicación de encuestas

Como parte de la metodología planteada se elaboraron encuestas con el propósito de identificar los sitios de interés para este estudio. Se entrevistaron y se aplicaron las encuestas a cada uno de los investigadores, así como al personal administrativo que labora en el I.I. sobre el uso de los recursos materiales incluyendo pilas y/o baterías para el desarrollo de las actividades que desempeñan en cada una de las áreas de investigación y laboratorios del I.I. En primer lugar se hizo una entrevista para hacer un sondeo general sobre el uso de los materiales después se aplicó la primera encuesta sobre el uso de las pilas y posteriormente se llevó a cabo una segunda entrevista para verificar resultados una vez que ya se habían implantado acciones.

Parte de la primera encuesta fue para conocer el uso de las pilas dentro del I.I. la cual consistió en las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Utilizas pilas?
- 2.- ¿Después de su uso que haces con ellas?
- 2.- ¿Cuál es el tipo de pila que mas usas?
- 3.- ¿Conoces los daños que provocan al medio ambiente?
- 4.- ¿Conoces los efectos que provocan a la salud?
- 5.- ¿Desean participar en una campaña contra la contaminación por pilas?

4.2.2 Recopilación y revisión de la información documental

Esta fase del proyecto consistió en cuantificar de la manera más precisa las condiciones en las que se encuentra el I.I., mediante el levantamiento de inventarios en los diferentes laboratorios; así como el uso de los recursos, por medio del registro de las cantidades de materias primas utilizadas en cada uno de los procesos que se realizan en ellos, la cuantificación de residuos peligrosos y subproductos generados, con la finalidad realizar un adecuado análisis de la eficiencia de las operaciones involucradas dentro de los procesos.

Con respecto al uso de materiales se recopiló información referente a cualquier material que pudiera representar una amenaza para el ambiente, como materiales peligrosos, residuos peligrosos sólidos, líquidos así como desecho de pilas y/o baterías y cual es el procedimiento que se lleva a cabo para la disposición de cada uno de ellos.

En base al análisis de toda la información obtenida se decidió aplicar las alternativas más viables así como la estrategia más recomendable para cada caso de uso de materiales peligrosos, considerando la minimización y disposición de los mismos.

4.2.3 Elaboración de Eco-mapa

Con el fin de identificar las áreas con puntos críticos de uso y almacenamiento de materiales peligrosos y las áreas con mayor generación de residuos dentro del I.I., se elaboró un Eco-mapa de los principales procesos que involucra el manejo de materiales peligrosos y la generación de residuos peligrosos. Una de las ventajas que están asociadas al uso del Eco-mapa es que cualquier persona del I.I. puede utilizarlo como apoyo a su trabajo, entrenamiento, y hacerlo sin necesidad de procedimiento complicados que dificulten su aplicación.

4.2.4 Elaboración de Eco-balances

Se realizaron Eco-balances dentro del I.I., donde su función principal radica en la identificación de entradas y salidas que se tienen dentro de los procesos de investigación, vinculación y formación de recursos humanos altamente calificados que ofrece el I.I., así mismo nos esquematiza la generación de los subproductos para poder plantear y aplicar estrategias de PML para la prevención de la contaminación por materiales y residuos peligrosos, obtener como consecuencia la reducción de costos y una mejor administración ambiental y financiera; por otro

lado, nos permitió identificar las áreas del proceso productivo que requieren de intervención para mejorar el desempeño ambiental.

4.2.5. Diagnóstico Ambiental

Se realizó un diagnóstico ambiental con el fin de evaluar la situación ambiental en el que se encontraba el I.I, debido al desarrollo de las actividades que se llevan a cabo dentro del mismo. Mediante el desarrollo de las tres primeras fases de la metodología aplicada a la PML se logro recabar información suficiente para determinar la situación en la que se encontraba el I.I., ya que con esto se identificaron las principales áreas de utilización de materiales peligrosos y generación de residuos peligrosos.

4.2.6 Elaboración y aplicación de alternativas de PML para la prevención de la contaminación

La elaboración del plan de alternativas de Prevención de la Contaminación y PML nos ayudó a proponer estrategias y acciones para dar solución a los problemas de ineficiencia y de impacto negativo al ambiente que se identificaron durante la etapa de diagnóstico.

Una vez que se elaboró el plan de alternativas se procedió a la aplicación de las mismas, que ayudaron que el I.I. de pie a un rumbo de sustentabilidad en cuanto al uso y manejo de los materiales y residuos peligrosos de manera más eficiente.

Dentro de la aplicación de alternativas de PML para la prevención de la contaminación fue la difusión de trípticos y carteles en donde se alertaba al personal sobre el uso de las pilas de manera racional, sobre el daño que ocasionan al medio ambiente y por último pero no menos importante daños a la salud.

Todo esto fue posible con el lanzamiento de una campaña contra la contaminación por las pilas usadas a la cual se le denominó: ***"Di no a la contaminación por pilas usadas"***

Como punto medular en la puesta en marcha de esta campaña en su primera etapa fue la entrega de unos contenedores temporales a cada uno de los investigadores para la colocación de las pilas que se generaran durante sus rutinas diarias de trabajo, esto para identificar que procesos hacían mas uso de ellas; así como que tipos eran los que mas se utilizaban.

Al final del semestre se realizó la recolección de los contenedores donde se derivaron otras acciones como lo fue la entrega de cargadores de pilas recargables para observar su disminución en cuanto al uso de las pilas. La entrega de los cargadores y a una posterior recolección de pilas llevado a cabo en el siguiente semestre del cual al final también se evaluó su eficiencia y ineficiencia según fuera el caso.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados de las entrevistas y encuestas con el personal del I.I.

La realización de las entrevistas y las encuestas con el personal del I.I. arrojó que dentro de la institución falta información sobre la generación, utilización y disposición de los residuos peligrosos en cada uno de Los laboratorios en los que se manejan los materiales y residuos peligrosos; en los laboratorios de Ciencias de la Tierra, Materiales y Corrosión y Químico-Ambiental, que son los espacios en donde se utilizan y generan residuos peligrosos, el resto de personal que elabora en el edificio educativo hacen uso de pilas y/o baterías las cuales también son consideradas como residuos peligrosos.

En la figura 8, se muestra una grafica en la cual indica los porcentajes de una de las principales preguntas que se les realizó al personal del I.I. donde aproximadamente un 70 % del personal respondió que hace uso de las pilas para equipos como: cámaras, ratones inalámbricos y equipos de laboratorio las cuales son usadas para el desarrollo de sus actividades diarias.

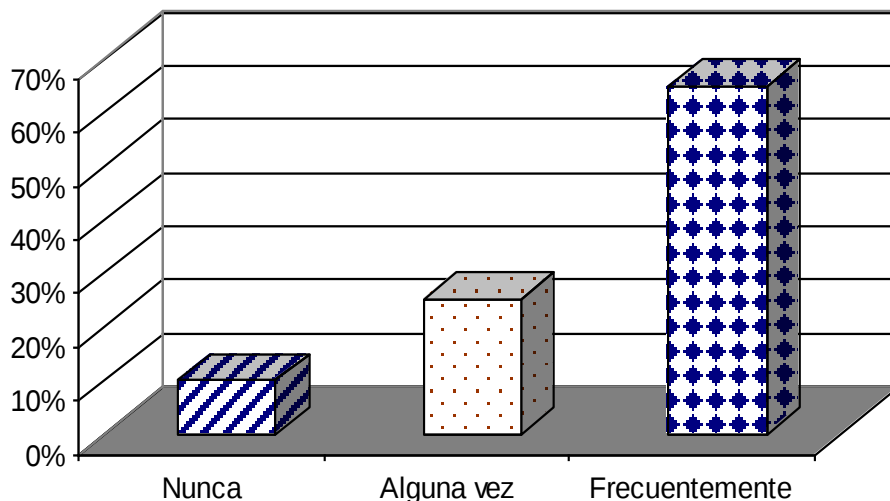


Figura 8. Utilización de pilas y/o baterías

En la figura 9 se puede observar el destino de las pilas una vez que cumplen con su función las cuales a partir de este punto éstas se convierten en residuos peligrosos donde más del 80% del personal que las utilizan estas van a dar directamente a la basura o en el peor de los casos las dejan en cualquier lugar (no definidos), donde al final estas terminan en la misma; con todo esto se puede percibir la gran falta de información sobre que hacer con los residuos peligrosos y aún más con los daños que éstas ocasionan al irse a los basureros municipales, como en este caso son las pilas y/o baterías desechadas.

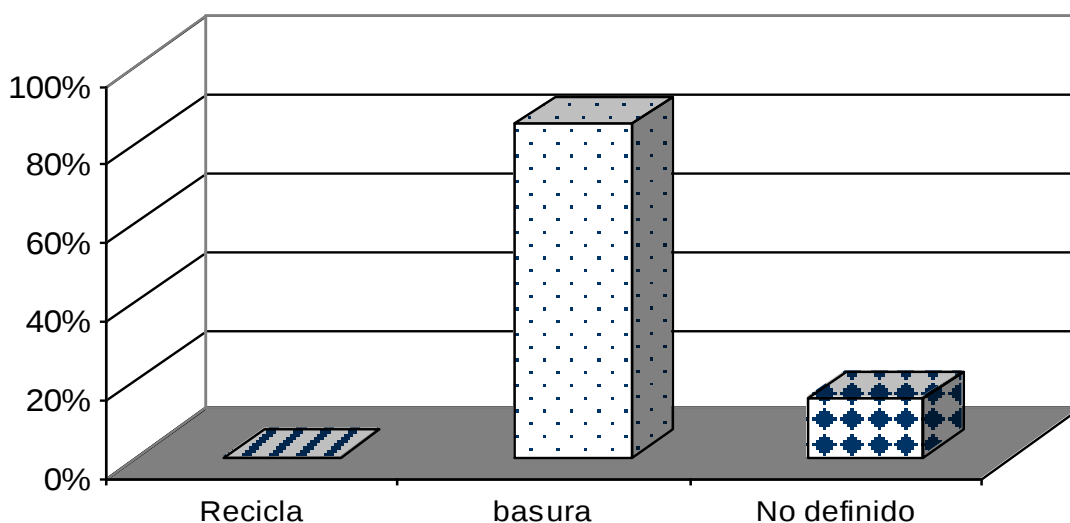


Figura 9. Desecho de pilas y/o baterías usadas.

5.2 Eco-mapa y Eco-balances del I.I.

Como se puede observar en la figura 10 se identificaron las principales áreas donde se utilizan materiales peligrosos y se generan residuos peligrosos.

Los puntos críticos de manejo y uso de materiales peligrosos son identificadas con un círculo rojo sobre el plano del I.I. del cual son identificadas tres zonas las cuales son: laboratorio Químico-Ambiental, laboratorio de Ciencias de la Tierra y laboratorio de Corrosión.

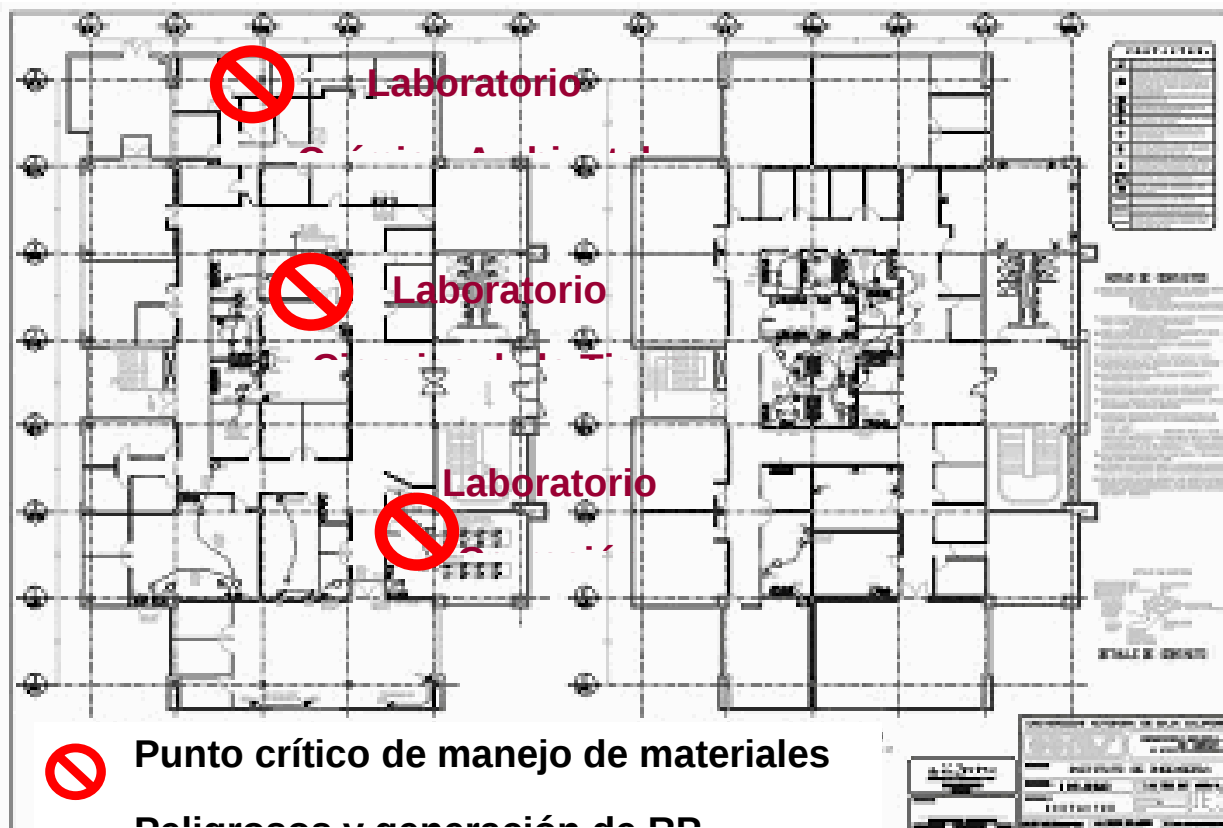


FIGURA 10: Eco-mapa del I.I. de la UABC de identificación de puntos críticos de utilización de materiales peligrosos y generación de residuos peligrosos.

Eco-balances

En la figura 11. Se puede observar el Eco-balance general que se tiene dentro del I.I. con sus entradas y salidas durante el proceso productivo que se tiene como resultado de las investigaciones que realizan en cada uno de los laboratorios donde se utilizan y se generan materiales y residuos peligrosos; así como la parte administrativa que también aporta en la formación de recurso humano donde los más importantes son los residuos peligrosos y residuos especiales (pilas usadas).

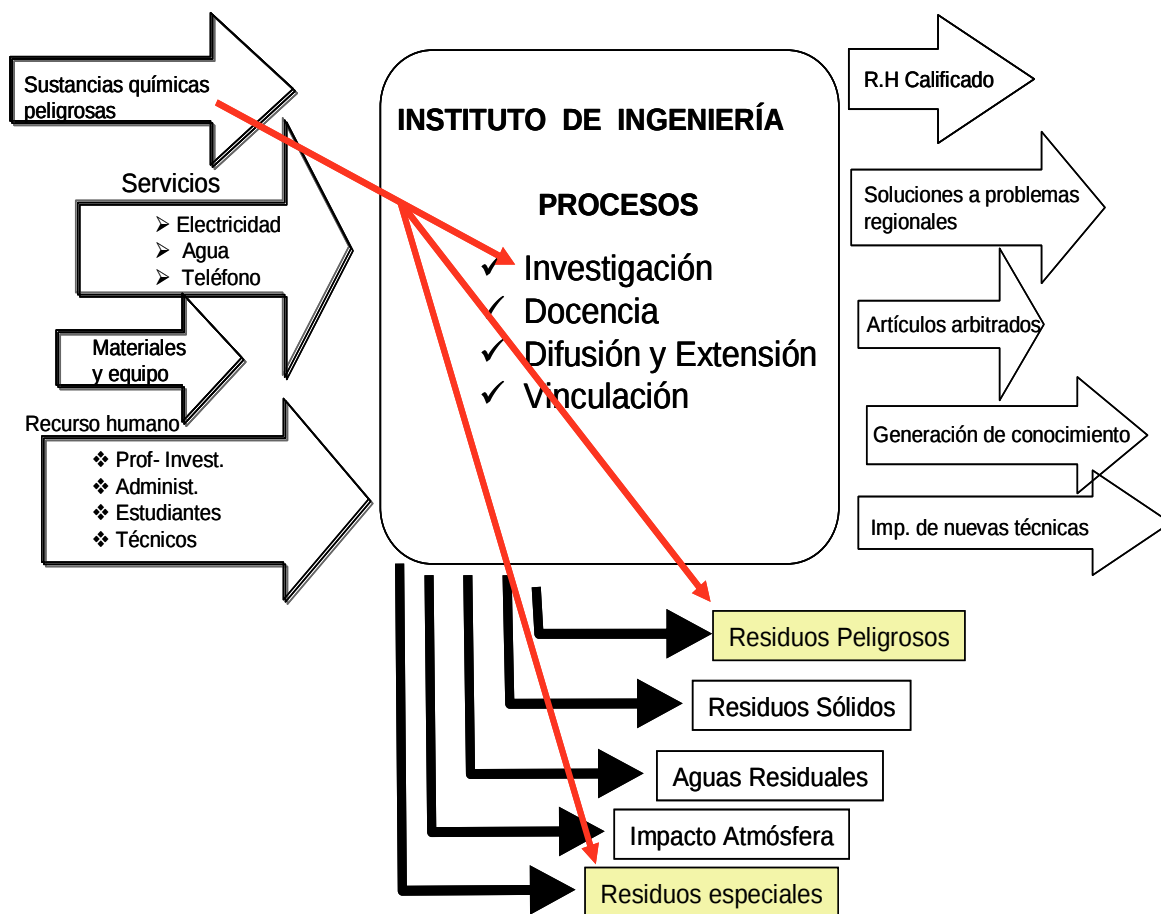


Figura 11. Eco-balance del I.I. de la UABC.

Como resultado del desglose del Eco-balance general se obtiene el Eco-balance específico donde se identifica que una de las actividades más importantes que ahí se realiza como lo es la investigación, en el cual se esquematizan de las entradas y salidas que se tienen en los diferentes laboratorios en donde se utilizan materiales peligrosos y se generan residuos peligrosos.

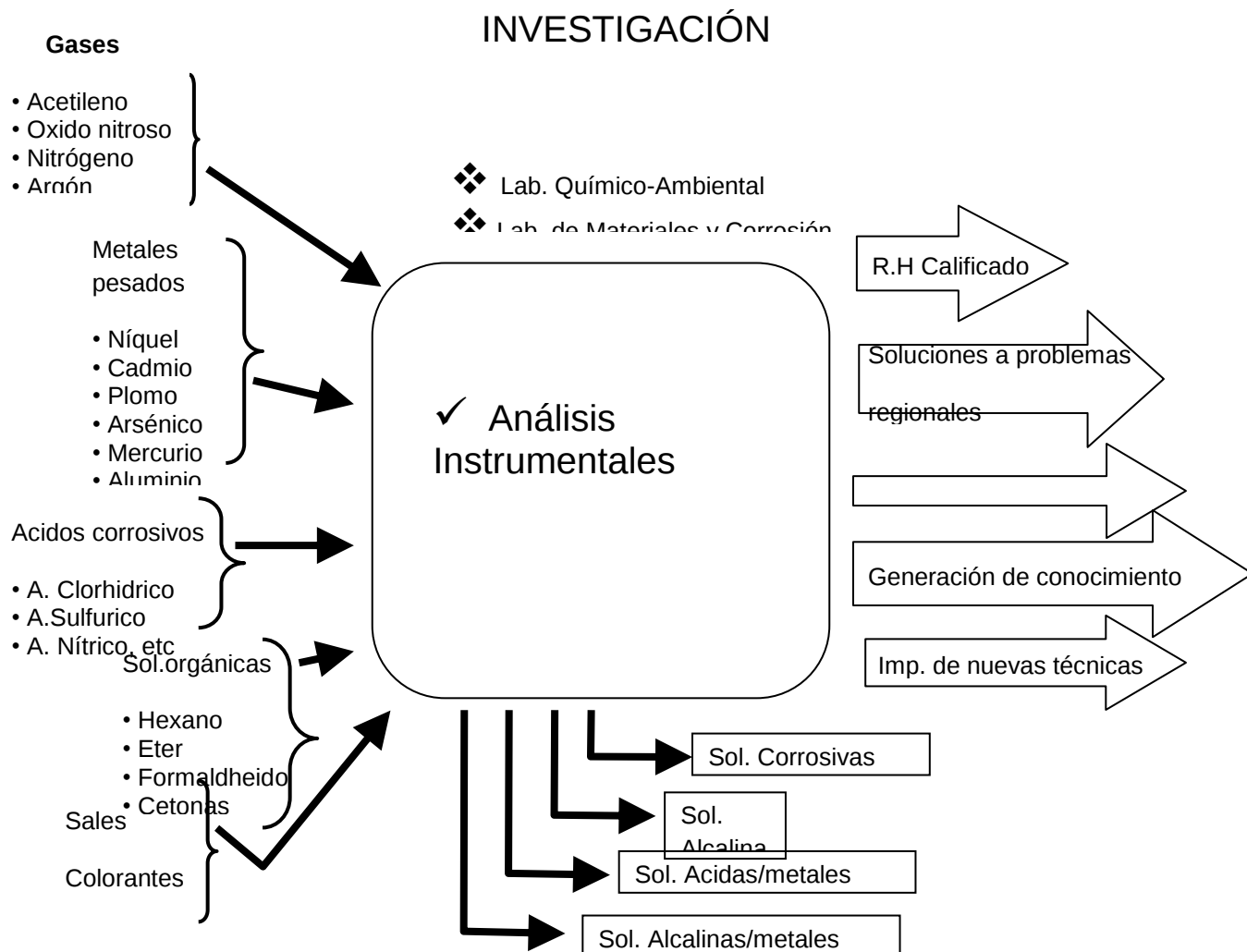


Figura 12. Eco-balance en Investigación

Del Eco-balance general se elaboró un Eco-balance específico en el cual se identificaron las áreas de oportunidad donde se trabajó muy cerca durante el desarrollo de este proyecto de donde se identificaron los laboratorios: Ciencias de la Tierra, Químico Ambiental y de Materiales y Corrosión como los principales usuarios de materiales peligrosos y generadores de residuos peligrosos y fue en estos laboratorios donde principalmente se llevó a cabo todo el trabajo ya que es el lugar donde se presenta el área de mayor oportunidad de minimización y utilización de los materiales, como de generación de residuos peligrosos.

5.3 Diagnóstico ambiental del I.I.

En los inicios de la investigación se creía que el I.I. no contaminaba por ser una institución académica donde su giro principal radica en la investigación y la formación de recursos humanos. Se pudo comprobar que si bien es cierto que el I.I. provoca un impacto positivo al medio ambiente por el desarrollo de nuevos métodos y la utilización más eficiente de los recursos se pudo comprobar que también genera un impacto negativo ya que al hacer uso de todos los recursos se generan productos que afectan al ambiente.

De ahora en adelante no sólo se debe considerar al I.I. como una institución donde se realizan aportaciones a la ciencia y se forman recursos humanos si no como una pequeña industria donde existe su línea de producción en la cual se tienen productos y subproductos tanto positivos como negativos al medio ambiente y/o a los seres humanos.

Dentro de los hallazgos mas importantes que se tuvieron durante el estudio se pueden enumerar los siguientes:

1. No se tenía un control de inventario sobre las entradas y salidas de materiales peligros, así como no se encontraban identificados ni clasificados bajo las especificaciones que la normatividad mexicana lo requiere como es la NOM-054-SEMARNAT-1993, la cual establece el procedimiento para la determinación de la compatibilidad entre los materiales peligrosos y la NOM-052-SEMARNAT-2005, la cual establece las características de los materiales y residuos peligrosos. Esto aplica para las tres áreas identificadas con el uso de materiales peligrosos y por ende la generación de residuos peligrosos; como lo fue el laboratorio de Químico-Ambiental, laboratorio de Materiales y Corrosión y el laboratorio de Ciencias de la Tierra.

2. Al no contar con un control de entradas y salidas de los materiales peligros se encontró que se tenían inventarios muy altos de sustancias peligrosas que se habían estado almacenando por más de 15 años atrás por lo que la mayoría de los reactivos se encontraban caducados, convirtiéndose en residuos peligrosos y estos se encontraban revueltos con los materiales vigentes. Esta situación se presentó en los laboratorios Químico-Ambiental, de Materiales y Corrosión y de Ciencias de la Tierra.
3. El I.I. no estaba teniendo un cumplimiento de la regulación ambiental vigente estatal y federal ya que siendo una institución generadora de residuos peligrosos no contaba con los registros ni con la autorización de SEMARNAT como generador de residuos peligrosos.
4. Se encontraron residuos peligros con más de cinco años de almacenamiento dentro del Instituto, en un almacén que no contaba con las especificaciones establecidas en el Reglamento Federal en Materia de Residuos Peligros de la LGEEPA.
5. El I.I no contaba con un almacén temporal de residuos peligrosos como lo estipula el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA.
6. Algo importante que se pudo observar fue que con la utilización de tanta tecnología inalámbrica se tenía un uso excesivo de pilas y/o baterías ya que así lo requieren las investigaciones, pero no se contaba con ninguna información sobre los tipos de contaminantes que contienen las pilas dentro de su composición así como los daños que ocasionan a los seres vivos y al medio ambiente; tampoco se contaba con ningún tipo de recolección de pilas ya que

éstas eran vertidas directamente a la basura y por consiguiente iban a parar a los basureros municipales generando un daño irreversible.

7. Se observó que el I.I. no se cuenta con todas la medidas de seguridad e higiene para los trabajadores y alumnos.

5.4 Alternativas de PML para la prevención de la contaminación por materiales peligrosos y residuos peligrosos

De la información que se obtuvo del diagnóstico ambiental, se encontraron en el dos grandes áreas que utilizan materiales peligrosos y que generan residuos peligrosos, una de ellas corresponde a oficinas donde los investigadores hacen uso de materiales peligrosos entre los que se encuentran las pilas, las cuales después de su vida útil se convierten en residuos peligrosos que deben ser manejados como tales y en apego a la normatividad mexicana vigente en materia de residuos peligrosos mencionada anteriormente. Otra área, la de mayor importancia, corresponde a los laboratorios de investigación donde se maneja el mayor volumen de materiales y residuos peligrosos.

Es importante aclarar que dadas las condiciones y el gran interés y disposición por parte de las autoridades tanto del I.I. como de Rectoría en proteger el medio ambiente y en cumplir la legislación en materia ambiental y de seguridad e higiene, se autorizaron los recursos económicos necesarios para la ejecución y cumplimiento de la mayoría de las alternativas de solución y acciones correctivas propuestas en el presente estudio una vez que se realizó el diagnóstico ambiental sobre las condiciones en las que se encontraba el I.I., por lo que se procedió a la realización del plan de acción y tiempos de realización como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Plan de alternativas y propuestas aplicadas

PROBLEMA	PROPUESTA	ACCIÓN APLICADA
No se cuenta con un inventario de sustancias peligrosas, ni sus cantidades	La realización de un inventario global de todas las sustancias.	Se hizo inventario de existencias de las sustancias químicas en cada laboratorio del Instituto (Laboratorios Químico- Ambiental, de Materiales y Corrosión y Ciencias de la Tierra).
No se cuenta con un inventario sobre las sustancias peligrosas, ni las cantidades almacenadas.	La realización de un inventario global de las sustancias.	Se realizó el inventario de existencias de las sustancias químicas en cada uno de los laboratorios.
NO se tienen identificadas las sustancias químicas, ni cual es su grado de toxicidad.	Identificación de las sustancias químicas.	Se identificaron las sustancias peligrosas conforme lo indica la NOM-052-SEMARNAT-2005
Las sustancias químicas se encuentran almacenadas de manera insegura.	Almacenar todas las sustancias bajo los lineamientos como lo estipula la norma.	Las sustancias se almacenaron de manera separadas las sólidas de las líquidas, a demás de que las líquidas se colocaron dentro de contenedores con material absorbente para contener derrames en caso de emergencia.
Las sustancias peligrosas no contaban con la identificación correspondiente de acuerdo a sus características de compatibilidad.	La identificación de las sustancias peligrosas por medio de sus características de compatibilidad entre ellas.	Todas las sustancias se identificaron por compatibilidad tal como lo indica la norma NOM-054-ECOL-1993.
No se tiene control sobre las entradas y salidas de sustancias peligrosas así como quienes son las personas que las utilizan.	Se plantea control de entradas y salidas de las sustancias.	Se realiza un registro de las entradas y salidas de las sustancias peligrosas donde se indica que, quien, cuando, cuanto y para que es utilizada cada una de las sustancias.

No se cuenta con las hojas de seguridad de las sustancias peligrosas, se tienen algunas pero son en inglés y no en español en donde se indique de manera clara y precisa que hacer en caso de una contingencia.	Solicitar a los proveedores las hojas de seguridad en español para todas las sustancias que se tenga en existencia.	Hoy ya se cuentan con las respectivas hojas de seguridad en español para todas las sustancias peligrosas ordenadas de manera alfabética en cada uno de los laboratorios.
La institución académica no está dada de alta y no cuenta con las autorizaciones correspondientes, como empresa generadora de residuos peligrosos.	Dar de alta al Instituto de Ingeniería como empresa generadora de residuos peligrosos ante la autoridad SEMARNAT.	Se dio de alta el Instituto de Ingeniería como institución micro generadora de residuos peligrosos como resultado hoy en día se tiene un registro ambiental.
No se cuenta con un almacén temporal de residuos peligrosos como lo establece la LGEEPA.	La construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos como lo establece la ley.	Se construyó el almacén temporal de residuos peligrosos bajo los lineamientos que indica la LGEEPA.
Se tienen residuos peligrosos almacenados por mas de cinco años de manera insegura ante una contingencia.		
No se tiene la disposición de los residuos peligrosos por mas de cinco años de operación de Instituto de Ingeniería.	Establecer el contrato con una empresa autorizada para la recolección y disposición de los residuos, así como su respectivo programa para el uso y desecho de los mismos.	Se tiene el contacto con la empresa autorizada y se promueve el programa de concientización sobre el uso manejo y desecho de los residuos peligrosos.
El desecho de las pilas usadas en el Instituto de Ingeniería se realiza de manera inadecuada, así como su generación es muy alta y falta de información sobre lo contaminantes que pueden llegar a ser.	Establecer un programa informativo sobre el uso y desecho de las pilas utilizadas.	Se promueve un programa de concientización sobre el uso y desecho de las pilas usadas.
No se cuenta con todas las medidas de seguridad e higiene dentro de las instalaciones del Instituto de	Dar un plan de trabajo sobre todos los aspectos de inseguridad que se deben cumplir de acuerdo a la	Se realizan todas las medidas de seguridad e higiene en la instalación de la unidad académica.

Ingeniería como lo marca la ley.	norma.	
----------------------------------	--------	--

5.5 Alta de Registro ante la SEMARNAT

De acuerdo a los lineamientos que establece la SEMARNAT en la LGEEPA, en el capítulo 2, todo generador de residuos peligrosos deberá identificar, clasificar y manejar sus residuos peligrosos de acuerdo con las disposiciones contenidas en los diferentes artículos de la ley. Debido a esto, se realizó la inscripción del I.I. como empresa generadora de residuos peligrosos ante SEMARNAT para hacer del conocimiento público que la Unidad Académica Mexicali I es generadora de residuos peligrosos. Con ello se pretende proporcionar información que permita encauzar la política ambiental para la prevención y control de la contaminación.

El registro ante la SEMARNAT se llevó a cabo durante el periodo agosto-septiembre de 2005. Entre los requisitos para realizar el trámite, se entregaron a la SEMARNAT algunos documentos con la información sobre la institución como:

- Nombre de la empresa o razón social como esta dada de alta ante SHCP.
- RFC de la empresa.
- Domicilio de la institución.
- Persona de contacto responsable de los residuos o del control ambiental.
- Horarios de trabajo.
- Número de personas que elaboran en la institución.
- Acta constitutiva de la institución.
- Plano del almacén y ubicación en mapa.

Así como algunos trámites legales como se muestran en la siguiente figura:

Hoja General de Registro



**HOJA GENERAL DE REGISTRO PARA LOS
TRÁMITES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE
MANEJO INTEGRAL DE CONTAMINANTES**

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE TRÁMITES
PARA SER LLENADO POR LA SEMARNAT**

1) SOLICITUD NÚMERO: 	2) NÚMERO DE REGISTRO AMBIENTAL: (Si cuenta con este número presentar la Constancia de Registro)
3) RECIBIDO POR: Nombre y firma	(Sello con fecha de recibido)
4) ENVIAR A: Residuos Peligrosos () Riesgo Ambiental ()	

En cumplimiento de los Artículos 1º, 5º, Fracciones VI, 28, 30, 109 bis, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 151 bis, 152, 153 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); y los Artículos 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, y 60 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos; la Norma Oficial Mexicana NOM-053-ECOL-1993; así como los Acuerdos por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con Fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción X y 146º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27º fracción XXXII y 37º fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Expiden el Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, la empresa que represento proporciona a esa dependencia la siguiente información para solicitar se le expida:

NUMERO DE REGISTRO AMBIENTAL

PARA SER LLENADO POR EL SOLICITANTE	
5) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA 	Nombre y firma del representante legal
Declaramos que la información contenida en esta solicitud y sus anexos es fidedigna y que puede ser verificada por la SEMARNAT, la que en caso de omisión o falsedad, podrá invalidar el trámite y/o aplicar las sanciones correspondientes. Lugar y fecha:	Nombre y firma del responsable técnico

Figura 13. Hoja general de registro para los trámites de la Dirección General de Manejo Integral de los Contaminantes.

Una vez que se llenaron los formularios correspondientes y se llevaron a cabo todos trámites se obtuvo el registro

5.6 Construcción del almacén de residuos peligrosos

Durante el periodo 2005-1 se autorizó la construcción del almacén de residuos peligrosos dentro de la Unidad Académica Mexicali I. Dicho almacén se terminó de construir en Noviembre del 2005, bajo los estatutos que la LGEEPA establece y se tiene contemplado que

este almacén temporal los residuos peligrosos de todo el Campus Mexicali I. En la figura 14 se muestra un dibujo de lo que es el almacén temporal de residuos peligrosos.



Figura 14. Almacén temporal de Residuos Peligrosos

En el interior del almacén temporal, contiene diferentes secciones que han sido destinadas a la clasificación de los residuos peligrosos, tales como residuos ácidos, residuos sólidos, residuos básicos y aceites residuales.

En la foto 1 se muestran algunos contenedores con sus respectivos carteles de identificación.



Foto 1. Interior del almacén de Residuos Peligrosos

Una vez que los residuos son ingresados en el almacén temporal se registra en la bitácora diaria de entradas y salidas del almacén, donde se registran las cantidades, el tipo de residuo y así mismo es identificado con la etiqueta que estipula la ley para los residuos peligrosos, en la figura 15 se muestra la etiqueta personalizada (nombre, dirección y número de Registro ambiental del I.I.)

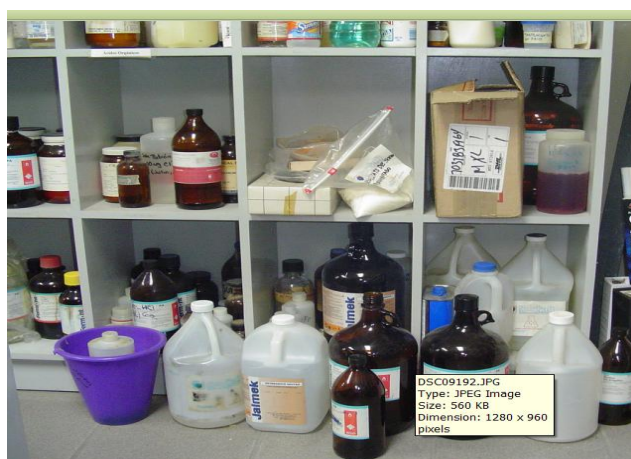
RESIDUOS PELIGROSOS	
SI LO ENCUENTRA, AVISE A LA AUTORIDAD DE SEGURIDAD PÚBLICA MAS CERCANA, O SEMARNAT	
NOMBRE DEL RESIDUO: _____	
CLAVE CRETIB: _____	
INFORMACIÓN DEL GENERADOR:	
NOMBRE: <u>INSTITUTO DE INGENIERÍA UABC</u>	
DIRECCIÓN: <u>BLVD.BENITO JUAREZ Y CALLE DE LA NORMAL S/N COL. INSURGENTES ESTE</u>	
CUIDAD: <u>MEXICALI</u>	ESTADO: <u>B.C</u> C.P. <u>21280</u>
TELÉFONO: <u>(686) 566 41 50</u>	
NÚMERO DE REGISTRO AMBIENTAL DE SEMARNAT: <u>UAEH 70200211</u>	
FECHA INICIAL DE ALMACENAMIENTO: _____	
RESIDUOS PELIGROSOS MANEJESE CON CUIDADO	
NUESTRAS REGLASMENTACIONES EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS PRHIBEN EL MANEJO INAPROPIADO DE RESIDUOS.	

Figura 15. Etiqueta de identificación de residuos peligrosos

5.7 Control de Inventarios y Reactivos Químicos

El control de inventarios y reactivos químicos es una actividad que se llevó a cabo durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2005 para el laboratorio Químico-Ambiental. En los meses de febrero, marzo y abril del 2006, para los laboratorios de Corrosión y Ciencias de la Tierra. Para llevar acabo esta actividad se tomaron en cuenta todos los reactivos que se tenían almacenados en los distintos laboratorios es ahí donde se da inició con la separación de los sólidos y líquidos para después a proceder a la depuración de los reactivos o sustancias caducas.

En la foto 2 se muestran como es que se encontraban sin ningún orden los diferentes reactivos en los laboratorios, los reactivos caducos se tenían revueltos, con vigentes y no se tenía ni la idea de con que reactivos se contaba ni las cantidades. Y en la foto 3 se observa que algunos reactivos no tenían espacios en los estantes y por lo tanto se encontraban en el piso directamente.



denados

Foto 3. Reactivos desordenados y en el piso

En la tabla 3 se muestra en forma parcial la clasificación de sustancias de acuerdo con su compatibilidad con otras sustancias. En la primera columna de izquierda a derecha se especifica la ubicación física o número de estante (ver también la foto 3) dentro del almacén de reactivos químicos. Posteriormente se muestra el número de control correspondiente (ver foto 5). La siguiente columna, especifica el nombre del reactivo (ver foto 4), después se muestra la fórmula química de la sustancia y finalmente la cantidad inventariada.

En ello se consideraron únicamente los reactivos químicos de los laboratorios ya mencionados; tomando como referencia la NOM-052-SEMARNAT-2005, la NOM-054-ECOL-1993, y el sistema reconocido por la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA, por sus siglas en inglés)

Tabla 3. Clasificación de sustancias químicas

UBICACIÓN	NO.	NOMBRE	FORMULA	PRESENTACION
1	1	Acido borico	H_3BO_3	125 g
2	2	Acido silicico	H_2SiO_3	500 g
2	3	Acido sulfamilico	$NH_2C_6H_4SO_3H$	125 g
2	4	Etilendinitrilo - Acido tetracetico sal disodica	$C_{10}H_{14}O_8N_2Na_2 \cdot 2H_2O$	1 lb
2	4	Etilendinitrilo - Acido tetracetico sal disodica	$C_{10}H_{14}O_8N_2Na_2 \cdot 2H_2O$	1 lb
3	5	Acido benzoico	C_6H_5COOH	1 lb
3	6	Acido carminico	$C_{22}H_{20}O_{13}$	10 g
3	7	Acido Cítrico	$H_3C_6H_5O_7 \cdot H_2O$	1 lb
3	8	Acido Dietilentriamino-Pentacetico DTPA	$C_{14}H_{23}N_3O_{10}$	100 g
3	9	Acido salicilico	$HC_7H_5O_3$	500 g
6	10	Carbonato de sodio	Na_2CO_3	500 g
6	10	Carbonato de sodio anhidrido	Na_2CO_3	2 kg
6	10	Carbonato de sodio anhidrido	Na_2CO_3	2 kg
6	10	Carbonato de sodio anhidrido	Na_2CO_3	500 g
6	11	Hidroxido de calcio	$Ca(OH)_2$	500 g



Foto 4. Estantes del almacén de reactivos

Foto 4. Reactivos ordenados y etiquetados



Foto 6. Reactivos etiquetados, clasificados y con número de control

5.8 Resultados del control de inventarios

Como resultado del inventario, se registraron aproximadamente 320 reactivos químicos, entre sólidos y líquidos. A cada uno de los reactivos se le asignó una hoja de control, la cual será utilizada para mantener actualizado el inventario. Así como el control de entradas y salidas de dichos reactivos. En la figura 16, se muestra un ejemplo de una hoja de control para los reactivos o sustancias que se utilizan en los diferentes laboratorios.

Nombre de la Sustancia: Glicerina

Fórmula: $C_3H_8O_3$

Ubicación: E

No. de Control: 37

Grupo: 4

INSTITUTO DE INGENIERIA

Control de Sustancias Químicas



FECHA	HORA	NOMBRE	ENTRADA ALMACEN	SALIDA ALMACEN	TOTAL ALMACEN	OBSERVACIONES	REVISAR

Figura 16. Hoja de control para reactivos químicos

5.9 Generación y Disposición de residuos peligrosos

Hace más de cinco años la escuela de Pedagogía donó al I.I. una gran cantidad de sustancias químicas que en su momento estas se encontraban en perfectas condiciones para su utilización, sólo que nunca se percató que las cantidades de las sustancias eran muy grandes y que tal vez por los tipos de análisis específicos que se realizan en el Instituto (laboratorio de Químico-Ambiental) no se utilizarían; y estas tarde que temprano se convertirían en residuos peligrosos una vez que su vida útil terminará y en efecto esto ocurrió; ya que cuando se inició con el desarrollo del proyecto en la primera etapa fue realizar inventarios sobre las sustancias caducas las cuales se obtuvieron en grandes cantidades; En la tabla 4 se muestran las cantidades de las sustancias químicas caducas que se convirtieron en residuos peligrosos el cual generó altos costos de ineficiencia ya que estas son pérdidas para la Institución, por que en un principio estas formaban parte de un inventario de sustancias cuales representaban dinero, además del riesgo que se corría por su almacenamiento en caso de una contingencia y se ocasionará derrame.

Tabla 4. Total y costos de sustancias caducas dispuestas

Sustancias	Cantidad Kg/L	Costo aproximado de las sustancias \$	Costo por disposición
Sólidas caducas	94.32	10,211.85	13,741.00
Líquidas caducas	19.28	46,002.35	694.08
TOTAL	113.60	56,214.20	14,435.08

Aunado a la pérdida que ya se tenía por contar con las sustancias caducas además se tuvieron que pagar altas cantidades por disposición de los residuos peligrosos que se convirtieron dichas sustancias.

Otra situación que también dió pie a que muchas sustancias químicas se convirtieran en residuos peligrosos, fué el no contar con inventarios reales de las sustancias existentes, al igual que las cantidades con las que se contaba; y cada que se daba inició a una nueva investigación se adquirían nuevos reactivos, sin antes consultar en los almacenes si se contaba o no con dichos reactivos; por esta situación se encontraron cuatro o mas frascos abiertos y ya caducados los diferentes reactivos.

En la figura 17 la gráfica muestra las cantidades de residuos peligrosos sólidos y líquidos que se han generado y dispuesto del semestre 2004-1 al 2006-2.

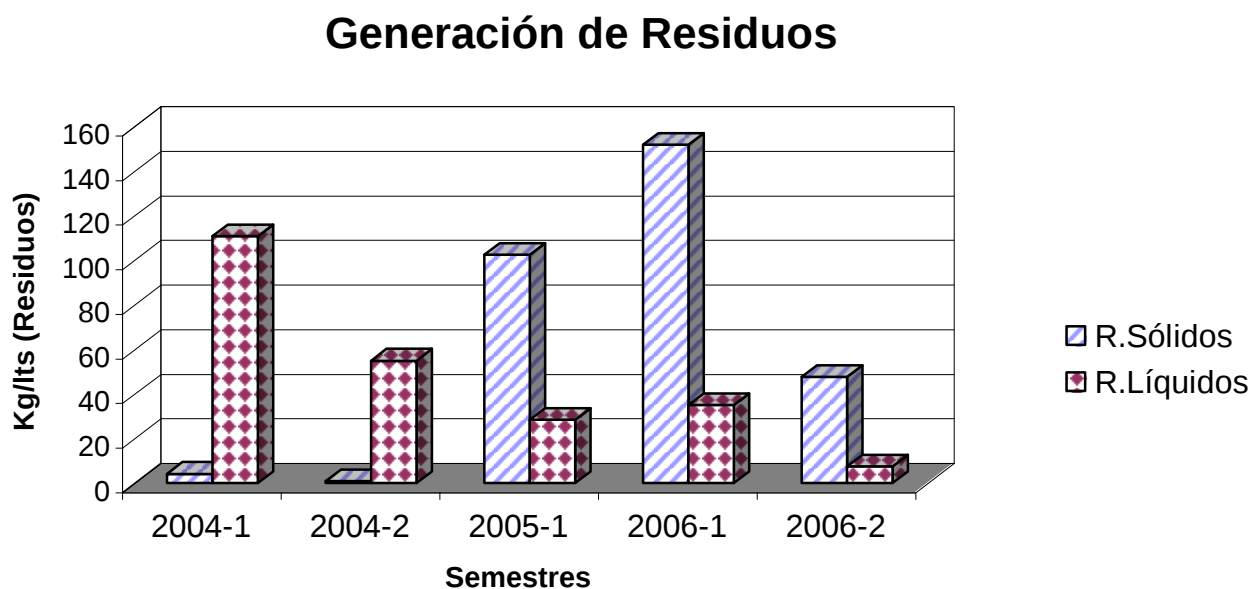


Figura 17. Generación de residuos por semestres

Como se puede observar en la gráfica anterior los residuos los residuos peligrosos generados en el semestre 2004-1, en su mayoría son residuos líquidos dado que eran residuos peligrosos almacenados por mas de cinco años de operación del laboratorio Químico-Ambiental del I.I. y después de ese semestre las cantidades disminuyeron considerablemente y durante los últimos semestres las cantidades de los residuos sólidos casi son nulos; a partir del semestre 2005-1, la generación de los residuos sólidos es muy alta ya que es la etapa donde se realizaron los primeros inventarios de las sustancias químicas peligrosas; para el semestre del 2006-1, se realizó la disposición de las sustancias caducas de los laboratorios de Materiales y Corrosión y de Ciencias de la Tierra, también se dispusieron como lo marca la ley.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El desarrollo del presente estudio permitió identificar todos los aspectos significativos que intervienen en el quehacer del Instituto de Ingeniería y el nivel de impacto ambiental, considerando que no todo el impacto producido es positivo sino que el desarrollo de tecnología y la formación de recursos humanos también produce impactos negativos en el ambiente, los cuales hay que aminorar.
2. Hoy en día el I.I. de la UABC, ya cuenta con las autorizaciones y registros ante SEMARNAT lo cual da una imagen ante la sociedad como una institución comprometida con el medio ambiente

3. El Instituto lleva un manejo adecuado y uso eficiente de sus materias primas controlando las primera entradas y salidas de sus materiales, así como sus existencias evitando las pérdidas por sustancias caducas, que se puedan convertir en residuos peligrosos; a demás de un manejo adecuado de los residuos peligrosos que se generan durante el proceso, realizando las disposiciones de residuos peligrosos, ante las compañías autorizadas por la SEMARNAT; asimismo las declaraciones semestrales por medio de la Cédula de Operación Anual (COA) ante SEMARNAT cumplimiento así la transparencia de las operaciones y sus generaciones.

4. Todas las estrategias y acciones que se propusieron en este estudio no quedaron sólo a nivel de propuesta sino que fueron bien vistas por las autoridades del I.I. por lo que se autorizaron los recursos necesarios para su ejecución y cumplimiento.

5. El desarrollo y aplicación de este estudio le permitió al instituto estar en condiciones de ingresar al Programa Nacional de Auditoria Ambiental de PROFEPA para obtener el Certificación de Cumplimiento Ambiental que equivale al de Industria Limpia o Industria Verde que se otorga a las industrias.

6. Con la ejecución de este estudio el Instituto hoy en día se ha convertido en la punta de lanza en la UABC la difusión de la cultura ambiental interna y externa y en la formación de recursos humanos calificados en prevención de la contaminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias L., 1980. Diagnóstico de sistemas de producción. Herramienta de planificación de la investigación en la Estación Experimental del Norte-Oriente de Guárico. FONAIAP Valle de la Pascua. Estado Guárico. p. 36.

ATSDR, 2006. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, ToxFAQs. División de Toxicología y Medicina Ambiental 1600 Clifton Road NE, Mailstop F-32 Atlanta, GA 30333.
http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts116.html

Barahona Enrique, 2002 Contaminación de suelos. Capítulo 2: Tipos de degradaciones de los suelos.

Castro D. J., M. Díaz A., 2006. Instituto Nacional de Ecología "La contaminación por pilas y baterías en México" Gaceta ecológica No.72

CCA, 2004. Comisión para la Cooperación Ambiental. Estrategias para la prevención de la contaminación en América del Norte.
http://www.cec.org/files/PDF/POLLUTANTS/pols_ES.pdf

CMPML, 2004. Centro Mexicano para la Producción Más Limpia. <http://www.cmpl.ipn.mx>

Dawson Sandra M., 2006. "Hablemos de Inventos"
<http://inventors.about.com/library/inventors/blbattery1.htm>

DOF, 1993. Diario Oficial de la Federación, 7 de abril de 1993. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Secretaría de Comunicaciones y Transportes,

Enkerlin Ernesto C., Cano Jerónimo, Garza Raúl A., Vogel Enrique. 1997 "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible". Internacional Thomson Editores. México.

EPA, 2005. Guía del Medio Ambiente de la EPA (documento N° 520/B-94-001). www.epa.gov

FAO, 1967. (Food and Agriculture Organization). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La erosión del suelo por el agua. Cuadernos de fomento agropecuario. N° 81 [Roma](#). 207 p.

FAO, 2006 (Food and Agriculture Organization) Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo, FAO.

<http://www.fao.org/DOCREP/006/W0073S/w0073s0e.htm>

García C., 2004. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería. Mexicali, B. C.

Glynn Henry J., Gary W. Heinke, 2006. "Environmental Science and Engineering

Gómez Romero Pedro, 2005. "Divulgación Científica" <http://www.cienciateca.com>

INE, 2006. Instituto Nacional de Ecología.

www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/438/cap5.html

(Inventors, 2006) Battery History
<http://inventors.about.com/library/inventors/blbattery.htm>

Microorganismos, 2006. <http://wikipedia.org/wiki/Microorganismoorganismos>

NOM, 1998. Norma Oficial Mexicana sobre Seguridad e Higiene: NOM-005-STPS-1998. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

NOM, 2003. Norma Oficial Mexicana: NOM-010-SCT2-2003. Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte, de sustancias, materiales y residuos peligrosos. Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

NOM, 2005. Norma Oficial Mexicana: NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

NOM, 1993. Norma Oficial Mexicana: NOM-053-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

NOM, 1993. Norma Oficial Mexicana: NOM-054-SAMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

http://www.stps.gob.mx/04_sub_prevision/03_dgsht/normatividad/normas/nom_005.htm

ONUDI, 2004. Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial.

<http://www.onudi.org.mx/proyectos.html>

PDEQ, 2006. Air Info Now y el Departamento de Calidad del Medio Ambiente del Condado Pima. 150 West Congress Street, Tucson AZ 85701.

http://www.airinfnow.com/espanol/html/ed_co.html

<http://www.deq.pima.gov/index.html>

PNUMA, 2004. Naciones Unidas-Centro de Información. México, Cuba y República Dominicana.

<http://www.cinu.org.mx/onu/estructura/mexico/prog/pnuma.htm>

P&G México, 2006. Que partículas contaminan el Aire. P&G México.

http://pg.com.mx/comunidad/quar_aire lec...

Rodríguez Rivera Alma Luisa, 2005. Elaboración de Pigmentos Inorgánicos a partir de Residuos Sólidos. Universidad de las Américas, Puebla.

Salud y Servicios Humanos, 2006. Departamento de Salud y Servicios Humanos

<http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/default.htm>

Scott Michel, 1995. Ecología. Colección Oxford Joven. Ediciones EDEBE. Barcelona.

SMA, 2005. Secretaria del Medio Ambiente.

<http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=1>

SMA, 2005. Secretaría de Medio Ambiente.

<http://www.sma.df.gob.mx/sma/modules.php?name=FAQ&myfaq=yes>

Varsavsky A., 2004. "Química verde y prevención de la contaminación" Fundación Nexus <http://www.aqa.org.ar/iyq1.htm>

Baterías y Pilas www.proyectogeo.com/bateriasypilas/histopilas.asp

Battery History <http://inventors.about.com/library/inventors/blbattery.htm>

Ceceña J.Carreón T, López L. M. Hernández 1993. "La investigación en México sobre el impacto en la salud por los contaminantes químicos ambientales." Mes de noviembre.

CESPT, 2005. Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana.
<http://www.cespt.gob.mx/cultura/datos.htm>

Contaminación atmosférica: consecuencias e implicaciones.
www.sistema.itesm.mx/va/deptos/ci...

Contaminación. Universidad Nacional de Colombia.

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000088/lecciones/seccion4/capitulo10/04_10_04.htm

Departamento de Salud y Servicios Humanos
<http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/default.htm>

Echarri L. "Ciencias de la tierra y Medio Ambiente"

<http://www.tecnun.es/asignaturas/ecología/hipertexto/indice.html>

EPA. Guía del Medio Ambiente de la EPA (documento N° 520/B-94-001).

Fundamentación para la cátedra de energía solar de la Universidad de la Habana.
<http://www.cubasolar.cu/instituciones/ces-uh/fundamentos.htm>

Fañá B. Juan. Evaluación rápida de la contaminación hídrica

<http://www.ambiente-ecologico.com/067-02-2000/juannicolafania67.htm>

García Cosme. Premio Historia de las Pilas. www.cosmegarcia.com

Goodman & Gilman. The Pharmacological Basis of Therapeutics - Pergamon. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación "Ciencia Hoy", 1990.

Greenpeace. Lo que usted debe saber acerca de las pilas.

<http://www.greenpeace.org/mexico/news/lo-que-usted-debe-saber-acerca>

Greenpeace. Pilas y Baterías muy tóxicos cerca de ti.

<http://www.greenpeace.org/mexico/campaigns/t-xicos/pilas-y-bater-as-t-xicos-muy>

Indoor Air Quality (IAQ) <http://www.epa.gov/iaq/pubs/coftspan.html>

Instituto de Prospectiva Tecnológica

http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/ippc_brefs/library?!=/bref_treatment/treatment_revis eddoc/ EN 1.0 &a=d

Instituto Nacional de Metrología en Hidrología - INAMHI

www.inamhi.gov.ec/educativa/diccionario/letraQ.htm

Jacott Marisa. "Tóxicos en Casa: Pilas y Baterías, Manual de buenas práctica ambientales en las familias profesionales. Administración, oficinas comercio, docencia e investigación, seguros y finanzas. Ministerio de medio ambiente. <http://www.analiter.net>

Meteorología y la atmósfera.

<http://www.lamolina.edu.pe/cgta/cursovirtual/meteorologia/leccion1.pdf>

Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability. National Research Council.

Miller G. Tyller. "*Ecología y Medio Ambiente*". Edit. Iberoamérica. 1994.

Mueso de las Ciencias. Tema: Pilas y baterías www.universum.unam.mx

Múgica Á. V. y Figueroa L. J. "Contaminación Ambiental". UAM. 1996.

Odum P. Eugene. Ecología. Interamericana. 1985.

Ondarza N. Raúl. Ecología. "El hombre y su ambiente". Editorial Trillas. 1995.

Organización Mundial de la Salud.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html>

Panasonic. www.pilas.propanasonic.com/historia.html

Papale S, Ruiz A. Educación Ambiental "Una Causa Común" Editorial de la U.N.L.P. ISBN: 950-34-095-3.1997.

Portal de Educación Ambiental. www.ecoeduca.cl

Prevención de la contaminación en México. Mesa Redonda.

<http://www.pcmexico.org/mrpcespanol/casos/doctos/casos.html>

Principales contaminantes del Aire. <http://www.xtec.es/~pcairo/bios/b1.htm>

Recursos de Agua. <http://water.usgs.gov/gotita/earthwherewater.html>

SIMAT Sistema de Monitoreo Ambiental de la Ciudad de México

<http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnso2.htm>

Transición Energética. www.funtener.org

Universidad Central de Venezuela. <http://vitae.ucv.ve/?module=articulo&n=296>

Vocabulario inglés y español de bioquímica y biología molecular 7^{ma}

http://www.medtrad.org/panacea/Actual/n_21-22_tradyterm_Saladrigas.pdf

Wais de B. Irene Ecología de la Contaminación Ambiental. Editorial: Ediciones Universo.