



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PROPUESTA PARA UN PROGRAMA DE TRATAMIENTO DE  
PILAS DOMÉSTICAS EN DESUSO**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PRESENTA**

**VICTOR ALFONSO TUN POOL**

**DIRECTOR**

**BIOL. LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO**

**CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO FEBRERO DE 2009**



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISION DE CIENCIAS E INGENIERIA**



Tesis elaborado bajo la supervisión del Comité de Tesis del Programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

Licenciado en Ingeniería Ambiental

**Comité de tesis:**

**Director:** \_\_\_\_\_  
Biol. Laura Patricia Flores Castillo

**Asesor:** \_\_\_\_\_  
I.Q. José Luís Guevara Franco

**Asesor:** \_\_\_\_\_  
M.C. José Martín Rivero Rodríguez

**Asesor suplente:** \_\_\_\_\_  
M.I.A. Juan Carlos Ávila Reveles

**Asesor suplente:** \_\_\_\_\_  
Q.F.B. José Luís Gonzáles Bucio

*Chetumal Quintana Roo, Febrero de 2009.*

*Dedicatoria:*

*A mis padres la Sra. Maria Dominga Pool Canche y al Sr. Teodoro Tun Tun, por que gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos mas grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo amor y confianza que en mi se deposito y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado mas grande que pudiera recibir y por lo cual viviré eternamente agradecido.*

*Los amo...*

## *Agradecimientos:*

*A Dios por darme la vida y la oportunidad de vivir este grandioso momento, por darme principalmente salud, amor y la paciencia necesaria para concluir mi carrera profesional, gracias señor que si ti nada seria posible.*

*A mis hermanos, por que es el regalo más grande que tengo, el poder compartir este triunfo con ellos es lo máximo, con cariño y respeto los quiero muchísimo.*

*A mi novia Anel, por darme la oportunidad de demostrarle mi amor, la confianza que en mi depósito, por la paciencia y por su incondicional apoyo. Te amo princesa.*

*A la Universidad de Quintana Roo por abrirme la puertas para continuar con mi preparación profesional y por todos los servicios ofrecidos durante estos 5 años.*

*A mi directora de tesis las Biol. Laura Patricia Flores castillo por sus consejos, conocimientos, apoyo y la paciencia brindada en la revisión de este trabajo.*

*Al I.Q. José Luis Guevara Franco por proporcionarme sus conocimientos y su incondicional apoyo para la realización de este trabajo.*

*Al M.C. José Martín Rivero Rodríguez por todos los conocimientos que me proporciono a lo largo de la licenciatura así como en la revisión de mi trabajo.*

*Al M.I.A Juan Carlos Ávila Reveles y al Q.F.B. José Luis Gonzáles Bucio por su apoyo en la revisión de este trabajo.*

*A todos los profesores que me proporcionaron sus conocimientos en las aulas de clase en estos 5 años.*

*A mi mejor amiga Nayla, por todos los momentos buenos y malos que pasamos y por su gran apoyo cuando la necesite.*

*A mi mejor amigo Russel por todo el tiempo de amistad que me brindo y por su apoyo.*

*A todos los compañeros y amigos que conocí a lo largo de la carrera con los que compartí grandiosos momentos, siempre los recordare.*

*A la División de Ciencias e Ingeniería por apoyarme en la impresión de mi trabajo.*

*A todos ustedes muchísimas gracias.....*

# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPITULO 1 GENERALIDADES.....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Introducción.....  | 1         |
| 1.2 Justificación.....   | 4         |
| 1.3 Objetivo.....  | 6         |
| <b>CAPITULO 2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1 Antecedentes históricos de Chetumal.....   | 7         |
| 2.2 Área de estudio.....   | 9         |
| 2.3 Características generales.....   | 9         |
| <b>CAPITULO 3 EL PROBLEMA DE LAS PILAS Y BATERIAS DOMESTICAS</b>   | <b>16</b> |
| 3.1 Definición de pila y batería.....  | 16        |
| 3.2 Clasificación de pila.....   | 19        |
| 3.2.1 Principales tipos de pilas.....  | 20        |
| 3.3 Daño ocasionado por las pilas.....   | 22        |
| 3.4 Proceso de descomposición de una pila.....   | 26        |
| 3.5 Datos sobre el consumo de pilas en México.....   | 26        |
| 3.5.1 Estimación de la generación de tóxicos por pilas y baterías de 1960 al 2003...                                 | 27        |
| 3.6 El problema de las pilas en la ciudad de Chetumal.....   | 28        |
| 3.7 Legislación aplicable al manejo de pilas domesticas en desuso.....   | 28        |
| 3.7.1 Normatividad aplicable para el manejo de pilas en desuso.....  | 31        |
| 3.7.2 Leyes y normas internacionales aplicables para las pilas.....  | 33        |
| 3.8 Manejo de pilas a nivel internacional, nacional, estatal y local.....  | 34        |
| 3.8.1 Nivel internacional.....   | 34        |
| 3.8.2 Nivel nacional.....  | 36        |
| 3.8.3 Nivel estatal.....   | 38        |
| 3.8.4 Programas exitosos en algunos estados.....   | 39        |
| 3.8.5 Nivel local.....   | 39        |
| <b>CAPITULO 4 EDUCACIÓN AMBIENTAL.....</b>   | <b>41</b> |
| 4.1 Historia de la educación ambiental.....  | 41        |
| 4.2 Definición de la educación ambiental.....  | 44        |
| 4.3 Educación ambiental formal.....  | 45        |
| 4.4 Educación ambiental no formal.....   | 46        |
| 4.4.1 Objetivos de la educación no formal.....   | 47        |
| 4.4.2 Recomendaciones para lograr valores y una conducta ambiental.....  | 48        |
| 4.5 Educación ambiental ara el manejo de pilas domésticas en desuso.....   | 50        |
| <b>CAPITULO 5 METODOLOGÍA para la “Propuesta para un Programa de Tratamiento de Pilas Domésticas en Desuso”.....</b> | <b>52</b> |
| 5.1 Objetivos específicos y metas.....   | 52        |
| 5.1.2 Objetivos específicos del Programa de Manejo de Pilas en Desuso.....   | 52        |
| 5.1.2 Metas del Programa de Manejo de Pilas Domesticas en Desuso.....  | 53        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.2 Descripción.....   | 53        |
| 5.2.1 <i>Primera etapa Difusión-Recolección</i> .....  | 53        |
| 5.2.2 <i>Segunda etapa Separación- Transporte-disposición final</i> .....                          | 53        |
| 5.3 Modo de operación.....   | 54        |
| 5.3.1 <i>Difusión</i> .....  | 54        |
| 5.3.2 <i>Recolección</i> .....   | 55        |
| 5.3.3 <i>Separación</i> .....  | 55        |
| 5.3.4 <i>Transporte-Disposición final</i> .....  | 55        |
| 5.4 Diseño del material a utilizar ara dar a conocer el programa de manejo de pilas en desuso..... | 57        |
| 5.4.1 <i>Diseño de carteles</i> .....  | 58        |
| 5.4.2 <i>Diseño de folletos</i> .....  | 59        |
| 5.4.3 <i>Diseño de audio y video</i> .....   | 59        |
| 5.4.4 <i>Presentaciones</i> .....  | 60        |
| 5.5 plan de manejo “pilas domesticas en desuso”.....   | 60        |
| 5.5.1 <i>Desarrollo del plan de manejo de pilas domesticas en desuso</i> .....                     | 60        |
| <b>CAPITULO 6 ALTERNATIVAS.....</b>  | <b>63</b> |
| 6.1 Encapsulamiento.....   | 63        |
| 6.2 Métodos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos.....  | 66        |
| 6.2.1 <i>Métodos hidrometalúrgicos</i> .....   | 66        |
| 6.2.2 <i>Métodos pirometalúrgicos</i> .....  | 67        |
| 6.3 Otros tratamientos.....  | 67        |
| <b>CAPITULO 7 INDICADORES Y RESULTADOS.....</b>  | <b>69</b> |
| 7.1 Diseño de encuestas.....   | 69        |
| 7.2 Bitácoras de información.....  | 69        |
| 7.3 Registro de embarcaciones.....   | 70        |
| 7.4 Resultados esperados.....  | 70        |
| <b>CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>71</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>75</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>   | <b>84</b> |

## **CAPITULO 1 GENERALIDADES**

### **INTRODUCCIÓN**

El funcionamiento de las pilas se basa en un conjunto de reacciones químicas que proporcionan una cierta cantidad de electricidad, que si bien es pequeña, permite el funcionamiento de pequeños motores o dispositivos electrónicos. Pero esta ventaja favorable de la autonomía, se contrapone a los efectos negativos de los compuestos químicos empleados en la reacción donde se produce la electricidad, ya que en su mayoría son metales pesados, que liberados al medio ambiente producen serios problemas de contaminación.

El creciente consumo de pilas y baterías representa un riesgo para la salud y el ambiente, pues al no haber planes de manejo adecuado, la ciudadanía se ve obligada a mezclarlas con la basura doméstica, donde generalmente se incendian o terminan por liberar las sustancias tóxicas que contienen para contaminar el suelo, el subsuelo, los cuerpos de agua y el aire.

Según la Secretaría de Medio Ambiente del DF, en la ciudad se consumen 51 millones de pilas al año, lo que significa que al basurero llegan cada año un millón 275 mil kilogramos de pilas. Si se considera que al menos un tercio de cada pila es material tóxico, es claro que el acopio de pilas era una medida necesaria para empezar a atender este problema.<sup>1</sup>

Se estima que en México, entre 1960 y 2003, se han liberado aproximadamente 635 mil toneladas de pilas; 30 por ciento de ese total, es decir 190 mil toneladas son sustancias tóxicas. En estas cifras no se toma en cuenta el consumo de pilas “piratas”, las cuales contaminan aún más, debido a su poca duración. Usamos alrededor de 10 pilas desechables por año (400 gramos-120 gramos de tóxicos).

---

<sup>1</sup> <http://www.greenpeace.org/mexico/news/positiva-la-iniciativa-del-go>. 15/03/07, 12:35 p.m.

Las pilas de carbón-zinc (Heavy Duty) duran poco y son de baja toxicidad; las alcalinas (dióxido de manganeso y zinc) duran más y son de toxicidad media. Estas 2 clases de pilas son las más comunes, se utilizan en juguetes, radios, cámaras. Las pilas de botón contienen mercurio y son altamente tóxicas, se utilizan en calculadoras, relojes, aparatos de sordera; las de litio son altamente tóxicas, utilizadas en equipos de comunicación, computadoras, celulares, entre otros.

Una pila de mercurio puede contaminar 600 mil litros de agua; una de zinc-aire, 12 mil litros; una de óxido de plata, 14 mil litros; una alcalina, 167 mil litros de agua, y una de carbón-zinc 3 mil litros. Para contaminar 6.5 millones de litros de agua, que es lo que contiene la alberca universitaria de la UNAM, se necesitarían sólo 11 pilas de botón de óxido de mercurio o 40 alcalinas. Vega A. (2006).

El mercurio y el cadmio, y otros metales, no se destruyen con la incineración: son emitidos a la atmósfera. Metales como el mercurio se pueden vaporizar, el cadmio y el plomo, pueden concentrarse en las cenizas producto de la incineración. Cualquiera que sea el camino, causa enormes problemas ambientales.

La fuente más grande de mercurio es la basura doméstica, las baterías que se usan en casa, especialmente alcalinas y baterías de botón, vía por la que se aumenta el riesgo de contaminación del agua, que después beberemos.

Estudios médicos han demostrado que el consumo constante de alimentos contaminados con mercurio puede provocar cambios de personalidad, pérdida de visión, memoria y sordera. Además, se presentan problemas en riñones y pulmones; en mujeres embarazadas, el mercurio puede acumularse en la placenta y provocar daño en el cerebro y en los tejidos de los neonatos, quienes son especialmente sensibles a esta sustancia.

También se plantea que la exposición o el consumo de mercurio pueden provocar cáncer. Por otra parte, respirar cadmio produce lesiones en los pulmones y cuando se ingiere generalmente se acumula en los riñones. Algunos metales como el cadmio y sus derivados son cancerígenos.



La exposición al níquel provoca alergias; se calcula que entre 10 y 15 por ciento de la población es sensible a este metal. Algunas personas sensibles al níquel sufren ataques de asma luego de un periodo de exposición. Además, respirar altas cantidades de este metal produce bronquitis crónica y cáncer de pulmón y de los senos nasales.

La exposición al litio provoca fallas respiratorias, depresión del miocardio, edema pulmonar, estupor profundo y daños al sistema nervioso.

El plomo también afecta al sistema nervioso, así como a los riñones y el sistema reproductivo<sup>2</sup>

Cabe señalar que en México la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGGIR) establece la responsabilidad compartida para el productor, lo que significa que a fabricantes e importadores les correspondería asumir tareas sobre el manejo, pero esta normatividad está siendo totalmente evadida.

El acopio de pilas es un primer paso para enfrentar los riesgos a la salud, al ambiente y evitar la llegada a los basureros municipales de estos materiales peligrosos, la siguiente etapa es el reciclaje y buscar que importadores y productores de pilas asuman su responsabilidad de hacerse cargo de estos residuos.

---

<sup>2</sup> <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/pilas/>.pdf 12/04/08, 9:56 a.m.

## JUSTIFICACIÓN

Los metales pesados son elementos químicos del grupo de los metales, con densidad superior a 4.5 g/cm<sup>3</sup> y masa atómica alta, como cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo, etc. Como contaminantes, son un grupo de sustancias que se metabolizan mal y que presentan toxicidad para los seres vivos, incluido el hombre.<sup>3</sup>

Los metales liberados por las pilas al ambiente producen efectos para el medio y para la salud, por vía del agua o del aire, ingresan en la cadena alimentaria. Los iones de metales pesados que originan mayor preocupación son los cationes de mercurio (Hg) y cadmio (Cd).

Estos elementos son tóxicos aún en cantidades reducidas. El mercurio es el único elemento metálico que es líquido a temperatura ambiente, este una vez liberado al medio se transforma en una serie de compuestos que pueden entrar en los organismos, tanto por inhalación, como por una vía digestiva o a través de la piel.

Se ha probado una estrecha relación entre ciertas enfermedades degenerativas en animales que viven cerca de basurales en los que se han detectado la presencia de las pilas.

La generación de pilas por parte de la población en la ciudad de Chetumal es alta, algunos de estos productos son tirados por la población y por algunos propietarios de comercios pequeños de la zona libre que los adquieren a precios baratos, ya que la población de Chetumal tiene acceso a este lugar, el cual se abastece de productos sin regulación de mala calidad, entre ellos las pilas de origen Chino y de los Estados Unidos, además de que estos productos entran de manera ilegal a esta zona de Belice y por consecuencia afecta a la población Chetumaleña.

---

<sup>3</sup> [Http://www.jmarcano.com/glosario/glosario\\_m.html](http://www.jmarcano.com/glosario/glosario_m.html). 9/05/08, 8:47 p.m.

Las pilas que normalmente son introducidas por los grandes comercios de Chetumal adquiridos de manera legal, como Energizer y Duracell que no contienen compuestos químicos dañinos para el ambiente, al ser mezclados con las pilas piratas automáticamente se convierten en residuos altamente peligrosos.

Cabe mencionar que debido a la zona que ocupamos en el país, el estado de Quintana Roo es propenso a ser afectado por los fenómenos meteorológicos como los huracanes, en caso de ser golpeados por un fenómeno de este tipo, la población se ve obligada a consumir mayor número de pilas, lo cual hace que se incremente la generación, en algunos casos adquiriéndola de cualquier manera ante la necesidad y las compras de pánico, por lo tanto existe un mayor consumo y en consecuencia mayor afectación.

Y al no existir un programa de separación de basura, además de contar con un tiradero que opera de forma ineficiente, en donde toda la basura generada queda a cielo abierto y entre ellos las pilas que son consideradas como residuos peligrosos, ya que sus componentes químicos son altamente contaminantes para el agua, suelo y aire, por lo tanto es necesario un centro de acopio para pilas usadas.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

- Elaborar una propuesta para la disposición de pilas usadas, que son residuos de alta toxicidad y por lo tanto peligrosos en la ciudad de Chetumal.

### **Objetivos específicos.**

- Desarrollar un programa de manejo de pilas, que permita mitigar la contaminación ambiental producida por la liberación de metales pesados proveniente del proceso de corrosión que sufren las pilas agotadas.
- Elaborar una propuesta de carteles y material visual sobre la disposición final de las pilas.
- Proponer una alternativa sobre la disposición final de las pilas.

## **CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Para realizar el programa para tratamiento de pilas domésticas en desuso, es importante describir la zona en donde se pretende desarrollar el proyecto, esto permite determinar los alcances del mismo y hacer proyecciones a futuro. Por consiguiente se describe a continuación los antecedentes históricos, descripción del área de estudio, así como las características generales (vegetación, flora, fauna, orografía, relieve etc.).

### **2.1 Antecedentes históricos de chetumal.**

La región donde actualmente se asienta la ciudad Chetumal, fue antes a la llegada de los españoles un cacicazgo maya denominado Chactemal (nombre de donde procede el actual de la ciudad), que gobernaba lo que hoy es el sur de Quintana Roo y el norte de Belice. El último cacique gobernante de Chactemal fue Nachán Can, a quien le fueron obsequiados como esclavos dos sobrevivientes de un naufragio español: Gonzalo Guerrero y Jerónimo de Aguilar.

Gonzalo Guerrero a diferencia de Aguilar, se asimiló totalmente a la nueva sociedad en que vivía, aprendió el maya y pronto enseñó a los guerrero de Nachán Can tácticas de guerra en que combinaba las propias mayas con españolas, que además de su conocimiento de la forma de guerrear de los españoles le permitió combatirlos con éxito, logrando el aprecio y la admiración de Nachán Can quien lo hizo jefe de sus ejércitos e incluso le dio en matrimonio a una de sus hijas, Zazil Há, Gonzalo Guerrero y Zazil Há tuvieron varios hijos, históricamente conocidos como los primeros mestizos, es por ello que Chetumal es llamado, "La cuna del mestizaje". Este hecho es mencionado en el Himno a Quintana Roo.

Lo apartado de la región y la combatividad de los mayas hizo que los españoles nunca lograran su sometimiento total y por lo tanto no lograron establecer poblaciones permanentes, la única fue la ciudad de Bacalar, fundada junto a la laguna de su nombre, y que protegida por el fuerte de San Felipe, resistió los ataques de los mayas y de los piratas ingleses que utilizaban la región como escondite, dando origen a la colonia de Honduras Británica. Bacalar logró permanecer habitado hasta 1848, cuando al estallar la Guerra de Castas los rebeldes mayas la atacaron y dieron muerte a muchos habitantes blancos y

mestizos, los sobrevivientes huyeron a Corozal, Honduras Británica, donde permanecieron refugiados. Desde entonces y hasta 1898, la región quedó deshabitada, siendo ocupada únicamente por los mayas.

El gobierno de Porfirio Díaz decidió terminar con aquella situación, resolviendo combatir a los mayas rebeldes y para lograrlo estableció definitivamente los límites con Honduras Británica en el Río Hondo, de acuerdo a un tratado firmado en 1893, además separó del estado de Yucatán el nuevo Territorio Federal de Quintana Roo y envió al ejército a combatir a los mayas.

El primer paso para poder combatirlos era impedir el tráfico de armas procedentes de Belice y afirmar la soberanía mexicana en aquel extremo del territorio, por ello se resolvió construir un fuerte y sección aduanal en el punto en que el Río Hondo desembocaba en la Bahía de Chetumal y que era conocido como **Payo Obispo**, un oficial de la armada, Othón P. Blanco, sugirió que como era un lugar inexplorado y sin ninguna seguridad de como sería el terreno, mejor sería enviar al lugar un pontón que anclado en el punto de la bahía o el río Hondo, pudiera servir como cuartel y sección aduanal mientras se lograba un establecimiento permanente, además el pontón permitiría una movilidad rápida y ampliar la vigilancia. La sugerencia de Blanco fue aceptada y además se le nombró comandante de tal pontón y jefe de la operación; el pontón fue construido en Nueva Orleans y Blanco le dio el nombre de Pontón Chetumal, como recuerdo al nombre maya de la región. Salió de Nueva Orleans a finales de 1897 y tras hacer escalas en Progreso, Yucatán y Cozumel, arribó a la desembocadura del río Hondo el 22 de enero de 1898.

Othón P. Blanco organizó rápidamente la guarnición y ordenó comenzar con el desmonte de la costa, cubierta de manglar, para poder establecer una población permanente en tierra firme, además entró en contacto con los mexicanos residentes en Corozal, sobrevivientes de la matanza de Bacalar y les comunicó sus propósitos de establecer una nueva población, invitándolos a regresar a México.

Finalmente, Othón P. Blanco fundó oficialmente la nueva población, el 5 de mayo de 1898, con vecinos provenientes de Corozal y de otros lugares de la península y le dio el nombre de **Payo Obispo**, como ya era conocida la región.<sup>4</sup>

## **2.2 Área de estudio.**

La extensión del Municipio es de 18,760 km<sup>2</sup>, que representa el 36.9% de la superficie total del estado y el 0.95 % del territorio nacional, la capital del municipio es Chetumal. Othón P. Blanco es el municipio más grande del estado de Quintana Roo; se ubica al sur del estado entre los 19° 14' y 70° 50' de latitud norte y los 87° 15' y 89° 25' de longitud este.

Los límites del municipio son:

Al norte, colinda con los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos, al sur hace frontera con Belice y Guatemala, único municipio del país que posee frontera con dos países, al este limita con el Mar Caribe, y al oeste colinda con el estado de Campeche.

**Ubicación:** Chetumal (Maya yucateco: Ch'aak Temal, (Donde crecen los árboles rojos) es una ciudad mexicana, cabecera del municipio de Othón P. Blanco y capital del estado de Quintana Roo, su nombre proviene de Chactemal, que en lengua maya significa El lugar donde crecen los árboles rojos. Se ubica en la península de Yucatán a orillas de la Bahía de Chetumal, en las coordenadas 18° 30' 13" N 88° 18' 19" O. Su cercanía con Belice la hace una ciudad importante en la región y el principal punto de comercio con ese país.

## **2.3 Características generales.**

**Ecosistemas:** Es una unidad formada por integrantes vivos (vegetales, animales y especies microbianas que habitan el aire y el suelo) y el medio físico (componentes que carecen de vida, como los minerales y el agua), en la que existen interacciones vitales, fluye la energía y circula la materia. Un ecosistema no es una unidad funcional indivisible y única, sino que

---

<sup>4</sup> <http://www.qroo.gob.mx/qroo/municipios/Othon.php>. 20/03/08, 10:45 a.m.

es posible subdividirlo en infinidad de unidades de menor tamaño, por consiguiente representa un nivel de organización de la naturaleza.

Un ecosistema está compuesto de dos parte fundamentales: el hábitat que es el lugar físico que reúne las condiciones naturales donde vive una especie, al que está adaptada y el nicho ecológico que son las condiciones físicas, químicas (temperatura, humedad y luz entre otros) y biológicas (tipo de alimentación, depredadores, competidores y enfermedades) que una especie necesita para vivir y reproducirse.

En Othón P. Blanco existen cuatro ecosistemas:

- Arrecife
- Manglar
- Sabana
- Selva

**Recursos naturales:** El principal recurso natural del municipio son sus playas, mar, arrecifes coralinos, selva y la gran biodiversidad de flora y fauna. Los recursos forestales fueron muy importantes, sin embargo la tala inmoderada y la escasa reforestación limitaron el aprovechamiento de la selva, particularmente en el caso de las maderas preciosas. En la actualidad se promueve el aprovechamiento de otras especies maderables bajo un estricto control.

Los recursos pesqueros son considerables; sin embargo, este sector se ha dirigido a especies de alto valor comercial llegando a límites de sobreexplotación, por lo que se aplican controles rigurosos para la captura de langosta, camarón y caracol.

**Flora:** En el municipio se encuentran los tres tipos de selva: baja, media y alta; sin embargo la predominante en la mayor parte del territorio es la selva media subperennifolia. La selva baja alterna con la media y el tular formando manchones. La selva alta subperennifolia está presente en el suroeste de la entidad con importantes áreas de caoba. Una característica particular del litoral sureste del municipio son los bosques espinosos



formados por una serie de bosques bajos con diversidad de especies con alto contenido de espinas, mientras que en la costa destacan superficies de tular, y manglar.

La flora del estado de Quintana Roo se compone de aproximadamente 1350 especies de plantas conocidas, que en su gran mayoría se encuentran en el municipio Othón P. Blanco.

El clima cálido y lluvias abundantes forman una vegetación densa con árboles que llegan a medir 25 metros de altura.

En la costa se pueden encontrar especies como: Acacia, mangle, palo de tinte y pasto marino.

En la selva se encuentra especies comestibles entre los cuales se encuentran principalmente; chaya, chicozapote, mamey, naranjo, papaya y plátano. También se puede encontrar especies maderables como el chicozapote para la extracción del chicle, chobenché, caoba, cedro, granadillo y guayacán.

**Fauna:** Se encuentran una gran variedad de especies tanto en la costa como en la selva, los cuales se mencionan a continuación:

En las costas se encuentra principalmente: Barracuda, Boquinete, cangrejo, caracol blanco, caracol rosado, chigua, huachinango, langosta espinosa, mero, morena, pargo, robalo, sierra.

En la selva se encuentra una gran variedad de aves principalmente: águila pescadora, cardenal, chachalaca, cigüeña jabirú, cojolite, flamenco, garza, gaviota, golondrina de mar, pájaro bobo, paloma, pavo de monte, faisán, pelicano, ruiseñor, tucán, zopilote.

Entre los mamíferos destacan 106 especies entre los cuales se encuentran: armadillo, jaguar, mono araña, murciélago, ocelote, oso hormiguero, puma, saraguato, tapir, tejón, tepezcuintle, tigrillo, venado de cola blanca, venado rojo o temazate.

Entre los reptiles se encuentran 97 especies principalmente: boa, iguana, lagartija lagarto, nauyaca, tortuga, víbora barba amarilla, víbora cascabel, víbora coralillo, víbora oxcan.<sup>5</sup>

**Clima:** En general, el clima del municipio es cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, pero las variaciones que existen en las precipitaciones totales anuales en distintos puntos de la superficie municipal hacen que se presenten tres subtipos de este clima.

El subtipo más húmedo se encuentra en dos zonas aisladas; en la costa y el este del municipio; y a lo largo de la frontera con Guatemala y Belice, en el extremo sur del territorio municipal. Allí la precipitación llega a los 1,500 milímetros. Existen dos pequeñas porciones del subtipo menos húmedo, en donde la precipitación anual es poco más de 1,000 milímetros.

En el resto del municipio se encuentra el subtipo intermedio, que es el predominante, y cuya precipitación es de entre 1,200 y 1,300 milímetros al año. Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 25°C y 27°C. Los vientos predominantes son los que provienen del mar de las Antillas, que llegan al continente cargados de humedad.

En Chetumal el clima es cálido húmedo, debido a su ubicación la ciudad se encuentra expuesta a los vientos cargados de humedad procedentes del mar caribe, la temporada de lluvia se presenta principalmente entre los meses de mayo y octubre, con una precipitación pluvial media de 1200mm, y temperatura promedio anual de 27 grados centígrados (en invierno la temperatura puede descender hasta los 13 y 14°C y en verano la temperatura alcanza los 42 °C ).<sup>6</sup>

Estas características son importantes por los impactos que genera:

- La materia orgánica se degrada con mayor rapidez, lo que genera la reproducción de microorganismos y bacterias nocivas para la salud.

---

<sup>5</sup> Portal oficial del H Ayuntamiento Othón P. Blanco en <http://www.opb.gob.mx/gobierno/oi/turismo/ligas.htm>. 19/03/08 6:35 a.m.

<sup>6</sup> <Http://www.qroo.gob.mx/qroo/Municipios/Otho.php>, 20/03/08 10:45 a.m.

- La percolación de lixiviado al manto freático, incrementa la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas. Por consiguiente el arrastre de metales pesados por la fácil corrosión de las pilas.

**Relieve:** Está compuesto por dos de las tres unidades geomorfológicas que se presentan en el estado de Quintana Roo: la Meseta Baja de Zoh-Laguna que se extiende en la porción oeste del municipio, en la frontera con el estado de Campeche, y la correspondiente a las Planicies del Caribe que ocupa el resto del municipio.

Las rocas calizas más cercanas al litoral son las más jóvenes del municipio ya que datan del periodo Cuaternario, mientras que las calizas del oeste pertenecen a los periodos Eoceno y Paleoceno, también de la era Cenozoica. Por su formación, los recursos minerales del municipio se reducen a yacimientos de roca caliza.

**Hidrografía:** La roca caliza que forma el sustrato geológico del municipio impide, en gran medida, la formación de escurrimientos y cuerpos de agua superficiales, debido a que este material presenta una alta permeabilidad. Aún así, se observan dos ríos permanentes, el río Hondo, frontera con Belice, y el río Escondido. Existen buen número de escurrimientos que se pierden por infiltración; muchos de ellos culminan en terrenos deprimidos sujetos a inundación, a los que se da el nombre de aguadas. También se localizan lagunas importantes como Bacalar, San Felipe, Milagros y Guerrero, todas en las inmediaciones de Chetumal.

**Orografía:** En el extremo este del municipio destaca la Meseta Baja de Zoh - Laguna, en donde se presentan altitudes de 300 metros, que son las mayores que hay en Quintana Roo. Esta zona elevada está separada de la zona de planicie por bruscos escalones que corresponden a líneas de falla. En la zona de planicie, la más extensa del municipio, se encuentra un gran número de áreas deprimidas denominadas "bajos", en las que se forman las "aguadas".

**Sistema lagunar:** Las lagunas más importantes como son; Bacalar, San Felipe, Milagros y Guerrero, todas en las inmediaciones de Chetumal y algunas lagunas de menor importancia están La laguna de Chacanbacan y Laguna de San Pedro.

**Demografía:** La ciudad de Chetumal tiene una población de 136,825 habitantes según el Censo de Población y Vivienda de 2005 realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, de este total de población 67,039 son hombres y 69,786 son mujeres.

La ciudad de Chetumal es la segunda menos poblada de las capitales de los estados de México, superando únicamente a la ciudad de Tlaxcala de Xicohténcatl.

A continuación se presenta un resumen del crecimiento de la población desde 1910 hasta el 2005.

**Tabla 1. Crecimiento de la población de 1910-2005**

| <b>Población de Chetumal</b> |                  |
|------------------------------|------------------|
| <b>Año</b>                   | <b>Población</b> |
| 1910                         | 1,112            |
| 1921                         | 1,773            |
| 1930                         | 2,790            |
| 1940                         | 4,672            |
| 1950                         | 7,247            |
| 1960                         | 12,855           |
| 1970                         | 23,685           |
| 1980                         | 56,709           |
| 1990                         | 94,158           |
| 1995                         | 115,152          |
| 2000                         | 121,602          |
| 2005                         | 136,825          |

**Fuente:** Portal oficial del H Ayuntamiento Othón P. Blanco

**Centros Comerciales:** Hasta hace unos años la ciudad de Chetumal no contaba con comercios de gran prestigio, hoy en día la ciudad crece y se desarrollan cada vez mas con la construcción de centros comerciales como Plaza Las Américas, ubicada en la Av. Insurgentes al norte de la ciudad, en ella se encuentran sucursales de empresas nacionales como Liverpool, Office Depot, Cinépolis, Chedraui y Coppel, entre otros.

**Vías de comunicación:** La ciudad de Chetumal está comunicada con el resto del país por la Carretera Federal 186, de la que es punto terminal, la carretera tiene su origen en

Villahermosa, Tabasco, desde donde enlaza con Escárcega y Xpujil, Campeche y desde ahí hasta Chetumal, es la principal vía de comunicación con la Ciudad de México y el resto del país, así como con las poblaciones del municipio de Othón P. Blanco, entre las cuales se encuentran Xul-Há, Carlos A. Madrazo y Nicolás Bravo.

La segunda carretera en importancia es la que comunica con la ciudad de Cancún, la Carretera Federal 307, que aunque formalmente no llega a entrar en la ciudad, debido a que tronca con la Carretera 186 a unos 15 km de la ciudad, su importancia es muy alta, por esta carretera Chetumal tiene comunicación hacia el norte del estado, con las principales zonas turísticas como Tulum, Playa del Carmen, así como Mérida, Yucatán, además de las poblaciones de Bacalar y Mahahual.

Dos carreteras estatales comunican a Chetumal con poblaciones cercanas, la mas importante es la que conduce a Subteniente López desde la carretera 186 y de ahí a la Frontera con Belice, esta carretera es la principal vía de comunicación e intercambio comercial entre México y Belice, donde se encuentra en construcción un nuevo puente internacional. Una segunda carretera estatal comunica a Chetumal al norte con las comunidades de la rivera de la Bahía de Chetumal, la primera de las cuales es Calderitas, población que se encuentra prácticamente conurbada con Chetumal, desde ahí la carretera continúa hacia la zona arqueológica de Oxtankah y las comunidades de Laguna Guerrero, Luís Echeverría Álvarez y Raudales.

La ciudad de Chetumal cuenta con un Aeropuerto Internacional, que comunica vía aérea con el resto del país, se localizado al extremo oriente de la ciudad, sobre la Avenida Revolución. En el Aeropuerto Internacional de Chetumal operan dos líneas aéreas, Aviaca y Click Mexicana.<sup>6</sup>

### **CAPITULO 3 EL PROBLEMA DE LAS PILAS Y BATERÍAS DOMÉSTICAS**

El perfeccionamiento de la tecnología y el abaratamiento, ha producido el desarrollo y la difusión masiva de una gran cantidad de productos eléctricos y electrónicos portátiles, cuya fuente de energía son las pilas. Nuestra vida cotidiana está rodeada de ese tipo de productos: radios, grabadores, relojes, linternas, controles remotos, cámaras fotográficas y de video, juguetes, etc.

Pero esta ventaja favorable de la autonomía, se contrapone a los efectos negativos de los compuestos químicos empleados en la reacción donde se produce la electricidad, ya que en su mayoría son metales pesados, que liberados al medio ambiente producen serios problemas.

Afectando así, no solo al ambiente si no también a la salud humana, debido a que la mayoría de los compuestos liberados por estos productos suelen ser altamente cancerígenos como el mercurio, que es uno de los contaminantes mas peligrosos para la salud del hombre.

Esta diversificación de productos refleja también la enorme variedad de modelos de pilas, en formas, tamaños y tipos, que se encuentran disponibles en los mercados.<sup>7</sup>

#### **3.1 Definición de pila y batería.**

Una batería es un dispositivo que almacena energía química para ser liberada mas tarde como electricidad. Algunas baterías están formadas por una sola pila voltaica con dos electrodos y un electrolito o electrolitos adecuados.

Otras baterías están formadas por dos o más células voltaicas conectadas en serie, es decir un polo positivo con negativo, para aumentar el voltaje total.

---

<sup>7</sup>[http://www.educacionconsumidor.org.ar/consumo\\_sustentable/Informe\\_sobre\\_el\\_uso\\_de\\_pilas\\_y\\_baterias.doc](http://www.educacionconsumidor.org.ar/consumo_sustentable/Informe_sobre_el_uso_de_pilas_y_baterias.doc) 15/02/08, 12:35 p.m.

**Baterías primarias o Pilas (células primarias):** La reacción de la célula no es reversible. Cuando los reactivos se han transformado casi por completo en productos, no se produce más electricidad y se dice que la batería se ha agotado. Están constituidos por sustancias tóxicas como el mercurio, plomo, níquel, y cadmio; y otras veces por elementos no tóxicos como el zinc.

**Baterías secundarias (células secundarias):** La reacción de la célula puede invertirse, haciendo pasar electricidad a través de la batería (cargándola). Esto significa que la batería puede utilizarse durante varios cientos o más ciclos de descarga seguida de carga. Contiene más de una pila o celda conectadas entre sí mediante un dispositivo permanente, incluidas la caja y las terminales. (Petrucci, Harwood, y Geoffrey. 2003)

Todas las pilas operan de acuerdo al mismo principio de desarrollar energía química a partir de una reacción de oxidación-reducción y transformarla directamente en energía eléctrica. Las reacciones implican transferencia de electrones del elemento que se oxida al elemento que se reduce.

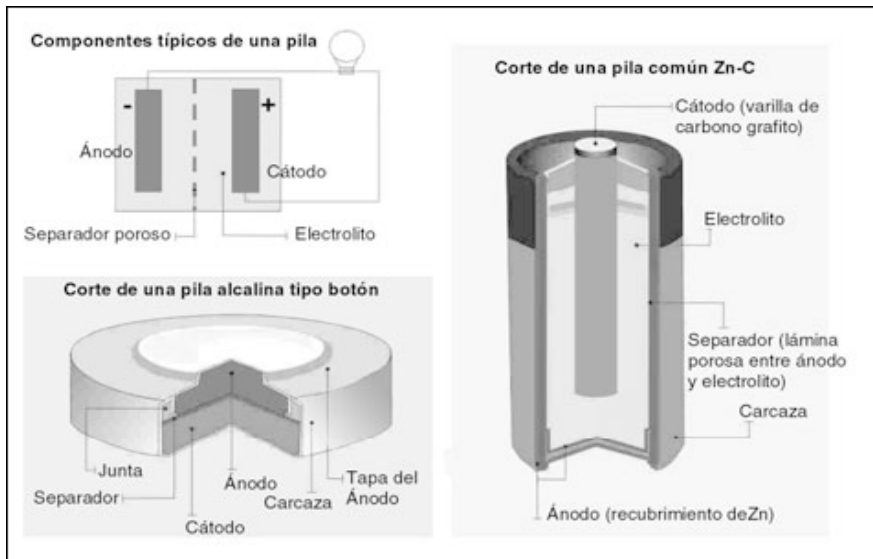
Una pila se diseña de tal forma que la oxidación y la reducción transcurran en "compartimentos" independientes llamados electrodos. El medio que posibilita el transporte interno de carga eléctrica entre ambos es una sustancia conductora llamada electrolito. Los electrodos se denominan:

**Ánodo:** Metal o aleación metálica que se oxida en el electrolito.

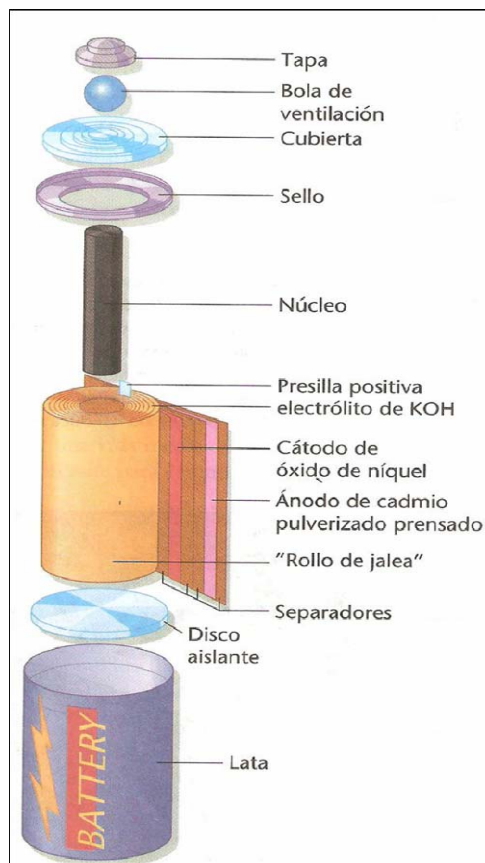
**Cátodo:** Óxido metálico donde se produce la reducción.

En la figura 1 pueden apreciarse esquemas típicos de pilas cilíndricas y tipo botón.

Figura 1 Esquemas típicos de una pila cilíndrica y tipo botón



Fuente: [http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437601661gr-02\\_11-pilas\\_pag89-94.pdf](http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437601661gr-02_11-pilas_pag89-94.pdf) 30/01/08.11:33 a.m.



Fuente: Phillips J.y Strozak V.



### 3.2 Clasificación de pilas.

**Primaria:** está basada en una reacción química irreversible y por lo tanto no es recargable. Desde 1993 los mayores fabricantes de pilas comunes alcalinas sostienen que estas no contienen mercurio (Hg) agregado. A partir de ese año, las pilas alcalinas de las marcas líderes del mercado contendrían 0,025% de mercurio (la décima parte del mercurio que contenían antes: 1,5 %). No son recargables y están compuestas por metales como acero, zinc y manganeso.

Sus tipos son: carbón-zinc, zinc-chloride (coloradas para aparatos de poco consumo), heavy duty y alcalinas. Sus formatos son: AA, AAA, C, D y 9 Volt. Se destinan al consumo masivo: linternas, radios, relojes de mesa, controles remotos, artefactos de alto consumo: grabadores, discman, etc.

**Secundaria:** sus componentes activos se pueden regenerar pasando una corriente eléctrica en sentido contrario al de descarga.

Se denominan así a las *micropilas* (pilas botón) y a las *recargables*. En cuanto a estas últimas no se distinguen a simple vista de las primarias. Tienen el mismo formato que las pilas alcalinas: A - AA - AAA - C - D - 9 v - con la indicación “recargable” (“rechargeable”, en inglés). También se presentan agrupadas y envueltas por una cobertura plástica (como las de los teléfonos inalámbricos).

Sus usos también son parecidos, la gran diferencia es su capacidad de regeneración, por eso están diseñadas para hacer funcionar aparatos con gran demanda de energía.

Las pilas recargables se utilizan en artefactos eléctricos portátiles que tienen gran consumo de energía, herramientas, taladros sin cable, destornilladores electrónicos; cámaras de video, calculadoras, agendas electrónicas, equipos fotográficos, computadoras, teléfonos inalámbricos y celulares, juguetes, lectores portátiles de discos compactos (discman), etc.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> [http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437601661gr-02\\_11-pilas\\_pag89-94.pdf](http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437601661gr-02_11-pilas_pag89-94.pdf). 30/01/0, 11:33 a.m.

Existe una gran variedad de pilas en el mercado, que varían en la naturaleza de sus componentes activos, en su geometría y tamaño. Cada sistema tiene su propia combinación de materiales que determinan la capacidad, voltaje de salida y vida útil.

En cuanto al diseño, la más conocida es la forma cilíndrica, que se comercializa en varios tamaños (ej: AAA, AA, A). Las denominadas pilas botón, cilíndricas pero de forma achatada y tamaño más reducido, son usadas en audífonos, marcapasos, relojes, calculadoras y aparatos médicos de precisión. La configuración prismática es un modelo universal para baterías de mayor voltaje (9 volts), mientras que algunos equipos electrónicos utilizan diseños especiales, como es el caso de algunas pilas de litio.

### 3.2.1 Principales tipos de pilas.

- **Zinc carbón:** Son las pilas comunes, las llamadas secas, estas se fabrican desde principio de siglo. Se conocen también como pilas salinas (Leclanché). Estas constan de 5 unidades principales: la mezcla despolarizada, la pasta gelatinosa, el elemento de carbono, la capa de zinc y elemento sellado. Estas pilas contienen muy poco mercurio (aproximadamente 0,01%) o directamente no contienen. En este saco se comercializan con designación que hacen referencia a estas características como “verdes”, “ecológicas”, “green”.
- **Pilas alcalinas:** Son de larga duración o larga vida. Casi todas viven blindadas, sirven para aparatos complejos, de alto consumo. Contienen el 0,04% de mercurio (este tipo de pilas pueden contaminar 175 mil litros de agua, más de lo que bebe una persona en toda su vida).
- **Pilas de nicad níquel y cadmio:** Recientemente se ha empleado con mayor frecuencia un nuevo tipo de pila seca- Nicad que puede ser recargada, por lo tanto tiene una vida útil mucho más prolongada que las pilas secas comunes (Leclanché). Se emplean en calculadoras, pulseras, relojes y equipos fotográficos. El ánodo es de cadmio y cátodo de óxido de níquel.

- **Pilas en miniaturas o pilas botón:** Son chatas, redondas y de tamaños reducidos, como botones. La industria electrónica requiere de ella, cada vez más. Se utilizan para audífonos, aparatos médicos, relojes y calculadoras. Entre ellas se puede encontrar.
- **Pilas botón de mercurio:** Pueden identificarse con la sigla MR. Garantizan energía por largo tiempo, contienen un 30% de mercurio.
- **Pilas botón de zinc-aire:** Se las distingue por tener gran cantidad de agujeros diminutos en su superficie, fue concebida a principios de los 70' como alternativa a las pilas botón de mercurio como ofrece mejores prestaciones y mayor capacidad, pero cuenta con una importante limitación como que para funcionar debe estar en contacto con el aire, por lo que sus aplicaciones son registradas. En el campo de la medicina, estas pilas ocupan prótesis mecánicas.
- **Pilas botón litio:** Producen tensiones altas de 3 riltos. Sirven para calculadoras y relojes,. son las mas grandes entre las pilas del tipo botón
- **Pilas botón de oxido de plata:** Son diminutas y se distinguen por la sigla SR se las encuentra muy poco en los comercios ya que por su alto precio no constituyen una alternativa económica, contienen 1% de mercurio.<sup>9</sup>

En la tabla 2 se resume, las características tóxicas, usos y toxicidad de las pilas primarias.

**Tabla 2. Características toxicas, usos y toxicidad de las pilas primarias.**

| Tipo de pila                  | Características tóxicas                              | Usos   | Toxicidad       |
|-------------------------------|--|--|-----------------|
| <b>Primarias</b>              |  |  |                 |
| Secas o de Carbón-Zinc        | Contiene muy poco mercurio (0.01%).                  | Linternas, radios, juguetes. Muchas de manufactura asiática.                     | <b>Muy baja</b> |
| Alcalinas                     | Tiene un contenido en mercurio del 0.5%.             | Juguetes, cámaras fotográficas, grabadoras. Duran el triple o más que las secas. | <b>Tóxicas</b>  |
| Botón oxido de mercurio (HgO) | Algunas contienen hasta un 30 % de mercurio y litio. | Aparatos de sordera, calculadoras, relojes e instrumentos de precisión.          | <b>Muy alta</b> |

<sup>9</sup> <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/pilas/.pdf>. 24/04/08, 11:53 a.m.

|        |   |  |                    |
|--------|---|--|--------------------|
| Litio  | Litio de 10 a 30 %.   | Comunicación: radios portátiles, transmisores, instrumentos médicos computadoras, calculadoras, celulares, cámaras, agendas. | <b>Muy alta</b>    |
| Verdes | Carecen de cadmio y mercurio, aunque se desconocen parte de sus componentes. Tiene alcohol. |  | <b>Desconocida</b> |

En la tabla 3 se resume, las características tóxicas, usos y toxicidad de las pilas secundarias.

**Tabla 3. Características tóxicas, usos y toxicidad de las pilas secundarias.**

| Tipo de pila   | Características tóxicas                                | Usos  | Toxicidad      |
|--|--|---|----------------|
| <b>Secundarias</b>   |  |   |                |
| Recargables  | Contienen Cadmio, Plomo y Níquel. No contiene mercurio | Una pila recargable puede sustituir 300 desechables.  | <b>Tóxicas</b> |
|  | Níquel-Cadmio (Ni-Cd). Cadmio 18%                      | Juguetes, lámparas, artículos electrónicos, teléfonos inalámbricos. Pueden durar 500 veces más que una pila de Carbón-Zinc. |                |
|  | Níquel metal hidruro (Ni-MH). Níquel 25%               | Productos electrónicos portátiles.  |                |
|  | Ion litio (Ion- Li)                                    | Telefonía celular, computadoras, lámparas fotográficas y de video.  |                |
|  | Plomo  | Uso automotriz, industrial y domestico.   |                |
| <b>Fuente:</b> <a href="http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/pilas-y-bater-as.pdf">http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/pilas-y-bater-as.pdf</a> . 18/03/08. 10:02 a.m |  |   |                |

### 3.3 Daño ocasionado por la pilas.

Las pilas tienen sustancias como mercurio, cadmio, litio, plomo, que son sumamente tóxicas para la salud y el ambiente. En nuestro país, cuando ya no sirven, las pilas y baterías generalmente son tiradas en la basura doméstica o a cielo abierto. Esto significa que pronto pararán en un basurero, en el campo o lo que es peor, serán incineradas. Así, las pilas y baterías se convertirán en un residuo tóxico y sus componentes químicos se modificarán en el ambiente, volviéndose en algunos casos incluso más tóxicos. Por ejemplo, el mercurio y el cadmio, y otros metales, no se destruyen con la incineración son emitidos a la atmósfera.

Metales como el mercurio tiene la facilidad de cambiar a fase vapor. Otros metales, como el cadmio y el plomo, pueden concentrarse en las cenizas producto de la incineración. Cualquiera que sea el camino, causa enormes problemas ambientales. La fuente más grande de mercurio en la basura doméstica, es la de las baterías de la casa, especialmente alcalinas y baterías de botón, vía por la que se aumenta el riesgo de contaminación del agua, que después beberemos. Una manera de reducir el número de baterías que desechamos es usar pilas recargables. Las pilas de los teléfonos inalámbricos, computadoras y teléfonos celulares contaminan bastante por su contenido de metales pesados como el cadmio. En la tabla 4 se resume la sustancia, la fuente de exposición, así como daños a la salud y al medio ambiente.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> <http://www.greenpeace.org.mx>, 25/03/08, 6:56 pm

**Tabla 4. Componentes tóxicos de las pilas, daños a la salud y al ambiente**

| Sustancia  | Fuente de exposición  | Daños a la salud  | Daños al ambiente  |
|--|---|---|--|
| <b>Mercurio</b>  | Al respirar aire contaminado, al ingerir agua y alimentos contaminados  | Posible cancerígeno. Una alta exposición puede dañar el cerebro, los riñones y al feto, provocando retraso mental, en el andar o en el habla, falta de coordinación ceguera y convulsiones  | El mercurio puede contaminar el agua o a la tierra a causa de depósitos naturales de este metal o por el que se emite en los basureros. El metilmercurio es bioacumulable, es decir se acumula en los tejidos de los peces.  |
| <b>Cadmio</b>  | Lugares donde se manufacturan productos de cadmio, al consumir alimentos o agua contaminados con cadmio.  | Respirar altos niveles de cadmio lesiona los pulmones e ingerirlo produce daños a los pulmones. En dosis altas, puede producir la muerte. Ingerir alimentos o tomar agua con cadmio irrita el estómago e induce vómitos y diarrea. El cadmio y sus compuestos son cancerígenos. | El cadmio entra en el aire de fuentes como la minería, industria, y al quemar carbón y desechos domésticos. Las partículas pueden viajar largas distancias antes de depositarse en el suelo o en el agua. El cadmio entra al agua y al suelo de vertederos y de derrames o escapes en sitios de desechos peligrosos.     |
| <b>Níquel</b>  | Ingerir alimentos con níquel es fuente de exposición. Reacción alérgica y contacto de la piel con suelo, agua, o metales que contiene níquel.       | Efectos más comunes del níquel son efectos de la piel. Respirar altas cantidades produce bronquitis crónica y cáncer del pulmón y de los senos nasales  | El níquel es liberado a la atmósfera por industrias que manufacturan o usan níquel por plantas que queman petróleo o carbón y por incineradores de basura. En el aire, se adhiere a partículas de polvo que se depositan en el suelo. El níquel liberado en desagües industriales termina en el suelo o en el sedimento. |
| <b>Litio</b>   | El hidróxido de litio tiene aplicación en la industria de cerámica y en la medicina como antidepresivo y en sistema de aire acondicionado.          | Neurotóxico y tóxico para el riñón. Intoxicación por litio produce fallas respiratorias, depresión del miocardio edema pulmonar y estupor profundo. Daño al sistema nervioso, llegando a estado de coma e incluso la muerte.  | El litio puede lixiviarse fácilmente a los mantos acuíferos, se ha encontrado en pequeñas cantidades en diferentes especies de peces. El litio no es volátil por lo que pueden regresar a la superficie a través de deposición húmeda o seca.  |
| <b>Plomo</b>   | Puede ocurrir al respirar aire o polvo, al comer o tomar agua contaminada y al ingerir trozos de pintura seca con plomo o jugar tierra contaminada. | El plomo puede causar daño, los riñones y el sistema reproductivo   | El plomo no se degrada. Compuestos de plomo son transformados por la luz solar, el aire y el agua. Cuando se libera al aire puede ser transportado largas distancias antes de sedimentar. Se adhiere al suelo. Su paso a aguas subterráneas depende del tipo de compuesto y de las características del suelo.            |
| <b>Fuente:</b> Agency for toxic substances and disease registry en <a href="http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/pilas-y-bater-as.pdf">http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/pilas-y-bater-as.pdf</a> . 18/03/08, 9:55 am |   |   |  |

**Tabla 5. Límites máximos y mínimos permisibles en agua, suelo y aire de algunos metales.**

| Compuesto       | Niveles de exposición. Límites máximos y mínimos permisibles en |                  |           |              |                  |                  |           |              |                                 |                  |           |      |
|-----------------|---|------------------|-----------|--------------|------------------|------------------|-----------|--------------|---------------------------------|------------------|-----------|------|
|                 | Agua (ug/l)   |                  |           |              | Suelo (mg/kg)    |                  |           |              | Aire (ug/m <sup>3</sup> ) / día |                  |           |      |
|                 | Lim máx.  | Lim min.         | Ubicación |              | Lim máx.         | Lim min.         | Ubicación |              | Lim máx.                        | Lim min.         | Ubicación |      |
|                 |   |                  | Máx.      | Min.         |                  |                  | Máx.      | Min.         |                                 |                  | Máx.      | Min. |
| <b>Mercurio</b> | 2.1   | 0.5              | AZ        | CIS<br>(SUN) | 80               | 0.25             | OR        | DEU          | 17000                           | 0.06             | VA        | NC   |
| <b>Cadmio</b>   | 10  | 3.5              | AZ        | MI           | 137              | 0.8              | TX        | NLD          | 0.83                            | 0.11             | VA        | AZ   |
| <b>Níquel</b>   | 610   | 8                | USA       | MEX          | 20000            | 4                | MI        | CIS<br>SUN   | 17                              | 0.12             | VA        | FL   |
| <b>Litio</b>    | No estandarizado  | No estandarizado |           |              | No estandarizado | No estandarizado |           |              | No estandarizado                | No estandarizado |           |      |
| <b>plomo</b>    | 100   | 4                | PRC       | MI           | 400              | 20               | MI        | CIS<br>(SUN) | 0.7                             | 0.14             | PRC       | MA   |
| <b>Zinc</b>     | 15000   | 150              | WHO       | NLD          | 23000            | 23               | AZ        | CIS<br>(SUN) | 39.3                            | 11.2             | MT        | VT   |

**Fuente:** Sittig, M. (1994) World-Wide limits for toxic and hazardous chemicals in air, water and soil. USA

**AZ:** Arizona  
**VA :** Virginia  
**CIS (SUN):** La Unión Soviética  
**DEU :** Alemania  
**MA :** Massachusetts  
**MI:** Michigan

**USA:** Estados Unidos de América  
**VT :** Vermont  
**MEX:** México  
**MT :** Montana  
**NC :** Norte de Carolina

**WHO:** Organización Mundial de la Salud  
**PRC:** Republica de China  
**NLD:** Holanda  
**OR :** Oregon  
**FI:** Florida

### 3.4 Proceso de descomposición de una pila.

Cuando la población le a dado uso a las pilas y baterías regularmente son arrojadas a la basura doméstica donde van a parar en los basureros municipales, una vez ahí se da la corrosión de la carcasa (blindaje).

Sin embargo a pesar de que la carcasa que recubre las pilas es de acero, estas se humedecen y tienen contacto con el agua y se oxida, permitiendo así el derrame del contenido de la pila, ya que se oxida la carcasa permitiendo que esta se rompa.

Los compuestos o residuos tóxicos de la pila una vez derramados en el relleno sanitario, se filtra al subsuelo y alcanza los mantos freáticos, dando así una severa contaminación del agua.

En la siguiente tabla se mencionan la cantidad de agua que puede ser contaminada por tipo de pila o batería.

**Tabla 6. Cantidad de agua contaminada por pila y/o batería.**

| Cantidad de agua contaminada por tipo de pila o batería  |                           |
|--|---------------------------|
| Pilas, micrópilas y baterías   | Agua contaminada / unidad |
| Carbón- Zinc   | 3000 litros               |
| Zinc-Aire  | 12000 litros              |
| Oxido de Plata   | 14000 litros              |
| Alcalinas  | 167000 litros             |
| Mercurio   | 600000 litros             |
| <b>Fuente:</b> Alihuen, Energía, Tecnología y Educación S.C. en <a href="http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/pilas-y-bater-as.pdf">http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/pilas-y-bater-as.pdf</a> . 18/03/2008. 10:06 a.m. |                           |

### 3.5 Datos sobre el consumo de pilas en México.

En México se estima que entre 1995 y 2003 se generaron 35,500 toneladas anuales de residuos de pilas y baterías.

El Instituto Nacional de Ecología (INE) basa un estimado de consumo de 10 pilas por habitante respecto de información de Estados Unidos, Canadá y España. Este consumo es de casi 50% de pilas de origen ilegal. La tendencia actual es que parece estar disminuyendo esta cantidad de consumo de pilas piratas.



En los últimos 43 años (1960-2003) se han liberado en México, aproximadamente 635 mil toneladas de pilas; 30% de este total, o sea más de 190 mil toneladas corresponde a sustancias tóxicas y a esta cifra se deben añadir las pilas que ilegalmente entran en el país y las que ya incluyen muchos aparatos y pilas de botón en relojes.

### 3.5.1 Estimación de la generación de tóxicos por pilas y baterías de 1960 al 2003.

Hasta el 2003 se registro un total nacional de 189,382 toneladas de tóxicos distribuidos de la siguiente manera: 145,918 toneladas de dióxido de manganeso ( $MnO_2$ ); 1,232 toneladas de mercurio (Hg), 22,063 toneladas de níquel (ni); 77 toneladas de litio (Li); 20,169 toneladas de cadmio (Cd). **Ver figura 2.**

El alto volumen de tóxicos generado por las pilas primarias “menos dañinas” (dióxido de manganeso) podría representar un problema ambiental y de salud pública tan grave como el ocasionado por contaminantes más peligrosos como níquel, cadmio o mercurio. (Castro y Díaz. 2004)

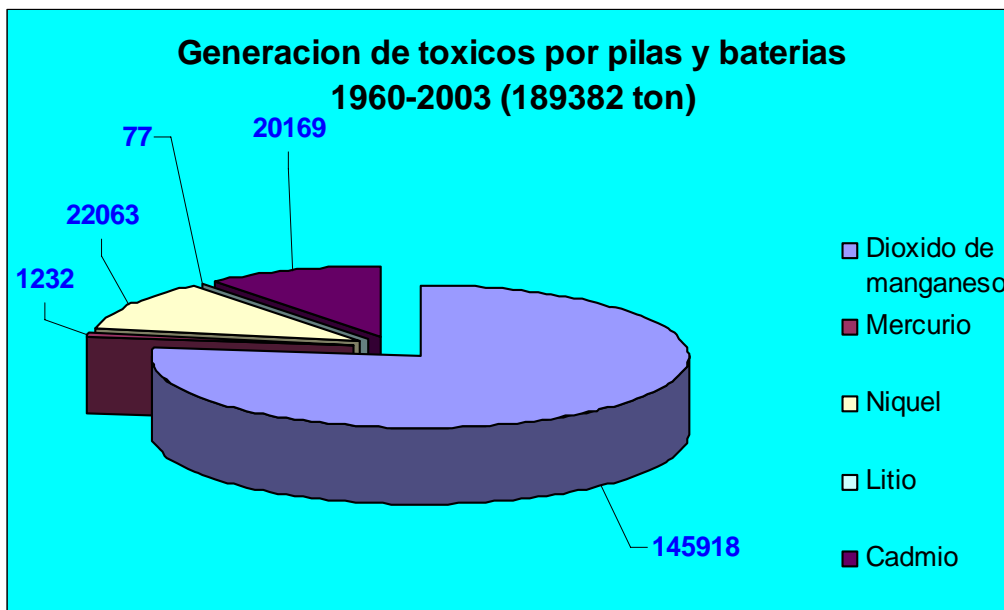


Figura 2. Estimación de la generación de tóxicos por pilas y baterías de 1960 al 2003

### **3.6 El problema de la pilas en la ciudad de Chetumal.**

Sin lugar a duda las pilas son altamente contaminantes para el ambiente y para la salud humana.

En México no existen productores de pilas, sin embargo en el país son altamente consumidos por la población mexicana y al no existen un programa para el tratamiento de pilas son depositados en la basura común que día a día se genera.

Las pilas, una vez usadas, generalmente son mezcladas con la basura común y van a parar al basurero municipal esto hace mas grave el problema, por que puede corroerse el material de las pilas y generar lixiviados y en consecuencia dirigirse a los mantos freáticos ocasionado un mayor problema de contaminación acuática.

Tomando en cuenta que el estado de Quintana Roo, posee una gran cantidad de cuerpos acuáticos, en donde muchos de ellos son destinos turísticos importantes, por el cual es necesario e indispensable preservar la calidad de estos elementos debido a que son una fuente de ingresos económicos para el estado. Como se menciona anteriormente al ser afectados los mantos freáticos pueden ocasionar daños severos a estos cuerpos de agua.

Es por eso y mas que es necesario e indispensable crear un programa para el tratamiento de pilas domesticas en desuso en la capital del estado.

### **3.7 Legislación aplicable al manejo de pilas domésticas en desuso.**

El Instituto Nacional de Ecología señala que “actualmente no se conoce ningún estudio que evalúe el impacto al ambiente ocasionado por la utilización y manejo inadecuado de pilas y baterías en México; se sabe que varios componentes usados en su fabricación son tóxicos y por tanto la contaminación ambiental y los riesgos de afectar la salud y los ecosistemas dependen de la forma, lugar y volumen en que se ha dispuesto o tratado este tipo de residuos”.<sup>13</sup>

El marco legal bajo el cual se sustenta en manejo de pilas domesticas en desuso, involucra un gran numero de ordenamientos que buscan el bien común mediante la disminución de los efectos nocivos que ocasiona el manejo inadecuado de estos.

La constitución política de los estados unidos mexicanos, establece en su titulo quinto de los estados de la federación y del distrito federal en su articulo 115, fracción III, que los municipios tienen a su cargo funciones y servicios públicos como la limpia, recolección, traslado tratamiento y disposición final de los residuos. (D.O.F. 2008. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México)

El marco legal bajo el cual se sustenta el manejo de pilas en desuso incluye Leyes, Reglamentos, y Normas de los tres ordenes de gobierno e involucra un a un número considerable de instituciones, que buscan mitigar los efectos nocivos que pueden causar el manejo inadecuado de las pilas. Ver tabla.7

La legislación mexicana no es clara en materia de responsabilidad y planes de manejo para pilas y baterías. Las pilas y baterías caen dentro de la clasificación de residuo peligroso por lo que debieran estar contenidas en la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**. Aún así, pueden ser considerados como residuos de manejo especial, para los que dicha ley señala que la Semarnat debe expedir normas sobre los residuos de manejo especial y elaborar programas y dar capacitación técnica para que estados y municipios puedan separar las pilas y baterías de la basura doméstica.

**Tabla 7. Marco legal actual aplicable para el manejo de pilas en desuso.**

| Ordenamiento  | Descripción  |
|---|--|
| Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 115, fracción III, apartado (c) | Indica que los municipios tienen a su cargo funciones y servicios públicos como la limpia, recolección, traslado tratamiento y disposición final de los residuos.  |
| Ley general de la salud (LGS)   | Establece las disposiciones relacionadas con el servicio público de limpia en donde promueve y apoya el saneamiento básico, se establece normas y medidas que tienden a la protección de la salud humana para aumentar su calidad de vida. |

Propuesta para un Programa de Tratamiento de Pilas Domésticas en Desuso

|  |  |
|--|--|
| Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Capítulo 6 materiales y residuos peligrosos. Art. 150<br><b>(LGEEPA)</b> | Establece que Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final. |
| Ley General para la Gestión Integral de los Residuos <b>(LGGIR)</b>  | Establece los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.   |
| Reglamento de la ley General para la Gestión Integral de los Residuos.<br><b>(RLGGIR)</b>  | Tiene por objeto reglamentar la ley General para la Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción  |
| Ley General para la Gestión Integral de los Residuos. Capítulo II, Planes de manejo. Art. 31 <b>(LGGIR)</b>                                | Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:<br>Fracción V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio.<br>otros artículos relacionados de la LGGIR son el 1º, 2º 9º 15º, 19º 28º   |
| Constitución política del Estado de Quintana Roo   | Dentro de la ley se establecen artículos referente a los municipios y mencionan las facultades que tiene los ayuntamientos para prestar el servicio de limpia.   |
| Constitución política del Estado de Quintana Roo. Capítulo IV De las funciones y servicios públicos. Art. 147. apartado (c)                | Establece que los municipios tienen a su cargo las funciones y servicios públicos. Entre los cuales se menciona la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos  |
| Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. <b>(LEEPA)</b>   | Establece la disposición de las observancias obligatorias para el estado teniendo como objetivo la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico.   |
| Reglamento para la prestación del servicio de limpia, recolección y tratamiento de la basura en el municipio de Othón P. Blanco.           | Este reglamento regula aspectos administrativos, técnicos, jurídicos y ambientales para prestación del servicio de limpia pública.   |
| <b>Fuente:</b> *LGEEPA, 2007**LGGIR, 2007***LGS, 2008****CPEQ, 2007*****RLRTOPB, 1994  |  |

### **3.7.1 Normatividad aplicable para el manejo de pilas en desuso.**

La NOM-052-SEMARNAT-2005 en el Anexo 2-Tabla 1, Clasificación de residuos peligrosos por giro industrial y proceso; punto 14. Producción de baterías, establece que los productos de desechos de pilas y baterías son un residuo peligroso, por lo que “deberán ser manejados de acuerdo con lo previsto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de residuos peligrosos, las normas oficiales mexicanas correspondientes y demás procedimientos aplicables”

(D.O.F. 2005. La NOM-052-SEMARNAT-2005)

Si las pilas y baterías son residuos peligrosos, esto significa que:

- Deben tener una disposición final segura.
- Su transporte y tratamiento lo deben hacer sólo empresas autorizadas
- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quién los genera. No son los consumidores sino los fabricantes los responsables de la generación de tóxicos, así que deben ser responsables del acopio y reciclaje seguro.

Sin embargo, en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, señala que las pilas y baterías no son residuos peligrosos como tales y que deberán ser considerados como de baja peligrosidad para los cuales hay que desarrollar “planes de manejo especial”, en los que la responsabilidad de su manejo corresponderá en primer lugar, al gobierno federal y bajo acuerdos pueden ser instrumentados bajo responsabilidad estatal y/o local.

Urge evitar que las pilas y baterías terminen en tiraderos, basureros municipales y zonas rurales cerca de ecosistemas frágiles y cuerpos de agua, donde la basura se incendia de manera periódica agravando la contaminación.

En México, son las compañías fabricantes de pilas quienes se deben hacer cargo de un reciclaje sin contaminación. Si en el país no existen plantas de reciclaje, tienen la capacidad para enviarlas a Estados Unidos u otros países. Además, el reciclaje sería mucho más fácil y seguro si los productos no contuvieran sustancias tóxicas.

En La NOM-052-SEMARNAT-2005 en su listado numero 5, establece una clasificación por tipo de residuos, se denomina a las baterías, celdas y pilas como residuos sujetos a condiciones particulares de manejo. Entre las cuales se encuentran las pilas y baterías compuestas de Zinc- oxido de plata usadas o desechadas, con CPR T (tóxico) y clave RP 1/0, por lo que estos tipos de residuos peligrosos según esta norma deben presentar un plan de manejo ante las autoridades antes trabajar con estos residuos.

En la tabla se resume las Normas Oficiales Mexicanas expedidas a las pilas domesticas en desuso.

**Tabla 8. Normas Oficiales Mexicanas aplicables para las pilas.**

| Clave de la norma     | Descripción   | Sustancias  |
|-----------------------|---|---|
| NOM-001-ECOL-1996     | Establece los permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.   | Mercurio, Cadmio, Plomo y Zinc entre otras.             |
| NOM-002-ECOL-1996     | Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.  | Mercurio, Cadmio, Níquel Plomo y Zinc, entre otras.     |
| NOM-052-SEMARNAT 2005 | Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.   | Mercurio, Cadmio, Níquel Plomo y Zinc, entre otras.     |
| NOM-026-SSA1-1993     | Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración del plomo (Pb) en el ambiente como medida de protección a la salud de la población. | Plomo   |
| NOM-127-SSA1-         | Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.   | Mercurio, cadmio, plomo, zinc y manganeso, entre otras. |
| NOM-145-SSA1-         | Productos cerámicos troceados y curados. Productos curados y madurado. Disposiciones y especificaciones sanitarias.   | Plomo   |
| NOM-199-SSA1-         | Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente.  | Plomo   |
| NOM-201-SSA1-         | Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano envasados y a granel. Especificaciones  | Cadmio, níquel y plomo, entre otras.                    |

|   |            |  |
|---|------------|--|
|   | sanitarias |  |
| <b>Fuente:</b> Montes D. 2007. Plan de manejo de pilas y baterías de desecho de Morelos. (Comunicación personal). |            |  |

### 3.7.2 Leyes y normas internacionales aplicables para las pilas.

Por otra parte hay códigos internacionales donde se regula también los metales tóxicos que contienen las pilas. La Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA por sus siglas en inglés) ha establecido un límite de 2 partes de mercurio por mil millones de partes en agua potable (2 pmm). La Administración de Alimentos y Drogas (FDA) ha establecido un nivel permisible máximo de una parte de metilmercurio por cada millón de partes en mariscos (1 ppm).

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido límites de 0.1 miligramos de mercurio orgánico por metro cúbico de aire (0.1 mg/m<sup>3</sup>) en el aire del trabajo y 0.05 mg/m<sup>3</sup> para vapor de mercurio metálico en jornadas de 8 horas diarias y 40 horas semanales.

La Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA por sus siglas en inglés) ha establecido un límite de 5 partes de cadmio por cada billón de partes en agua potable (5 ppb). La EPA no permite la presencia de cadmio en insecticidas.

La Administración de Alimentos y Drogas (FDA por sus siglas en inglés) restringe la cantidad de cadmio en colorantes para alimentos a 15 partes de cadmio por cada millón de partes de colorante (15 ppm).

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA por sus siglas en inglés) limita la cantidad de cadmio en el aire del trabajo a 100 microgramos por metro cúbico (100 g/m<sup>3</sup>) en la forma de vapores de cadmio y a 200 g de cadmio/m<sup>3</sup> para polvos de cadmio.

La EPA recomienda que el agua potable contenga no más de 0.7 miligramos de níquel por litro de agua (0.7 mg/L).

Para proteger a los trabajadores, la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 1 miligramo de níquel por metro cúbico de aire (1

mg/m<sup>3</sup>) para níquel metálico y compuestos de níquel en el aire del trabajo, durante jornadas de 8 horas diarias, por 40 horas a la semana.

La EPA ha establecido una norma voluntaria para el nivel de manganeso en agua potable de 0.05 miligramos por litro (0.05 mg/L), y ha determinado que el manganeso no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 5 miligramos de manganeso por metro cúbico de aire (5 mg/m<sup>3</sup>) en el aire del trabajo como promedio durante una jornada de 8 horas diarias, por 40 horas semanales.

La EPA requiere que como promedio en un período de 3 meses la cantidad de plomo en el aire no sobrepase 1.5 microgramos por cada metro cúbico de aire (1.5 µg/m<sup>3</sup>). La EPA limita la cantidad de plomo en agua potable a 15 µg por litro.

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) establece reglamentos para trabajadores expuestos a plomo. Las Enmiendas a la Ley de Aire Limpio de 1990 prohibieron la venta de gasolina con plomo. La Ley Federal de Sustancias Peligrosas prohíbe productos para niños que contengan cantidades de plomo peligrosas. (Montes D. 2007).

### **3.8 Manejo de pilas en desuso a nivel internacional, nacional, estatal y local.**

Respecto a lo que se ha hecho a lo largo de los años para el posible tratamiento de pilas domésticas en desuso, se presentan a continuación algunos datos históricos para la eliminación de las pilas en desuso.

#### **3.8.1 Nivel internacional.**

De acuerdo al análisis del material informativo sobre distintos estudios realizados por empresas importantes como EVEREADY S.A. y de un estudio realizado por el Instituto de Investigaciones de riesgo de la Universidad de Waterloo, Ontario CANADA; se presentan estos datos relevantes respecto al posible tratamiento de pilas.



- **En 1975:** Un estudio del Instituto de Tecnología de Illinois concluyó diciendo que "las pilas secas pueden ser eliminadas con seguridad en incineradores municipales. Hoy en día se conoce los peligros que la incineración genera, si, los vapores especialmente de mercurio, emanados de la descomposición térmica de pilas son eliminados a la atmósfera sin un tratamiento adecuado.
- **En 1988:** Un estudio sobre desperdicios peligrosos en terrenos de disposición final, a partir de observaciones realizadas sobre pilas que habían sido depositadas 10 años antes en terrenos de rellenos, informaron que no había un particular detrimento causado por estos elementos, sobre los mencionados terrenos.<sup>11</sup>
- En 1988, las pilas agregan materiales tóxicos a la basura, debemos buscar formas seguras y apropiadas de separarlas o reducir su impacto. Sin embargo, antes de adoptar algún sistema alternativo para eliminación de pilas, tenemos que estar seguros de que eso, en realidad, no termine empeorando el problema o genere costos que excedan los beneficios".<sup>12</sup>
- **En 1992,** "Aunque el reciclado es una alternativa atractiva, en el caso de pilas, se presentan algunos inconvenientes. Requiere de manipulación, almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de material riesgoso. El principal problema es la exposición de los operarios a posibles emanaciones de vapores de mercurio, que también pueden contaminar el aire, la tierra, agua de tratamiento y alrededores. Los esfuerzos de recolección y reciclado se deben reducir a las pilas de Níquel-Cadmio y con extremo cuidado, a las de óxido de mercurio; aunque no se conocen tecnología avanzada de alta rentabilidad.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Extraído de Letter to Raymond L. Balfour , RNK Environmental INC, abril 1988 en [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf). 04/03/08,11:01 a.m.

<sup>12</sup> Extraído de uniforme del Departamento de Conservación ambiental de Vermont en [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf). 04/03/08 11:01a.m

<sup>13</sup> Opiniones de EVEREADY S.A. en [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf) 11:01pm,04/03/08 11:10 a.m

- En 1993, el Centro Atómico Bariloche, División Materiales Nucleares del Balseiro, está experimentando sobre tratamiento y disposición final de pilas y baterías domésticas agotadas. Ellos han desarrollado un método para inmovilizar las pilas agotadas de manera tal de retardar el mayor tiempo posible, la incorporación de estas sustancias tóxicas al medio ambiente.
- A nivel mundial, el tratamiento de pilas domesticas en desuso a ido en incremento, países como Estados Unidos, Canadá, Suecia, Alemania, Bélgica, Francia, España (SOGARISA España, Planta de Reciclado de Pilas y Baterías usadas, ECOPILAS Sistema Integrado de Gestión en España, de residuos de pilas, acumuladores y baterías portátiles usadas), Argentina (Sin tratamiento previo las pilas desechadas se encapsularon con cemento y se utilizaron como bancos en parques públicos, así nació el ecobanco, Reciclaje de pilas; después se implementó un programa de tratamiento y reciclaje de pilas, porque como no se les dio tratamiento a las pilas desechadas, el líquido de las pilas se derramaba de los ecobancos y seguían contaminando) entre otros países, han tomado algunas medidas para paliar esta situación, que pasan todas ellas por la puesta en marcha de programas de recolección selectiva de pilas, para su posterior tratamiento. Sin embargo, no parece ser una solución definitiva.<sup>14</sup>

### **3.8.2 Nivel nacional.**

- México se adhirió en 1994 a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Organismo del cual son miembros los países más industrializados que ya han regulado o implantado sistemas para la devolución de baterías con fines de reciclado, y que ha trabajado durante diez años para formular una Guía para los Gobiernos sobre la Responsabilidad Extendida del Productor, que contienen información valiosa para orientar el establecimiento de este tipo de programas. En 1999 la OCDE organizó en México, con el apoyo del Instituto Nacional de

---

<sup>14</sup> [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf). 04/03/08 1:01 p.m.

Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), un taller sobre reciclado de pilas de níquel-cadmio del cual emanaron recomendaciones útiles al respecto.

- Nuestro país firmó el Tratado de Libre Comercio (TLC), y además un Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, con Canadá y Estados Unidos, en el marco del cual puede contar con la asistencia técnica de esos dos países (directamente o a través de la Comisión para la Cooperación Ambiental: CCA), en la materia. Además, las autoridades ambientales de los tres países han adoptado la Resolución 95-5 sobre Manejo Adecuado de Sustancias Químicas, en el marco de la cual han establecido un Plan de Acción Regional para eliminar los usos no esenciales del mercurio y actualmente estudian la posibilidad de implantar otro plan semejante en relación con el plomo.
- El país también ha firmado un tratado comercial con la Unión Europea y con Japón, a través del cual le conviene intercambiar experiencias en la materia para prevenir que en el establecimiento de los planes de manejo de baterías usadas se creen barreras innecesarias al comercio, así como para aprovechar las experiencias de los países de ambas regiones al respecto.
- En México operan las mismas empresas que en Estados Unidos y en otras regiones han implantado programas para la devolución y reciclado de las baterías de níquel-cadmio y de plomo-ácido usadas.
- México se integró a la Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR), promovida por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica GTZ, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), a través de su Centro de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), en el seno de la cual Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador y México analizaron la situación de las pilas y baterías, con el propósito de desarrollar conjuntamente una estrategia para promover su reciclaje.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> [www.remexmarmorelos.org.02/04/2008](http://www.remexmarmorelos.org.02/04/2008), 1:42pm

### 3.8.3 Nivel estatal.

En el país algunos estados y empresas han adoptado algún programa para el posible tratamiento de pilas domesticas en desuso, se enlistan a continuación programas que no han tenido éxito.

- **Enertec México:** Es la principal planta de reciclaje de baterías de automóviles en México, se localiza en el municipio de Ciénega de Flores, Nuevo León.
  - Proceso: Trituración de la batería separando sus componentes y recuperando, Polipropileno (PP), Plomo metálico y óxido de plomo y Ácido Sulfúrico.
- **Motorola:** Inició en el año de 1999 el Programa piloto de recolección de pilas de celulares, exportadas por RIMSA de Nuevo León a EUA para su reciclaje, pero el proyecto fracaso debido al costo del transporte y al exceso de tramites administrativos.
- **Fosfato de Tamaulipas:** Inició a principios del año 2001 con la recolección de pilas dentro de la empresa, consistía en instalar contenedores en punto estratégicos, durante 8 meses se recolectaron 44 Kg, pero el proyecto fracasó porque no se realizó el traslado de las pilas a los centros de confinamiento.
- **Estado de México “Ponte las pilas, no las tires”:** Programa que se inició en Septiembre del 2001 por la Dirección de Ecología del Gobierno Municipal de Cuatitlán, Izcalli el cual consistía en colocar contenedores especiales en centros comerciales, instalaciones del gobierno local, obteniendo 16 toneladas que se dispusieron en el confinamiento de San Luis Potosí, también fracaso por la poca participación social. Y la falta de información sobre el programa.
- **Ecotianguis:** Desarrollaron un programa denominado Viva La Tierra Red Morelos.
- **Pilas al reciclaje:** Las pilas eran recolectadas y almacenadas en la ciudad de México.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> [http://teorema.com.mx/articulos.php?id\\_sec=50&id\\_art=3568&id\\_ejemplar=0](http://teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=50&id_art=3568&id_ejemplar=0). 15/03/2008. 3:24p.m.

### 3.8.4 Programas exitosos en algunos estados de México.

- **Monterrey, Nuevo León, participan:** Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) y el Tec de Monterrey, Ayuntamiento de Monterrey, Empresarios y Maestros, se recolectan y se envían a RIMSA
- **Santiago de Yéche, Edo. De México:** Población de 5 mil habitantes, cuentan con el apoyo económico del 70% por parte de la Dirección de Ecología del municipio, Asociación internacional “A limpiar el mundo” (Australia), Semarnat y el otro 30 % restante corre a cargo de empresarios, maestros y estudiantes y RIMSA.
- **Cuernavaca, Morelos:** Inicio en noviembre del año 2004., participan ciudadanos, empresarios y escuelas. Han Recolectado hasta la fecha 600 Kg. de pilas, los cuales son enviados a RIMSA de Nuevo León, y cuentan con el apoyo de la empresa CIVAC.
- **Responsable de Pilas Usadas en el Distrito Federal:** El 27 de febrero del 2007 en el DF, por medio de la Secretaría de Medio Ambiente Capitalino, Martha Delgado, puso en marcha el programa Responsable de Pilas Usadas en el Distrito Federal que consiste en la adaptación de 280 columnas informativas y turísticas con un contenedor que permitirá almacenar temporalmente el material que la ciudadanía deposite en ellos y evitar que sean transferidos al relleno sanitario. Este proyecto puesto en marcha a estado creciendo, colocando más contenedores en la ciudad del D.F. <sup>17</sup>

### 3.8.5 Nivel local (Quintana Roo).

- **En el estado de Quintana Roo:** En el municipio de Benito Juárez, en la ciudad de Cancún el 11 de junio del 2007 se implanto el programa “Movimiento Cancún” para generar educación ambiental y fomentar el reciclaje en el municipio, a cargo de la dirección de Servicios Públicos, el presidente municipal Francisco Alor Quezada inauguró el “Punto Limpio” ubicado en el estacionamiento de la tienda “City Club”, que se encuentra en la supermanzana 39, y resaltó que próximamente se instalarán más centros

---

<sup>17</sup> <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2007/02/27/ponen-en-marcha-programa-para-reciclar-pilas-en-el-df/>  
18/03/2008.6:52 p.m.

de acopio de envases de plástico y pilas alcalinas en otros supermercados de la ciudad. (Portal del H. ayuntamiento de Benito Juárez, Cancún Q. Roo)

Esto podría ser un buen comienzo para que la capital del estado tenga un programa de este tipo, ya que como bien sabemos contamos con una gran cantidad de cuerpos de agua y como ya se ha mencionado antes puede ser contaminado fácilmente al desechar las pilas.

Otro de los problemas que enfrenta la capital del estado, es que no cuenta con un relleno sanitario adecuado que cumpla con la legislación vigente en materia de residuos peligrosos.

## **CAPITULO 4 EDUCACIÓN AMBIENTAL**

La educación ambiental, surge en los años 70, como respuesta a la crisis ambiental, se puede entender como un proceso de aprendizaje que debe facilitar la comprensión de las realidades del medioambiente, del proceso sociohistórico que ha conducido a su actual deterioro.

Tiene como propósito que cada individuo posea una adecuada conciencia de dependencia y pertenencia con su entorno, que se sienta responsable de su uso y mantenimiento, y que sea capaz de tomar decisiones en este plano. La educación ambiental, debe estar dirigida a la estimulación de la adopción por parte de las personas de un modo de vida compatible con la sostenibilidad, en el que se valore la sencillez y el gastar los recursos de la tierra a la menor velocidad posible, lo cual supone un freno parcial en algunas direcciones que se traducirá a la larga, en una mayor abundancia y durabilidad de la vida en sentido general.<sup>18</sup>

Para lograr esta aspiración, es imprescindible elevar el nivel de conocimiento e información, de sensibilización y concienciación por parte de los ciudadanos, científicos, investigadores, gobiernos, la sociedad civil y todas las organizaciones nacionales e internacionales.

### **4.1 Historia de la educación.**

Los orígenes de la educación ambiental se sitúan en los años 70, surge en el contexto de preocupación mundial ante la seria desestabilización de los sistemas naturales, lo cual pone en evidencia la insostenibilidad del paradigma de desarrollo industrial o "desarrollista", y lleva a la comunidad internacional al planteamiento de la necesidad de cambios en las ciencias, entre ellas, las ciencias de la educación, con el objetivo de darle respuesta a los crecientes y novedosos problemas que afronta la humanidad.

El concepto de educación ambiental no se ha mantenido estático, el mismo se ha modificado, precisamente en correspondencia con la evolución de la idea de medio

---

<sup>18</sup> [http://www.revistafuturos.info/futuros\\_12/hist\\_ea.htm](http://www.revistafuturos.info/futuros_12/hist_ea.htm). 19/06/08, 8:00 pm

ambiente. En un principio la atención se centró en cuestiones tales como la conservación de los recursos naturales, así como de los elementos físico - naturales que constituyen la base de nuestro medio, la protección de la flora y la fauna, etc. Paulatinamente se han incorporado a este concepto, las dimensiones tecnológicas, socioculturales, políticas y económicas, las cuales son fundamentales para entender las relaciones de la humanidad con su ambiente y así poder gestionar los recursos del mismo.

Aunque el término educación ambiental ya aparece en documentos de la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura (UNESCO), datados de 1965, no es hasta el año 1972, en Estocolmo, durante la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Humano, cuando se reconoce oficialmente la existencia de este concepto y de su importancia para cambiar el modelo de desarrollo. Donde fue constituido el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), entidad coordinadora a escala internacional de las acciones a favor de la protección del entorno, incluida la educación ambiental.

En dicha conferencia, se crea el Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA), el cual, según (Bedoy V. 2002) "pretendía aunar esfuerzos y optimizar informaciones, recursos, materiales e investigaciones en materia de educación ambiental para extender el conocimiento de las aportaciones teóricas y prácticas que se iban produciendo en este campo de la ciencia".

A partir de ese momento, se han realizado diferentes eventos sobre el particular, que conforman lo que llamamos el debate ambiental, entre los que cabe destacar:

- **El Coloquio Internacional sobre la Educación relativa al Medio Ambiente (Belgrado, 1975):** En este evento se le otorga a la educación una importancia capital en los procesos de cambio. Se recomienda la enseñanza de nuevos conocimientos teóricos y prácticos, valores y actitudes que constituirán la clave para conseguir el mejoramiento ambiental. En Belgrado



se definen también las metas, objetivos y principios de la educación ambiental.

- **La Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental organizada por la UNESCO y el PNUMA en Tbilisi, antigua URSS, 1977:** En este evento se acuerda la incorporación de la educación ambiental a los sistemas de educación, estrategias; modalidades y la cooperación internacional en materia de educación ambiental.
- **El Congreso sobre Educación y Formación Ambiental, Moscú, 1987:** Surge la propuesta de una estrategia Internacional para la acción en el campo de la Educación y Formación Ambiental para los años 1990 - 1999.
- **La Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, 1992:** La cual aportó importantes acuerdos internacionales, y documentos de relevancia, tales como la Agenda 21, en la que se dedica el capítulo 36, al fomento de la educación y a la reorientación de la misma hacia el desarrollo sostenible, la capacitación, y la toma de conciencia; paralelamente a la Cumbre de la Tierra se realizó el Foro Global Ciudadano de Río 92, en el cual se aprobaron 33 tratados uno de los cuales lleva por título Tratado de Educación Ambiental hacia Sociedades Sustentables y de Responsabilidad Global
- **Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental. Guadalajara (México, 1992):** Se estableció que la educación ambiental es eminentemente política y un instrumento esencial para alcanzar una sociedad sustentable en lo ambiental y justa en lo social.

En el resumen anterior se puede observar que el concepto de educación ambiental ha sufrido importantes cambios en su breve historia. Ha pasado de ser considerada solo en términos de conservación y biológicos a tener en muchos casos una visión integral de interrelación sociedad-naturaleza. (Environmental Issues Information Sheet EI-2. 1997)

#### **4.2 Definición de educación ambiental (EA).**

Para comprender qué es EA, será conveniente explicar lo que no es la EA no es un campo de estudio, como la biología, química, ecología o física. Para muchas personas, este es un concepto que se le hace difícil comprender. Mucha gente habla o escribe sobre enseñar EA, esto no es posible. Uno puede enseñar conceptos de EA, pero no EA.

La falta de consenso sobre lo que es EA puede ser una razón de tales interpretaciones erróneas. Por ejemplo, con frecuencia educación al aire libre, educación para la conservación y estudio de la naturaleza son todos considerados como EA. Por otro lado, parte del problema se debe también a que el mismo término educación ambiental es un nombre no del todo apropiado.

Muchos autores, agencias y organizaciones han ofrecido varias definiciones. Sin embargo, no existe consenso universal sobre alguna de ellas.

**La educación ambiental se define como:** Un proceso que incluye un esfuerzo planificado para comunicar información y/o suministrar instrucción basado en los más recientes y válidos datos científicos, al igual que en el sentimiento público prevaleciente diseñado para apoyar el desarrollo de actitudes, opiniones y creencias que apoyen a su vez la adopción sostenida de conductas que guían tanto a los individuos como a grupos para que vivan sus vidas, crezcan sus cultivos, fabriquen sus productos, compren sus bienes materiales, desarrollen tecnológicamente, etc. de manera que minimizen lo más que sea posible la degradación del paisaje original o las características geológicas de una región, la contaminación del aire, agua o suelo, y las amenazas a la supervivencia de otras especies de plantas y animales.<sup>19</sup>

Fueron puestos de manifiesto en el Seminario Internacional de Educación Ambiental de Belgrado (1975) y ratificados en la Conferencia Internacional de Educación Ambiental de Tbilisi (1977) los siguientes objetivos de la educación ambiental.

---

<sup>19</sup> N.J. Smith-Sebasto, Ph.D. University of Illinois Cooperative Extension Service. en <http://www.nres.uiuc.edu/outreach/pubs/ei9709.pdf>. 28/06/08. 9:53 p.m.

**Conciencia:** Ayudar a las personas y a los grupos sociales a que adquieran mayor sensibilidad y conciencia del Medio Ambiente en general y de los problemas conexos.

**Conocimientos:** Ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir una comprensión básica del Medio Ambiente en su totalidad, de los problemas conexos y de la presencia y función de la humanidad en él, lo que entraña una responsabilidad crítica.

**Actitudes:** Ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir valores sociales y un profundo interés por el Medio Ambiente, que los impulse a participar activamente en su protección y mejoramiento.

**Aptitudes:** Ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir las aptitudes necesarias para resolver problemas ambientales.

**Capacidad de evaluación:** Ayudar a las personas y a los grupos sociales a evaluar las medidas y los programas de Educación Ambiental en función de los factores ecológicos, sociales, estéticos y educativos

**Participación:** Ayudar a las personas y a los grupos sociales a que desarrollen su sentido de responsabilidad y a que tomen conciencia de la urgente necesidad de prestar atención a los problemas del Medio Ambiente, para asegurar que se adopten medidas adecuadas al respecto

El objetivo de la Educación Ambiental a largo plazo es contribuir a que los ciudadanos lleguen a estar informados en materia medioambiental y, sobre todo, preparados para trabajar, individual o colectivamente, por la consecución y/o mantenimiento de un equilibrio dinámico entre calidad de vida y calidad de Medio Ambiente.<sup>20</sup>

#### **4.3 Educación ambiental formal.**

La educación ambiental formal es la impartida en escuelas, colegios e instituciones de formación, se puede decir que es un aprendizaje ofrecido normalmente por un centro de

---

<sup>20</sup> <http://www.ingeba.euskalnet.net/lurralde/lurranet/lur22/goran22/22ogran.htm>.24/06/08, 8:52 pm

educación o formación, con carácter estructurado (según objetivos didácticos, duración o soporte) y que concluye con una certificación.<sup>21</sup>

La educación ambiental formal es parte de las llamadas Líneas Transversales, entre las cuales se encuentra la Educación Ambiental (EA). La inclusión de estos contenidos transversales se justifica, entre otros motivos, por la necesidad de relacionar las vivencias del alumno o la alumna con sus experiencias escolares, mediante la introducción en los currículos de una serie de temas que están "vivos" en la sociedad y que, por su importancia y trascendencia, en el presente y en el futuro, requieren una respuesta educativa, entre las cuales se encuentran:

- Adecuación de contenidos y metodología
- Relaciones de colaboración entre personas y estamentos de la comunidad escolar
- Cuidado de la calidad del entorno físico
- Gestión adecuada de los recursos del centro
- Organización de un sistema de relaciones con la comunidad

Desde la transversalidad, la integración de la EA en el currículo requiere la elaboración de una perspectiva que considere lo ambiental como un principio didáctico, es decir, como una dimensión que ha de estar siempre presente en la toma de decisiones respecto a cualquier elemento curricular.

#### **4.4 Educación ambiental no formal.**

La educación ambiental no formal se entiende como "la transmisión de conocimientos, aptitudes y valores ambientales fuera del sistema educativo institucional, que conlleve la adopción de actitudes positivas hacia el medio natural y social, que se traduzcan en acciones de cuidado y respeto por la diversidad biológica y cultural y que fomenten la solidaridad intra e intergeneracional. Se reconoce que la educación ambiental no es neutra, sino que es ideológica, ya que está basada en valores para la transformación social".<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> <http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/eaformal.html> 7:45 pm 24/06/08

<sup>22</sup> Declaración de la tierra de los pueblos. Foro Río 92, Manual de educación ambiental no formal, unesco/etxea. S/p. en <http://www.educar.jalisco.gob.mx/13/13Auror.html> 24/06/08 8:12 p.m.

Aunque parezca que la educación ambiental no formal no es planificada o estructurada, en el común de la gente es todo lo contrario. Como expresa Sureda: "la educación ambiental no formal, acoge aquellos fenómenos educativos que aunque se realicen al margen del sistema estructurado de enseñanza, es decir, al margen de la escuela, están organizados expresamente para lograr determinadas disposiciones cognitivas y valorativas, se trata pues de procesos intencionales, estructurados y sistemáticos". (Sureda N. 2001)

El destinatario de la educación ambiental no formal es la población en general: mujeres, niños, niñas, jóvenes, etcétera. La finalidad es convertir personas no sensibilizadas en personas informadas, sensibilizadas y dispuestas a participar activamente en la resolución de los problemas ambientales. Sin embargo, no se puede esperar que de la sola adquisición se derive necesariamente un cambio de conducta. Parece suficientemente demostrado que las relaciones entre conocimientos, actitudes y comportamientos no son de causa/efecto, aunque sí se influyen mutuamente. Se debe, por lo tanto, planificar actividades específicas para trabajar las actitudes y los comportamientos.

#### **4.4.1 Objetivos de la educación ambiental no formal.**

- Contribuir a una clara toma de conciencia sobre la existencia e importancia de la interdependencia económica, social, política y ecológica.
- Fomentar la participación e implicación en la toma de decisiones, la capacidad de liderazgo personal y el paso a la acción. Se entiende a la capacitación no sólo como la adquisición de técnicas, sino como un compromiso de participación.
- Pasar de pensamientos y sentimientos a la acción.
- Promover la cooperación y el diálogo entre individuos e instituciones.
- Promover diferentes maneras de ver las cosas.
- Facilitar el intercambio de puntos de vista.
- Crear un estado de opinión.
- Estimular y apoyar la creación y el fortalecimiento de redes.
- Incorporar contenidos emergentes y progresistas con más rapidez que la educación ambiental formal.

Las actitudes y acciones son la meta de la educación ambiental; ayudan a los individuos y grupos sociales a adquirir interés por el entorno y participar activamente en su mejora. No se debe perder de vista que tan importante es el fin como el proceso para alcanzarlo, tomando en cuenta que existe una inercia de la sociedad que produce resistencia al cambio. Es necesario planear acciones concretas que éstos puedan realizar, además de preparar programas que fomenten la participación. Tomando en cuenta que los valores juegan un importante papel, ya que a través de éstos los conocimientos y las aptitudes pueden transformarse en actitudes y acciones.

#### **4.4.2 Recomendaciones para lograr valores y una conducta ambiental.**

- Tener en cuenta todos los aspectos del destinatario: su edad, su motivación, su inteligencia, sus emociones y sus experiencias, su localidad y sus posibilidades de participación y responsabilidad en los problemas o valores ambientales analizados.
- Mantener la coherencia en todos los aspectos del programa a realizar: objetivos, sujetos, medios, alcances con la metodología y los medios para alcanzar los fines.
- Todo el proceso debe desembocar en la acción positiva sobre el entorno de mejora, de sensibilización y concientización, de resolución de problemas, de prevención.
- Crear un clima de aprendizaje donde el que analiza los problemas sea el propio sujeto de aprendizaje.
- Entender la participación social como un fin último de la educación ambiental. Definir la participación como un proceso metodológico en sí, que tiene momentos educativos claros tales como la identificación de problemas, la búsqueda de soluciones alternativas, el análisis de cambio de viabilidad, las actuaciones sobre el entorno y la evaluación

La participación es una actuación, el resultado de la educación ambiental, que acerca a los involucrados a los fines que se han puesto como meta. La participación es el proceso metodológico que queda definido por el fin que se pretende lograr, concientiza para que los

destinatarios realicen acciones positivas sobre el entorno, entendiéndolo como un espacio que proporciona momentos educativos claros.

Los valores y una conducta ambiental positiva, de los destinatarios de la educación ambiental no formal, juegan un importante papel en el momento en que las actitudes son transformadas en acciones tales como:

- La realización de campañas de sensibilización para generar cambios en los hábitos de consumo, de uso adecuado de los recursos, de prevención de desastres, de fomento a la salud, de uso de tecnología alternativa.
- La organización de programas de voluntarios para la restauración en espacios naturales.
- Realizar campañas sobre problemas ambientales coyunturales o estacionales; en éstos se recogen experiencias para la sensibilización sobre problemas tales como desastres ambientales, incendios etc.
- La utilización de la información en los medios de comunicación, vehículos para llegar a mucha gente y que pueden usarse para la transmisión de valores ambientales o el fomento de actitudes a favor del medio ambiente.
- Elaborar programas de cursos y talleres dirigidos a público diferenciado de diversos ámbitos de la sociedad, tomando como receptores a amas de casa, niños, niñas, jóvenes, empresarios. El diseño de los cursos y talleres debe estar fundamentado en la vida diaria, con temáticas como el consumo, prevención, salud, huertos familiares, valores, autoestima

Para la realización de las diversas actividades de educación ambiental no formal, es necesario determinar los contenidos y las formas de abordarlos, pasando así por etapas y conceptos para su ejecución.

Etapas en el proceso de las actividades de educación ambiental no formal

Cuando se realiza cualquier actividad de educación ambiental, hay que integrar las etapas del proceso educativo para que los destinatarios construyan o reconstruyan la visión de la

interacción con el medio ambiente. Estas etapas se dan antes, durante y después del proceso educativo.

- **Sensibilización:** Esta etapa se utiliza antes de empezar cualquier actividad. Se centra la atención en el participante basándose en el concepto complejo de medio ambiente, analizándolo como un espacio que debe conservarse, protegerse, incrementando actitudes para un desarrollo sustentable, donde se hace consciente la participación en un ambiente compuesto por lo económico, lo político, lo cultural y lo ecosistémico. Se valora la responsabilidad individual y colectiva en la realidad local frente al problema de deterioro. Se analizan y exploran aptitudes y habilidades para imaginar e idear acciones ante los problemas ambientales.
- **Reflexión:** Durante esta fase del proceso se reflexiona acerca del "sistema de valores como una manera de vernos a nosotros mismos y el papel que se ocupa frente a la naturaleza y con los demás. El desarrollo de los valores es principalmente un proceso social y se van forjando progresivamente en las personas. Se distinguen los valores como la autoestima, la voluntad, la colaboración, la participación, la solidaridad, la tolerancia, el respeto a la diversidad.
- **Concientización:** Se trabaja desde una perspectiva histórica de los roles humanos, para situarse en un contexto específico determinado por el problema abordado y por las acciones con las que se desea participar.

De esta manera se pretende rescatar las actitudes de confianza y seguridad en sí mismo, de autogestión, de comunicación, de compartir lo aprendido, de iniciativa. Se toma conciencia para instrumentar acciones que conlleven al establecimiento de cambios de conducta y hábitos a favor del medio ambiente. (Balzaretti y Rosales. 2008)

#### **4.5 Educación ambiental para el manejo de pilas domesticas en desuso.**

En México, actualmente se presentan problemas ambientales en mayor o menor escala, por lo que es de vital importancia hacer conciencia de la necesidad de realizar de acuerdo a las



posibilidades existentes, acciones que permitan resolver los problemas de contaminación siendo imperativo educar a las presentes y futuras generaciones.

La educación ambiental, afecta la estructura política, económica y cultural de la sociedad, lo que hace posible que a través de las instituciones de educación se proporcionen espacios en los que se acentúe el análisis de esta problemática además de que el gobierno tenga una iniciativa para plantear posibles alternativas para mitigar los impactos que las pilas en desuso ocasionan, esto para tratar de formar un conciencia en los individuos inherentes a la educación ambiental.

En Quintana Roo el medio natural constituye el recurso básico que sustenta las actividades económicas y al mismo tiempo resulta impactado por esa rápida expansión, entre los problemas ambientales mas trascendentes se encuentra el de los residuos sólidos debido a las situaciones mencionadas y a la falta de conciencia de la población se va agravando día a día, por consiguiente la basura común generada van integradas las pilas en desuso haciendo mas grave el problema de contaminación, es por eso que la educación ambiental es fundamental.

El interés por el manejo de las pilas ha aumentado considerablemente en los últimos años, por lo cual es el momento de lograr que la sociedad tome conciencia y adopte una actitud positiva respecto al cuidado del ambiente.

## **CAPITULO 5 METODOLOGÍA para el “Programa para Tratamiento de Pilas Domesticas en Desuso”**

La presente propuesta contemplada para la ciudad de Chetumal, busca básicamente fomentar la participación ciudadana, escuelas, sectores del gobierno, comercios, medios de comunicación e iniciativa privada. Debido a que los problemas ambientales se encuentran conectados con las condiciones sociales, culturales, económicas y políticas es importante poner en marcha programas de este tipo.

Solo con la participación de todos, puede llegar a ser exitoso el programa trayendo consigo múltiples beneficios para la salud y para la protección del ambiente.

### **5.1 Objetivos específicos y metas.**

El clima predominante de la capital del estado es calido húmedo y principalmente en los meses de mayo y octubre se presenta la temporada de lluvias, estas características de la zona permiten que la materia orgánica se degrada con mayor rapidez, lo que genera la reproducción de microorganismos y bacterias nocivas para la salud así como la percolación de lixiviado al manto freático e incrementa la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas. Por consiguiente el arrastre de metales pesados por la fácil corrosión de las pilas.

Con base en estas características peculiares de Chetumal Q. Roo se plantean los siguientes objetivos y metas.

#### **5.1.1 Objetivos específicos del Programa Manejo de Pilas en Desuso.**

1. Sensibilizar a la población acerca de las consecuencias y efectos que ocasiona el mal manejo de las pilas domésticas en desuso.
2. Promover la participación de la población en la disminución de la generación de las pilas.
3. Recuperar la fracción de pilas en desuso para su posterior tratamiento.

### **5.1.2 Metas del Programa Manejo de Pilas en Desuso.**

1. Disminuir el volumen de pilas que llegan al basurero municipal.
2. Lograr que las pilas separadas sean enviadas a un centro de acopio para su posterior tratamiento y disposición final.
3. Fomentar la educación ambiental y la protección ambiental mediante programas de este tipo.
4. Promover la participación de la población para integrarse a un esquema de buen manejo de pilas.
5. Crear una conciencia para disminuir la generación de pilas domesticas en desuso.

### **5.2 Descripción.**

La propuesta del programa consiste en dos etapas principales:

- Difusión-Recolección.
- Separación-Transporte-Disposición final.

Donde cada una requiere planificación y control estricto, ya que deben contemplarse pautas de seguridad en el manejo de las pilas y evitar la acumulación sin tratamiento.

#### **5.2.1 Primera etapa Difusión – Recolección.**

La primera instancia de separación será en origen, diferenciando las pilas botón del resto; la segunda, se realizará una vez que las pilas fueran recolectadas y se procede a clasificar por tipo, características (componente químico) y por su toxicidad.

#### **5.2.2 Segunda etapa Separación-Transporte -Disposición Final.**

En esta etapa las pilas deberán ser manejadas de manera cuidadosa para evitar un mayor peligro de contaminación hacia el ambiente.

El almacenamiento de estos residuos debe ser menor a 6 meses, por lo cual se requiere que las pilas recolectadas, deberán ser llevadas a un sitio de disposición final para su posterior

tratamiento. Teniendo en cuenta la importancia que se le debe de dar al transporte de estos residuos peligrosos hasta el sitio de tratamiento.

Se contempla 2 veces al año es decir, realizar un embarque cada 6 meses.

### **5.3 Modo de operación.**

La operación del programa de manera general incluye la difusión, recolección separación, resguardo, transporte para su posterior tratamiento. A continuación se describe las etapas antes mencionadas.

#### **5.3.1 Difusión.**

Para llevar a cabo el funcionamiento de este programa se requiere llevar acabo la primera etapa que es el de Difusión – Recolección, el cual debe ser de manera que involucre a todos los sectores de la población para que participen, lo cual hará que el programa sea mas ambicioso y que nos permita lograr los objetivos, así como las metas perseguidas para este programa.

Para el inicio del programa, se estructura con base en una campaña de difusión y concientización, para lo cual se realizan folletos explicativos de los riesgos y perjuicios que ocasionan las pilas y como se deben de depositar. Se debe de trabajar en coordinación con instituciones educativas de nivel inicial y primario, resaltando la problemática de la contaminación del agua y suelo por pilas usadas, apuntando el como se debe de depositar las pilas con los polos cubiertos en los contenedores que serán instalados en la ciudad.

Por otra parte se debe de reforzar la campaña con avisos en medios de comunicación, carteles, folletos, foros de discusión apuntando a una máxima difusión del programa así como una invitación a los diversos sectores a adherirse al programa.

En la difusión los medios de comunicación locales (radiodifusoras y televisoras) serán parte importante para dar a conocer el programa, además de que los carteles estarán colocados en la ciudad principalmente en lugares donde exista mayor afluencia de personas (mercados, tiendas comerciales, escuelas, etc.), los folletos serán entregados a la comunidad, los cuales deberán reproducir para invitar a mas personas a participar en el programa.

### **5.3.2 Recolección.**

Para encarar la etapa de recolección se pretende instalar puntos de acopio, fundamentalmente en zonas de fácil acceso, como en escuelas, dependencias municipales, supermercados, universidades y comercios que voluntariamente se quieran adherir al programa.

Los puntos de acopio se deben encontrar identificados mediante un símbolo (**logotipo del programa**). (Ver anexo 1) y debe verificarse su estado de conservación, como así también exigir al responsable del lugar que se prohíba arrojar otros desechos que no sean pilas en desuso.

La recolección debe ser por medio de un vehículo especialmente designado a dicha tarea. Se debe realizar una recolección periódica (mensual), completándose en el lugar una bitácora que contenga una clave, fecha, lugar, hora, cantidad de pilas recolectadas en Kg y firma del responsable del local, esto es importante para llevar un registro de todos los movimientos que se estén realizando en su momento.

Esta etapa permitirá saber la capacidad de respuesta de la población ante un programa de este tipo, el cual va a generar una estadística y evaluar el funcionamiento de cada establecimiento.

### **5.3.3 Separación.**

Para encarar esta etapa, se pretende tener un sitio de almacenamiento que permita el manejo adecuado de las pilas que se recolectaran en la primera etapa, para lo cual debe ser manejado de manera que no represente riesgo.

En este sitio se contarán con contenedores especiales, en donde estarán depositadas las pilas usadas.

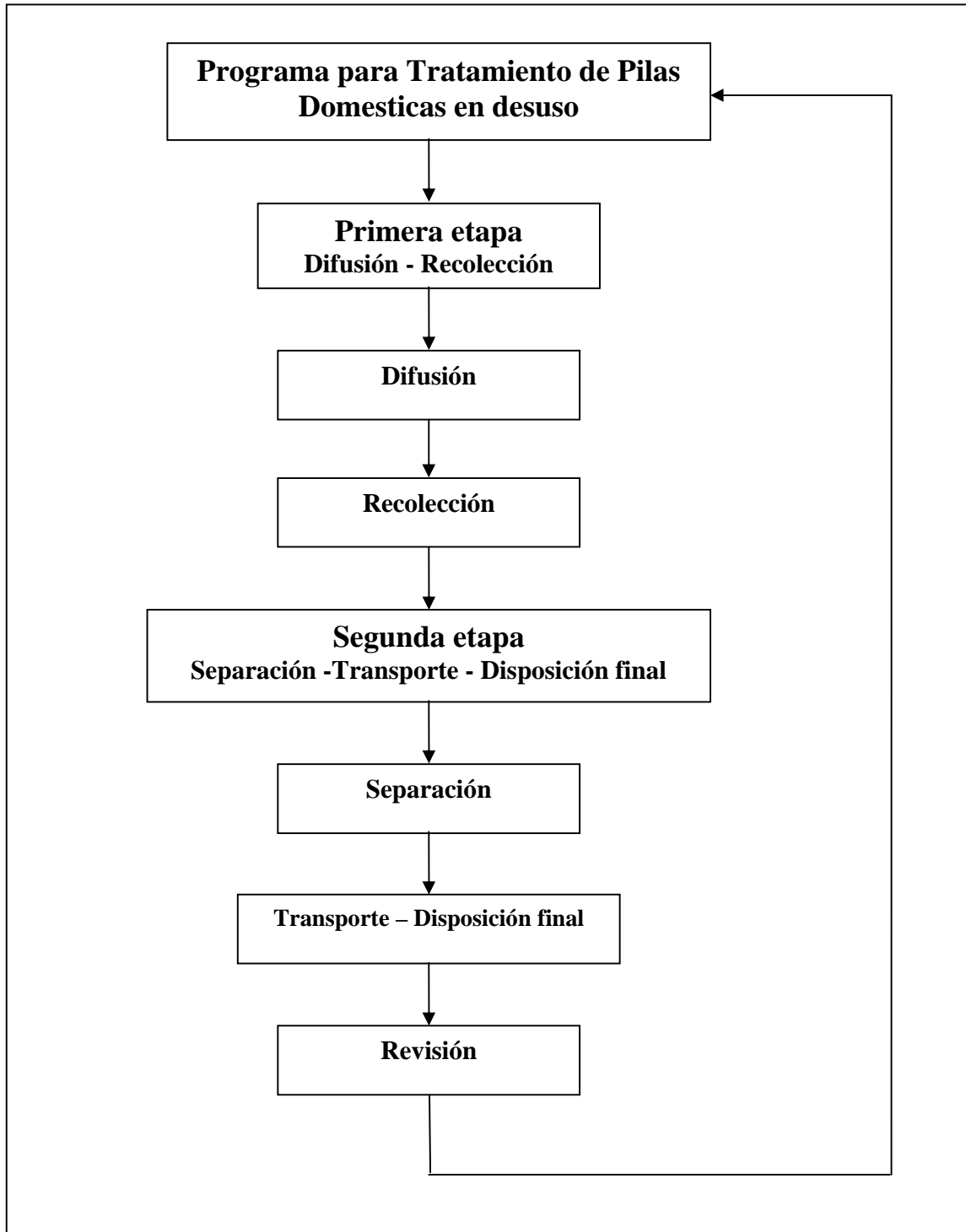
La primera instancia de separación será diferenciando las pilas botón del resto; la segunda, se realizará una vez que las pilas fueran recolectadas y se procede a clasificar por tipo, características (componente químico) y por su toxicidad.

### **5.3.4 Transporte-Disposición final.**

Una vez que las pilas han sido recolectadas, se procede a su cuantificación, para que posteriormente puedan ser transportadas hacia un centro de tratamiento que cuente con las

tecnologías para hacer menos tóxico los componentes de una pila en desuso, de manera que ya no represente un peligro de contaminación para la población de Chetumal. **Ver esquema.**

**Esquema general del Programa para Tratamiento de Pilas Domésticas en Desuso.**



#### **5.4 Diseño del material a utilizar para dar a conocer el Programa manejo de pilas en desuso.**

Para dar a conocer el Programa para el Tratamiento de Pilas Domesticas en Desuso es importante la creación de una campaña de difusión, el cual tiene como objetivo, dar a conocer la problemática de las pilas domesticas como residuos peligrosos a la población de Chetumal. El cual permita crear una conciencia de que las “pilas en desuso no deben ser mezcladas con la basura común generada en los hogares”.

Esta campaña de difusión tiene a su vez todo un trabajo de diseños, el cual esta compuesto de carteles, folletos, pósters, audio y video alusivos al programa con contenido especial que indica los efectos nocivos de estos productos así como frases que promuevan el cuidado del ambiente, además de indicar las ventajas que se obtienen al separar estos residuos peligrosos.

El **Programa manejo de pilas en desuso** debe difundirse a través de los medios de comunicación locales, dirigido a toda la población para que el programa tenga éxito. Se darán pláticas en las comunidades más lejanas con el apoyo del material antes mencionado, indicando los efectos que causan las pilas en desuso y las actividades que se pretende que realicen los pobladores.

También es de vital importancia indicar la manera de depositar la pilas en los puntos de acopio que estarán instalados en diversos puntos de la ciudad es decir de fácil acceso.

Los diseños elaborados, tienen diferentes contenidos dirigido hacia un mismo objetivo y va de acuerdo al sector al que se le presentara la información, es decir los diseños estarán divididos en tres grupos de acuerdo a niveles de educación.

1. **Primaria y Secundaria:** A este sector de la población se les presentara el material especialmente diseñado para ellos, el cual va de acuerdo al nivel y la información

requerida debe de ser de fácil comprensión, para que no quede la menor duda, y fomentar su participación.

2. **Bachillerato y Universidad:** A este sector de la población se les presentara una información un poco mas técnica, pero de igual forma de fácil comprensión y que permita su participación
3. **Población en general:** Para este sector de la población, la información a presentar debe ser del tal forma que no quede la menor duda posible, es decir que sea clara y de mayor facilidad de comprensión ya que será presentada hacia todas los sectores de la sociedad, debido a que este sector es el que tiene un desconocimiento total de que las pilas en desuso son residuos peligrosos y que afectan al ambiente.

Todo esto, para que la población tenga conocimiento de este programa y para que se vean involucrados, es por eso que es importante esta campaña para promover una cultura de concientización para el cuidado del ambiente.

#### **5.4.1 Diseño de carteles.**

Los carteles diseñados serán puestos en distintos puntos de la ciudad en donde exista una mayor afluencia de población.

Presentándose 3 carteles diferentes de acuerdo a los niveles antes mencionados.

##### **a) Cartel Primaria-Secundaria.**

El objetivo del cartel, es dejar mas claro el problema que representa una pila en desuso.

Se presentara un cartel el cual podrá ser visualizado constantemente por los alumnos, profesores y padres de familia que lleguen a la escuela. El cartel contendrá información sobre las pilas en desuso, la forma de depositar las pilas en los contenedores y las recomendaciones a seguir para participar en el programa. (*Ver anexo 2*)

##### **b) Cartel Bachillerato- Universidad.**

El objetivo del cartel, es dejar mas claro el problema que representa una pila en desuso.

Para este sector de la población también se les presentara un cartel, el cual tendrá la misma



finalidad que el cartel anterior. De igual manera se busca fomentar la participación de este sector a través de estos materiales. *(Ver anexo 3)*

### **c) Cartel Población en General.**

El objetivo del cartel, es dar a conocer el Programa para Tratamiento de Pilas Domesticas en Desuso ante la población de chetumal.

Este cartel funcionara de manera general para toda la comunidad de Chetumal, deberá ser puesto en zonas clave (lugares donde exista mayor afluencia de población). Este cartel permitirá que la población conozca el programa, de igual manera el cartel deberá contener información sobre una pila en desuso, forma de depositar las pilas y las recomendaciones a seguir para evitar la contaminación por estos residuos peligrosos. *(Ver anexo 4)*

### **5.4.2 Diseño de folleto.**

El objetivo del folleto es dar a conocer de manera sencilla y mas clara los efectos nocivos que pueden ocasionar el mal manejo de las pilas.

El folleto diseñado será otra herramienta para lograr la primera etapa del programa. Este a su vez contendrá información sobre las pilas, la forma en que se descompone, efectos al salud y al ambiente, también en el folleto se indica la manera en que se debe depositar las pilas en los puntos de acopio así como las recomendaciones que debe de seguir la población para evitar consumir mayor cantidad de pilas

*(Ver anexo 5)*

### **5.4.3 Diseño de audio y video.**

La composición de audio y video tiene como objetivo llegar hasta el ultimo rincón de la capital del estado, y para esto se debe de presentar ante todos los medios de comunicación, para facilitar la difusión del programa y hacerlo mas extenso. Cabe recalcar que la ayuda de las fuentes emisoras de información juega un papel importantísimo para que el programa pueda ser exitoso, ya que a través de ellos podrá estar en constante anuncio e invitándolos a participar en el programa.

Se elaboro un video con información acerca de pilas en desuso, esto con la finalidad de que el programa pueda ser difundido hasta el último rincón de la capital del estado el cual

permitirá que la mayoría de la población pueda identificarlo. (Ver video, anexo 6 “Programa Para Tratamiento De Pilas Domesticas En Desuso”

#### **5.4.4 Presentaciones.**

A través de presentaciones que contengan los objetivos y metas del programa, información indispensable sobre los efectos que ocasionan las pilas tanto a la salud como al medio ambiente, la forma de depositar las pilas en los contenedores especiales para pilas en desuso así como recomendaciones sobre lo que se debe de hacer y no hacer con las pilas.

Con este material de apoyo y con la información necesaria antes descrita se debe dar a conocer a la población, principalmente en escuelas de nivel básico.

Esto permitirá que la población conozca del programa y les sea mas fácil conocer sobre los riesgos que ocasiona estos residuos peligrosos.

#### **5.5 Plan de manejo pilas domesticas en desuso.**

Para desarrollar un programa sobre manejo de residuos peligrosos en este caso pilas en desuso, se deben considerar varios factores y se mencionan a continuación.

Los antecedentes, clasificación de pilas, componentes tóxicos, justificación, la problemática de las pilas, objetivos, metas, resultados esperados, el marco legal aplicable a las pilas domesticas en desuso, son puntos que ya se han tratado en los capítulos anteriores.

##### **5.5.1 Desarrollo del plan de manejo de pilas domesticas en desuso.**

1. **Origen de los residuos:** Las pilas (residuos objeto del presente plan de manejo) son generadas en un gran porcentaje, en casa habitación, por lo que de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, nos obliga a disponer de una manera adecuada, dadas las características de este tipo de residuos, la cantidad generada, el riesgo ambiental y de salud que las pilas pueden llegar a representar, por lo que través de este **programa para tratamiento de pilas domesticas en desuso** se presenta un plan de manejo para las pilas como residuos de manejo especial, a través del cual se ha diseñado una estrategia integral para su acopio, almacenamiento temporal y disposición final. Por lo que este Plan de

Manejo involucra el acopio en un almacén temporal de los residuos para después confinarlos y estos no representen un peligro para nuestro Medio Ambiente.

2. **Alcances:** El programa para tratamiento de pilas domesticas en desuso, esta diseñado para la ciudad de chetumal, pretende abarcar todos los puntos que sea posible, es decir cubrir la mayor parte del centró colocando los contenedores en zonas donde exista mayor afluencia de personas. Se busca también lograr la participación de todos los ciudadanos para facilitar el acopio de pilas. Enviar las pilas acopiadas a un centro que cuente con las tecnologías disponibles para su tratamiento.
3. **Limitaciones:** Unas de las principales limitaciones a la que se enfrenta este programa es la cuestión económica, cabe mencionar que dentro del desarrollo del programa, los gastos mas fuertes son el acopio, transporte y disposición final de las pilas, así como los gastos de difusión para dar a conocer el programa, esto es importante mencionarlo ya que para lograr esto se debe conseguir la participación de todos para obtener patrocinadores y hacer que los recursos económicos estén divididos. También es importante mencionar que para conseguir que el programa sea exitoso, es importante la participación de todos los ciudadanos, y hacer que ellos se vean involucrados para el desarrollo del mismo.
4. **Sensibilización:** Se realizarán spots informativos para difundir entre la población en general, que las pilas son residuos de manejo especial, así como el peligro que representan para nuestro medio ambiente, si una vez que han sido usadas no se les dispone de una manera adecuada, difundir información sobre el peligro que acarrea el uso de pilas “piratas”, por ser las más contaminantes por su contenido de mercurio, elaboración de carteles y trípticos informativos conteniendo las acciones a realizar para dar una adecuada disposición a las pilas como residuos de manejo especial, se transmitirán spots informativos por radio y televisión, se colocarán carteles y trípticos informativos sobre centros de acopio, en las oficinas de gobierno de los tres niveles, en centros escolares tanto oficiales como particulares, oficinas de la iniciativa privada y de organizaciones de la sociedad civil.
5. **Acopio de las pilas:** Las pilas deberán ser entregadas con los polos debidamente sellados con cinta adhesiva, se establecerán buzones para las pilas, previa solicitud

para funcionar como tal, así mismo se brindará la capacitación necesaria al personal que recibirá los residuos mencionados.

6. **Recepción y almacenamiento en los puntos de acopio:** Se establecerá que cada punto de acopio disponga de un contenedor de plástico limpio y seco de 20 litros con tapa, dicho recipiente solo podrá ser llenado con las pilas acopiadas hasta una tercera parte de su capacidad total. Los contenedores deberán contar en su base interior con una capa aproximada de 5 cm. de espesor de aserrín, a efecto de neutralizar posibles emisiones de las pilas contenidas. Cada punto de acopio contará con una bitácora para asentar la cantidad de pilas que almacene en un determinado tiempo. Cada punto de acopio no podrá exceder más de 200 kg. de pilas a fin de no violar la normatividad al respecto, tanto para el acopio como para el transporte.
7. **Transporte y envío al almacén temporal:** Una vez reunida la cantidad mencionada, o bien, la cantidad considerada por cada punto de acopio no debe rebasar los 200 kg, se deberá trasladar al Almacén Temporal de Acopio, en donde serán pesadas, y se hará entregará del recibo correspondiente. Para el transporte de las pilas acopiadas, este podrá ser realizado en un transporte particular, hasta en una cantidad de 200 kg., sin que para ello se requiera permiso de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
8. **Almacenamiento de pilas en el almacén temporal.** El Almacén contará con una bitácora para hacer el registro de las entregas de pilas así como del nombre del usuario y del punto de acopio que las haya enviado, así como elaborar los informes semestrales a la autoridad correspondiente. El Almacén contará con una báscula para pesar las pilas acopiadas en el momento de su entrada, asimismo, se entregará comprobante por el peso de las pilas recibidas. Para el manejo de las pilas, el personal del almacén, deberá utilizar guantes industriales, goggles para protección de los ojos, casco de uso industrial, así como uniforme de tela de algodón.
9. **Transporte y disposición final de las pilas.** De acuerdo a la población actual de Chetumal, se estima una generación de aproximadamente catorce toneladas de pilas, considerando que se genera esta cantidad en seis meses, se procede a efectuar los trámites necesarios para realizar su traslado hacia su disposición final en la empresa RIMSA ubicado en el municipio de Mina, Nuevo León.

## **CAPITULO 6 ALTERNATIVAS**

Ningún programa es admisible si no está definido como van a ser manejadas las pilas y baterías posteriormente a su recolección. Pueden construirse sistemas propios o usar las instalaciones de una localidad próxima, en cuyo caso se deberá tener en cuenta el costo adicional del transporte.

Con respecto al destino final del material recolectado, las alternativas tecnológicas disponibles actualmente son:

El tratamiento de los desechos tóxicos y las pilas, sigue siendo una de las cuestiones de mayor debate en el tratamiento de los residuos en todo el mundo. Su alto poder contaminante y modificador del medio hace de su traslado y tratamiento, una compleja y peligrosa actividad. Los residuos tóxicos abarcan una extensa y compleja rama de materiales, muchos de ellos de extrema peligrosidad.

Para la disposición final de pilas y micropilas se tienen las siguientes alternativas:

### **6.1 Encapsulamiento.**

Consiste fundamentalmente en obtener un mecanismo que asegure que no se producirá contaminación por lixiviación. En tal sentido se diseña un sistema que cuente con cinco barreras de seguridad, conformadas por el uso de tres componentes:

Compuesto químico que neutraliza, inhibe y secuestra posibles pérdidas de los metales pesados que contienen las pilas. (En adelante "el secuestrante"), bolsas de polietileno de alta densidad, termoselladas con extracción de aire.

**Tabla 9. Composición del polvo secuestrante. Formulación para 10 Kg.**

| Material                          | %          | Peso en kilos |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| Cal (hidróxido de calcio)         | 50         | 5             |
| Cemento                           | 20         | 2             |
| Polvo                             | 29,25      | 2,925         |
| EDTA<br>(ácido etilentetracético) | 0.5        | 0.05          |
| Tetracina                         | 0.25       | 0.025         |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>100</b> | <b>10</b>     |

O se puede utilizar también la siguiente fórmula:

**Tabla 10. Formulación del secuestrante para 10 Kg.**

| Material                          | %          | Peso en kilos |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| Cal (hidróxido de sodio)          | 50         | 5 Kg          |
| Cemento                           | 49.25      | 4.925 Kg      |
| EDTA (ácido<br>etilentetracético) | 0.5        | 0.05 Kg       |
| Tetracina                         | 0.25       | 0.025 Kg      |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>100</b> | <b>10</b>     |

Los pasos del tratamiento, con los cuales se obtienen las cinco barreras de seguridad, son los siguientes:

- Se toma una cantidad aproximada de cincuenta pilas, introduciéndolas en una bolsa pequeña y se vuelca en su interior polvo secuestrante en cantidad suficiente para que las pilas queden cubiertas totalmente. (Secuestrante 1ra barrera-Bolsa termosellada 2da barrera).



**Figura 3. Bolsas termoselladas en su interior pilas en desuso.**

- Se colocan de tres a cinco bolsas pequeñas en una bolsa mayor, repitiendo el vuelco del polvo secuestrante en su interior, realizando el posterior termosellado con extracción de aire de la bolsa grande. (Secuestrante 3ra barrera-Bolsa termosellada 4ta barrera).
- La bolsa grande se introduce en un molde para la construcción del bloque, previniendo que mantenga una distancia apropiada de sus caras superior e inferior como así también de sus laterales, recomendándose que sea como mínimo de cinco centímetros la distancia con el exterior del bloque terminado. Para esto se debe realizar un primer vuelco de material, vibrarlo, verificar el espesor resultante, introducir la bolsa y completar la carga, rasando por último la cara superior. (Bloque 5ta barrera). Para la construcción de bloque, se debe tener un espesor de aproximadamente 5 centímetros de cemento para cada lado del mismo. Cada bloque de será debidamente identificado según el tipo de pilas que contenga.
- Una vez terminado el tratamiento, la disposición final se refiere al uso posible del bloque. Con estos bloques se pueden utilizar para el cierre del predio donde se realice el propio programa de pilas, evaluándose a futuro la posibilidad de su utilización para el cercado de seguridad de algunos de los predios de disposición de residuos domiciliarios.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> [http://www.iepe.org/ecoclubes/documents/campana\\_pilas\\_2003.pdf](http://www.iepe.org/ecoclubes/documents/campana_pilas_2003.pdf). 04/03/08, 10:49 am

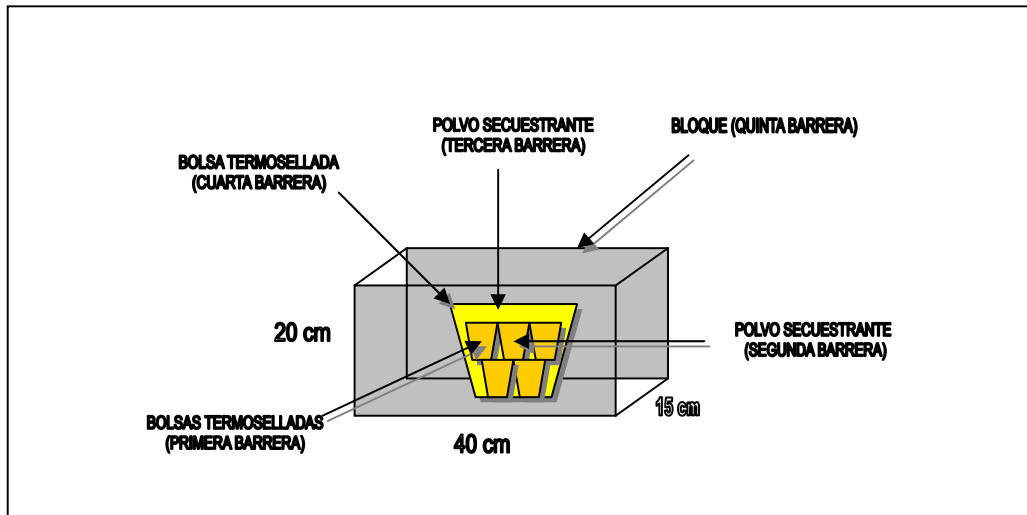


Figura 4. Muestra de la construcción de bloques con 5 barreras de protección.

## 6.2 Métodos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos.

Para la recuperación de metales a partir de pilas y baterías usadas existen básicamente dos tecnologías: métodos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos (o combinaciones de ambos). Los procesos utilizados hoy en día requieren una etapa previa de separación, dado que no existe un método universal para todo tipo de pilas (son específicos para pilas Ni-Cd, Ni-MH, de mercurio o de litio).

### 6.2.1 Métodos hidrometalúrgicos.

Consisten en la disolución parcial o total de metales en agua con ácidos o bases fuertes y extracción selectiva de metales para su uso como materia prima en la industria metalúrgica. Los procesos cuentan con sistemas de colecta, tratamiento o recuperación del mercurio que se volatiliza durante las distintas etapas.

Las etapas son:

- **Molienda:** trituración de la masa de pilas previa selección y limpieza
- **Separación:** tamizado que separa el polvo fino, separación magnética de materiales ferromagnéticos como la carcasa de hierro y de no



ferromagnéticos como las piezas de zinc y separación neumática del papel y plástico.

- **Lixiviación:** separación de los metales en la fracción de polvos finos, mediante tratamiento ácido y posterior neutralización para separar sales metálicas.
- **Cementación:** formación de amalgama de Cd y Hg con Zn.

### **6.2.2 Métodos pirometalúrgicos.**

Bajo la denominación de métodos pirometalúrgicos están aquellos que involucran la transformación y separación de componentes a partir de tratamiento térmico del residuo en medio reductor (combustión con coque) y separación de los metales volátiles.

Cuando la tecnología para el reciclado de componentes no está disponible o involucra costos muy elevados, se utilizan procesos físico-químicos para disminuir significativamente la movilidad de los metales pesados. Estas técnicas incluyen: estabilización por agregado de agentes químicos que forman compuestos insolubles con los metales, confinamiento en envases herméticos, encapsulamiento con cemento, vitrificación a altas temperaturas, entre otras. Una vez tratado el residuo, generalmente se dispone en vertedero. Cuando se utiliza encapsulamiento con cemento, es recomendable colocar las pilas en un envase hermético con agregado de un reactivo básico para neutralizar los productos de alteración ácidos, de forma de preservar la estructura frente a ataques químicos. (Martínez y Mallo. 2003)

### **6.3 Otros tratamientos.**

A continuación se mencionan otros posibles tratamientos para el manejo adecuado de pilas domésticas en desuso.

- **Recolección:** Es una medida adecuada siempre que se tome las precauciones de cual va a ser el destino de estos residuos. Una forma adecuada de llevar adelante su recolección, es que los mismos centros de ventas de pilas actúen como receptor de estos residuos.

- **Depósito transitorio de residuos peligrosos:** Es una instalación de uso permanente, en donde estos residuos esperan su destino final, con medidas de seguridad para evitar fugas al ambiente de sustancias contaminantes.
- **Reciclado:** Si se cumple con efectividad, puede lograrse el ciclo completo ideal (Japón lo a logrado al igual que países de la Unión Europea), ya que se obtienen metales que son escasos en el planeta, se generan puestos de trabajo y se preserva el ambiente en el cual nos encontramos.
- **Importación de tecnologías:** Que sea apta para instalarla en el país y así disponer un racional tratamiento de las pilas.
- **Integración entre gobierno y productores:** Atraer la atención de las autoridades gubernamentales y las empresas responsables, para que en conjunto se encarguen de solucionar la disposición final de las pilas.
- **Clasificación de pilas:** Es importante diferenciar las clases de pilas, para no malgastar recursos humanos y económicos, en aquellas sobre las cuales no sea necesaria una gestión especial.
- **Investigación:** Comparar las soluciones técnicas ya adoptadas de probada eficacia en otros países, además de los respectivos marcos regulatorios.
- **Evolución en el consumo:** Que el país solo se permita la introducción de pilas que contengan cada vez menos proporciones de elementos tóxicos, cuestión de la que se deben de encargar las autoridades del país.
- **Reciclado de componentes:** Reciclar los componentes que se puedan recuperar en una pila, aunque existen a nivel mundial tecnologías para todo tipo de pilas y baterías, no se encuentran muy difundidas.
- **Exportación:** Exportar los residuos de pilas para su tratamiento y/o reciclado en países que dispongan de tecnologías no existentes en el país de origen.

## **CAPITULO 7 INDICADORES Y RESULTADOS**

Los indicadores son importantes para saber los resultados del programa, por lo tanto se presenta a continuación indicadores que permitan evaluarlo, para saber si el programa cumple con el objetivo general, así como con los objetivos específicos y las metas a cumplir para el programa.

### **7.1 Diseño de encuestas.**

A través de una encuesta (1) que tiene por objetivo saber si la población conoce los peligros que ocasiona una pila en desuso. Esta encuesta se debe de aplicar antes de que el programa entre en operación. (*Ver anexo 7*)

En otra encuesta (2) el cual tiene como objetivo, saber si la población tiene conocimiento del programa para tratamiento de pilas domesticas en desuso. Esta encuesta debe de aplicarse una vez que el programa este en ejecución. (*Ver anexo 8*)

Posteriormente se debe de realizar un análisis de la comparación la encuesta 1 contra la encuesta 2, esto permitirá saber si se esta logrando la participación de la población, y a su vez determinar si se esta sensibilizando, creando y promoviendo una conciencia ambiental acerca de la consecuencias y efectos que ocasiona el mal manejo de las pilas domesticas en desuso.

### **7.2 Bitácoras de información.**

Los formatos de registro para conocer la cantidad de pilas que serán recolectadas en los distintos puntos instalados en la ciudad.

Este indicador es el más importante ya que a través de estos registros podrá determinarse si la población realmente esta participando, así como estimar la fracción de pilas que serán recuperadas, todo esto para cumplir con las metas y objetivos planteados para este programa.

Además se debe de realizar un análisis de todos los puntos de acopio instalados para saber que parte de la población esta respondiendo y que parte no lo esta haciendo con el fin de darle mayor atención y fomentar la participación de toda la población. (*Ver anexo 9*).

### **7.3 Registro de embarcaciones.**

El registro de embarcaciones, funcionara como un indicador para determinar los alcances del programa, esto debe ir de acuerdo al número de embarcaciones y la cantidad de pilas en Kg. que se han mandado a tratamiento, también permitirá saber cuanto dinero se ha gastado para el trasporte y disposición final de estos residuos.

### **7.4 Resultados esperados.**

- a) Prevención de la contaminación del suelo, agua y aire por metales pesados y altamente peligrosos.
- b) Cumplimiento con la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento sobre el manejo de este tipo de residuos.
- c) Conformación del primer Plan de manejo para pilas en Chetumal, Quintana Roo
- d) Difusión en medios masivos de comunicación del programa, y otros boletines electrónicos, medios impresos y publicidad.
- e) Publicación de los patrocinadores a través de la impresión de sus logos en el material de difusión del Plan de manejo para dar a conocer las acciones concretas para el rescate ambiental.
- f) Derechos a recibir capacitación sobre este tipo de residuos, los riesgos ambientales de un mal manejo y su separación.
- g) Haber logrado sensibilizar a la población sobre el mal manejo de pilas en desuso.
- h) Haber logrado la participación de la población en la disminución de la generación de pilas.
- i) Haber logrado que las pilas separadas sean enviadas a un centro de acopio para su posterior tratamiento.
- j) Disminución de pilas que llegan al basurero municipal.
- k) Tener un banco de datos de la totalidad de pilas consumidas en la capital.

## **CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El programa para tratamiento de pilas domesticas en desuso diseñado para Chetumal la capital del estado de Quintana Roo es un buen comienzo para que el estado tenga programas de este tipo, el cual refleja una buena imagen en el manejo de pilas que en un dado momento pueden afectar los recursos naturales con los que se cuentan y de igual manera fomentar la preservación de los recursos naturales y evitar la contaminación, por este tipo de residuos.

Como ya se ha mencionado anteriormente el Programa de manejo de pilas en desuso, es importante aplicarlo en la capital del estado, debido a que no se tiene un buen manejo de los residuos sólidos por lo que es más fácil que se vean contaminados nuestros recursos naturales.

Este programa permite que la población sea más responsable en el manejo de este tipo de residuos, el cual mucha de la comunidad no sabe sobre estos productos tóxicos que comúnmente los utiliza sin saber los daños que puede ocasionarles tanto en salud como al ambiente.

Lograr la participación de la población en este programa es un reto difícil pero no imposible, es importante lograr que el municipio, empresas, iniciativa privada, medios de comunicación, cadenas de comercios se vean involucrados en este proyecto que es complicado pero que además, si se ven las ventajas que este proporciona se evitara la contaminación principalmente del agua y suelo que son los recursos que permiten el desarrollo turístico del estado.

Otro aspecto importante es la cuestión económica, que implica principalmente gastos de transporte hacia el sitio donde serán tratadas las pilas, pero logrando la participación del municipio como principal patrocinador del proyecto, dependencias gubernamentales relacionadas con el cuidado del ambiente como SEDUMA, SEMARNAT, PROFEPA, entre otras y las grandes cadenas de comercios instalados en la capital, el recurso económico seria menos para lograr alcanzar con los objetivos y metas planteados en el proyecto.

Es importante lograr que sectores de iniciativa privada participen en el programa y que tengan la función de patrocinadores esto para tener más recurso económico y así poder poner en operación el programa.

Sin embargo para que el programa pueda ser exitoso es necesario la participación de la mayor parte de la población, y lograr cambiar los patrones de consumo, sensibilizarlos y fomentar la educación ambiental que mucha falta hace.

### **Recomendaciones para la población.**

- Utilizar pilas recargables, pues pueden sustituir 300 desechables.
- Evitar el uso de pilas siempre que sea posible.
- Usar y promover productos que funcionen con energía solar y energía eléctrica.
- Preferir los productos que se pueden conectar a la red eléctrica, además de no contaminar, es más eficiente desde el punto de vista energético.
- No comprar pilas piratas: es ilegal, duran menos y son más tóxicas.
- No tirar las pilas en la basura, en el campo, en la calle.
- Evitar que lleguen a cuerpos de agua y jamás quemarlas, pues los metales tóxicos desprendidos irán a la atmósfera.
- No enterrar las pilas, ya que contaminan la tierra, el subsuelo y el agua una vez que se oxide su cubierta de metal.
- No dejarlas al alcance de los niños.

### **Recomendaciones para el programa.**

- Comunicar a la sociedad los niveles de riesgo para cada tipo de pilas y baterías, diseñando carteles, folletos, páginas, que también indiquen las mejores opciones técnicas y de durabilidad. Ya que por ejemplo urge comunicar a la sociedad que las baterías de Ni-Cd utilizadas en los teléfonos inalámbricos domésticos o las utilizadas para respaldar energía en

computadoras, presentan un riesgo relativamente mayor que las usadas en telefonía celular, debido a que estas tienen una mejor carcasa protectora.

- Comunicar a la sociedad que debe dejar de consumir pilas de manera irracional, ya que según el estudio de la Revista del Consumidor, casi el 42% de consumo es para fines de esparcimiento (walkman 24.7%, juguetes 11.6% y controles remotos 5.6%).
- Recomendar a la sociedad no consumir baterías alcalinas o C-Zn con poca durabilidad, ya que es el tipo de baterías que mayor volumen de residuos genera.
- Analizar y evaluar experiencias exitosas en otros países respecto de programas de recolección, disposición y/o reciclado de pilas y batería.
- Dado que es de suma importancia definir formas seguras de disposición final de pilas y baterías usadas, se sugiere integrar un grupo interdisciplinario e intersectorial para evaluar el impacto e implicación técnica, económica, financiera, de salud y ambiental para definir las características de los sitios de disposición segura para pilas alcalinas y de C-Zn, ya sea en basureros municipales o lugares especiales, con fines a diseñar un plan de manejo, conforme a la nueva ley de residuos.

Un aspecto importante a considerar para el desarrollo de un programa de manejo de pilas en desuso, es el factor económico ya que conforme pasa el tiempo los costos van variando y cada vez los precios son más altos.

Los costos importantes que se deben de considerar para desarrollar el programa para tratamiento de pilas se mencionan a continuación.

1. **Difusión:** Para la difusión del programa, se debe tomar en cuenta la cantidad de material que se requiere para darlo a conocer. (folletos, carteles, presentaciones etc.)
2. **Medios de comunicación:** Es importante considerar el cobro por el servicio de los medios de comunicación, ya que a través de ellos es mucho mas fácil dar a conocer el programa tanto en radio como en televisión.

3. **Centro de acopio:** Este costo a considerar es muy importante debido a que en este punto es donde los gastos comienzan a ser mayores. Si se pretende tener un centro de acopio, se debe dar a conocer ante las autoridades es decir debe de estar registrado ante la SEMARNAT. (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales), actualmente el costo del trámite es de 2683 pesos. También se puede tener solo un almacén temporal para las pilas de conocimiento ante la secretaria.
4. **Contenedores:** Se debe considerar la cantidad de contenedores a instalar en la ciudad de acuerdo a la población actual o buscar puntos calve para evitar gastos innecesarios.
5. **Transporte y envío al almacén temporal:** Para el transporte se debe considerar el número de veces que se va a recolectar las pilas en la ciudad en los distintos puntos. La recolección puede ser una vez por mes o una vez que el contenedor este lleno en tercera parte.
6. **Transporte y disposición final de las pilas:** Definitivamente el punto más importante es el transporte de estos residuos a un sitio que tenga las tecnologías para tratarlos siendo este el gasto mayor del programa. Actualmente una alternativa para la disposición final de pilas es a través de la empresa ECOLSUR, que se encuentra en la península de Yucatán, en conjunto con la única empresa que se encarga del tratamiento y disposición final de pilas es la empresa Residuos Industriales Multiquim (RIMSA), ubicada en el territorio mexicano que se encuentran en Mina Nuevo León. Estas dos empresas pueden ser las encargadas de la disposición final de las pilas. se debe hacer una proyección sobre la cantidad de pilas que puedan ser recolectadas, para poder tener una estimación del costo total por transporte con base en la población actual de chetumal.



ANEXOS

Anexo 1. Logotipo del programa.



Anexo 2. Cartel Primaria - Secundaria

**RECO-PILA tus PILAS** Las pilas son una fuente alternativa de energía pero al desecharlas son un peligro porque destruyen el medio ambiente



Las pilas contaminan el suelo, agua y aire.  
Dañan tu salud y la del medio ambiente



¡Por eso!  
Depositálas en los contenedores especiales



Los residuos tóxicos de la pila se derraman en el relleno sanitario, se filtran al subsuelo y alcanzan los mantos freáticos contaminando el agua

**¡ALTO!**  
**SI LAS TIRAS CONTAMINAS**

Primero cubre con cinta ambos lados de la pila  
Introduce las pilas en los contenedores  
Luego evita mezclar otro tipo de basura  
Acuérdate no es cualquier basura  
Son un residuo peligroso



**¿Sabías que?**  
una sola pila puede contaminar 600,000 litros de agua. Cuando las pilas ya no sirven liberan sustancias venenosas que afectan tu salud y nuestro medio ambiente



**¡Niños!!!!** Sigán estos tips para ayudar a proteger nuestro medio ambiente

1. De preferencia. Usa energía eléctrica!
2. Es recomendable utilizar pilas recargables
3. Evita tirar pilas en los botes de basura!
4. Tampoco tires las pilas a los inodoros o ríos
5. Evita mezclar pilas viejas con nuevas
6. Las pilas son un peligro al alcance de los niños
7. Nunca quemarlas!

**SOMOS PARTE DEL AMBIENTE**  
**“ CUIDEMOSLO ”**

**PROGRAMA PARA TRATAMIENTO DE PÍLAS DOMÉSTICAS EN DESUSO**

Anexo 3. Cartel Bachillerato -Universidad

**RECO-PILA tus PILAS**



Las pilas contaminan el suelo, agua y aire.  
Dañan tu salud y la del medio ambiente

¡Por eso!  
Depositálas en los contenedores especiales

**LAS PILAS SON UNA FUENTE DE ENERGÍA PERO DESPUÉS DE SU USO SON UNA FUENTE DE CONTAMINACIÓN.**



**¿Sabías que?**  
una sola pila puede contaminar hasta 600 mil litros de agua.  
Cuando las pilas se descomponen liberan sustancias muy tóxicas (lixiviados) que afectan tu salud y la del medio ambiente.



**¡Amigo sigue estas recomendaciones útiles!**

1. Evita mezclar las pilas nuevas con las pilas usadas.
2. Utiliza artefactos conectados a la red eléctrica.
3. Evita quemar las pilas y baterías.
4. Aleja las pilas de los niños.
5. No compres pilas piratas, por que son más tóxicas.
6. Utiliza pilas recargables.
7. Jamás las tires a los cuerpos de agua.

**Sigue estos sencillos pasos para depositar tus pilas**

1. Cubre con cinta ambos polos de las pilas.
2. Introduce las pilas en el contenedor especial.
3. No mezcles otro tipo de residuos que no sea una pila en desuso.




**¡ALTO! SI LAS TIRAS CONTAMINAS ENCONTRARAS UN CONTENEDOR ESPECIAL EN TU CIUDAD TODOS SOMOS PARTE DEL AMBIENTE ¡CUIDEMOSLO!**



**PROGRAMA PARA TRATAMIENTO DE PILAS DOMESTICAS EN DESUSO**

Anexo 4. Cartel población en general.



**RECO-PILA tus PILAS**




Las pilas contaminan el suelo, agua y aire.  
Dañan tu salud y la del medio ambiente

¡Por eso!

Depositálas en los contenedores especiales



**Las pilas son una fuente de energía pero sabias que al desecharlas a los botes de basura son un peligro de contaminación para nuestro medio ambiente**





**¿Sabías que?**  
Una sola pila puede contaminar hasta 600 mil litros de agua cuando las pilas se descomponen liberan sustancias muy tóxicas que afectan tu salud y la del medio ambiente



**¿Sabías que?**  
Los residuos tóxicos de la Pila (lixiviados) se derraman en el basurero, Se filtran al subsuelo alcanzando los mantos freáticos, contaminando el suelo, el mar y lagos

**¡ALTO! SI LAS TIRAS CONTAMINAS**

**P**rimero cubre con cinta ambos lados de la pila  
**I**ntroduce las pilas en los contenedores  
**L**uego evita mezclar otro tipo de residuos  
**A**cuérdate no son cualquier residuos  
**S**on un residuo peligroso



**Sigue estos tips para cuidar nuestro medio ambiente**

1. Prefiere utilizar energía eléctrica.
2. Utiliza pilas recargables.
3. Evita tirar pilas en los botes de basura.
4. Jamás tirar las pilas a inodoros o ríos.
5. No las deje al alcance de los niños.
6. ¡Nunca quemarlas!

**SEPARALAS Y DEPOSITALAS EN CONTENEDORES ESPECIALES INSTALADOS EN LA CIUDAD**

**TODOS SOMOS PARTE DEL AMBIENTE**  
" CUIDEMOSLO "

**TODOS SOMOS PARTE DEL AMBIENTE**  
" CUIDEMOSLO "

**PROGRAMA PARA TRATAMIENTO DE PILAS DOMESTICAS EN DESUSO**

**Anexo 5. Folleto para dar a conocer el programa.**

**¿Qué podemos hacer?**

- ❖ Evita mezclar pilas viejas con nuevas.
- ❖ Separa por tipos de pilas.
- ❖ De preferencia usa energía eléctrica
- ❖ Mejor utiliza pilas recargables
- ❖ Jamás tires las pilas a inodoros o ríos
- ❖ Evita quemarlas
- ❖ Aléjalas de los niños.



**¡Alto! si las tiras contaminas**

- Primero cubre con cinta ambos lados**
- Introduce las pilas en los contenedores**
- Luego evita mezclar otro tipo de residuos**
- Acuérdate no son cualquier residuo**
- Son un residuo peligroso**



**Encontraras contenedores para pilas usadas en tu ciudad, deposita tus pilas ahí.**



**SOMOS PARTE DEL AMBIENTE**

**“CUIDÉMOSLO”**

**POR QUE LAS PILAS EN DESUSO NO TIENEN QUE ACABAR EN EL BOTE DE LA BASURA DOMÉSTICA**



**PROGRAMA PARA TRATAMIENTO DE PILAS DOMESTICAS EN DESUSO  
UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS EN INGENIERÍA**



**¡ No las tires !  
¡ Ni las destruyas !**



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

## PILAS Y BATERÍAS

Las pilas y baterías son dispositivos portátiles para producir energía eléctrica a partir de una reacción química.



### SUS USOS

Se utilizan en los relojes, calculadoras, controles remotos, celulares, juguetes, linternas, radios, cámaras fotográficas etc.



### ¿Sabes cuantos tipos existen?

Salinas. (Zinc, Manganese)

Alcalinas. (Manganese y a veces Mercurio)

De botón. (Mercurio)

Recargables. (Níquel, Cadmio)

Baterías o acumuladores. (Plomo y Ácido sulfúrico)

De celular. (Lítio, Níquel, Oxido de plata)

## ¿Sabes como se descompone una pila?

**1. Basureros municipales. La mayoría de las pilas y baterías van a dar a los basureros municipales.**

**2. Corrosión de la capa metálica. A pesar de la capa de acero que recubre las pilas, éstas se humedecen y tienen contacto con el agua y se oxida.**

**3. Derrame del contenido de la pila. Ya que se oxida la carcaza, esta se rompe y se derrama el contenido de la pila.**

**4. Movilidad. Los residuos tóxicos de la pila ya derramados en el relleno sanitario, se filtra al subsuelo y alcanza los mantos freáticos, contaminando el agua.**

**Níquel:** ocasiona alergias en la piel, y cáncer.

**Litio:** provoca alteraciones metabólicas, corazón y músculos.

**Zinc:** puede ocasionar intoxicación por inhalación.

**Daños al ambiente:** los componentes tóxicos al ser liberados, contaminan; el agua, suelo, y aire.



## ¿Sabías que los componentes de las pilas dañan tu salud y la del medio ambiente?

**Mercurio:** daña el sistema nervioso. central, corazón, pulmón y riñón.

**Plomo:** afecta los huesos y articulaciones.

**Cadmio:** daña los riñones, hígado y aparato digestivo.

**Manganese:** ocasiona daños al cerebro.

## ¿Sabías que una pila?

**Común:** contamina 3000 lt. de agua.

**Oxido de plata:** 14,000 lt. de agua.

**Alcalina:** 167,000 lt. de agua.

**Mercurio:** 600,000 lt. de agua.



**Anexo 6. Video “programa para tratamiento de pilas domésticas en desuso” disponible digitalmente en la biblioteca de la UQROO.**

**Anexo 7. Encuesta 1**

**Programa Para Tratamiento de Pilas Domesticas en Desuso**

1. ¿Conoces las pilas?  
 Si  
 No
2. ¿Las pilas una vez usadas son una fuente de contaminación?  
 Si  
 No
3. ¿Las pilas una vez usadas se convierten en un residuo peligroso?  
 Si  
 No
4. ¿Al desechar las pilas usadas, pueden dañar tu salud y al medio ambiente?  
 Si  
 No
5. ¿Sabías que las pilas contienen elementos tóxicos como el zinc, cadmio y mercurio?  
 Si  
 No
6. ¿Conoces las pilas recargables?  
 Si  
 No
7. ¿Sabías que una sola pila puede contaminar 600,000 litros de agua?  
 Si  
 No
8. ¿Sabías que una persona consume 10 pilas al año?  
 Si  
 No


**Anexo 8. Encuesta 2**

**Programa Para Tratamiento de Pilas Domesticas en Desuso**

1. ¿Conoces el Programa Para Tratamiento de Pilas Domesticas en Desuso?  
 Si  
 No
  
2. ¿Cómo te enteraste del programa?  
 Radio             Televisión  
 Carteles         Folletos  
 Encuestas       Otro
  
3. ¿Has participado en este programa?  
 Si  
 No
  
4. ¿Sabes donde depositar tus pilas en desuso?  
 Si  
 No
  
5. ¿Depositás tus pilas en desuso en los contenedores especiales?  
 Si  
 No
  
6. ¿Sabes como depositar tus pilas?  
 Si  
 No
  
7. ¿Separas tus pilas de la basura doméstica?  
 Si  
 No
  
8. ¿Sigues utilizando pilas de corta duración?  
 Si  
 No
  
9. ¿Utilizas pilas recargables?  
 Si  
 No
  
10. ¿Cómo consideras el Programa Para Tratamiento de Pilas Domesticas en Desuso?  
 Bueno  
 Regular  
 Malo



**Anexo 9. Bitácora de información**

| <b>PROGRAMA PARA TRATAMIENTO DE PILAS DOMESTICAS EN DESUSO</b>                    |              |                  |              |              |             |                      |
|---|--------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
|  | <b>CLAVE</b> | <b>PESO (KG)</b> | <b>FECHA</b> | <b>LUGAR</b> | <b>HORA</b> | <b>OBSERVACIONES</b> |
| <b>PRIMERA</b>  |              |                  |              |              |             |                      |
| <b>SEGUNDA</b>  |              |                  |              |              |             |                      |
| <b>TERCERA</b>  |              |                  |              |              |             |                      |
| <b>CUARTA</b>   |              |                  |              |              |             |                      |
| <b>FIRMA DEL ENCARGADO</b>  |              |                  |              |              |             |                      |

## BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.greenpeace.org/mexico/news/positiva-la-iniciativa-del-go>. 15/03/07, 12:35 p.m.
2. <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/pilas/>.pdf 12/04/08, 9:56 am
3. [http://www.jmarcano.com/glosario/glosario\\_m.html](http://www.jmarcano.com/glosario/glosario_m.html). 9/05/08, 8:47 pm
4. <http://www.qroo.gob.mx/qroo/municipios/Othon.php>. 20/03/08, 10:45 am
5. Portal oficial del H Ayuntamiento Othón P. Blanco en <http://www.opb.gob.mx/gobierno/oi/turismo/ligas.htm>. 19/03/08 6:35 a.m.
6. <http://www.qroo.gob.mx/qroo/Municipios/Otho.php>, 20/03/08 10:45 a.m.
7. [http://www.educacionconsumidor.org.ar/consumo\\_sustentable/Informe\\_sobre\\_el\\_uso\\_de\\_pilas\\_y\\_baterias.doc](http://www.educacionconsumidor.org.ar/consumo_sustentable/Informe_sobre_el_uso_de_pilas_y_baterias.doc) 15/02/08, 12:35 p.m.
8. [http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437601661gr-02\\_11-pilas\\_pag89-94.pdf](http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437601661gr-02_11-pilas_pag89-94.pdf). 30/01/0, 11:33 a.m.
9. <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/pilas/>.pdf. 24/04/08, 11:53 a.m.
10. <http://www.greenpeace.org.mx>, 25/03/08, 6:56 pm
11. Extraído de Letter to Raymond L. Balfour , RNK Environmetal INC, abril 1988 en [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf). 04/03/08,11:01 a.m.
12. Extraído de uniforme del Departamento de Conservación ambiental de Vermont en [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf). 04/03/08 11:01a.m
13. Opiniones de EVEREADY S.A. en [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf)11:01pm,04/03/08 11:10 a.m
14. [http://www.taller.org.ar/Ciudades\\_sustentables/Pilas/Informe\\_Pilas\\_V.pdf](http://www.taller.org.ar/Ciudades_sustentables/Pilas/Informe_Pilas_V.pdf). 04/03/08 1:01 p.m.
15. <http://www.remexmarmorelos.org.02/04/2008>, 1:42 pm
16. [http://teorema.com.mx/articulos.php?id\\_sec=50&id\\_art=3568&id\\_ejemplar=0](http://teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=50&id_art=3568&id_ejemplar=0). 15/03/2008. 3:24p.m.
17. <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2007/02/27/ponen-en-marcha-programa-para-reciclar-pilas-en-el-df/> 18/03/2008.6:52 p.m.
18. [http://www.revistafuturos.info/futuros\\_12/hist\\_ea.htm](http://www.revistafuturos.info/futuros_12/hist_ea.htm). 19/06/08, 8:00 pm
19. N.J. Smith-Sebasto, Ph.D. University of Illinois Cooperative Extension Service. en <http://www.nres.uiuc.edu/outreach/pubs/ei9709.pdf>.28/06/08. 9:53 p.m.
20. <http://www.ingeba.euskalnet.net/lurralde/lurranet/lur22/goran22/22ogran.htm>.24/06/08, 8:52 pm
21. <http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/eaformal.html> 7:45 pm 24/06/08
22. Declaración de la tierra de los pueblos. Foro Río 92, Manual de educación ambiental no formal, unesco/etxea. S/p. en <http://www.educar.jalisco.gob.mx/13/13Auror.html> 24/06/08 8:12 p.m
23. [http://www.iepe.org/ecoclubes/documents/campana\\_pilas\\_2003.pdf](http://www.iepe.org/ecoclubes/documents/campana_pilas_2003.pdf). 04/03/08, 10:49 am

## Propuesta para un Programa de Tratamiento de Pilas Domésticas en Desuso

- ❖ Vega Viera A. (2006). México basurero de pilas y baterías. Revista Gente Sur. 31-32
- ❖ Petrucci H. R., Harwood S. W. y Herring G. F. (2003). Química general. Octava edición. Pearson educación, S.A., Madrid. Pág. 844-848.
- ❖ Castro, Díaz , y Luz.M. La Contaminación por pilas y baterías en México. Instituto Nacional de Ecología (INE) en Gaceta Ecológica núm 72. México. 2004.
- ❖ Montes D. 2007. Plan de manejo de pilas y baterías de desecho de Morelos. (Comunicación personal)
- ❖ Sureda Negre, "Programas socioeducativos de educación ambiental no formal", en Revista de divulgación y difusión, Pág. 277.
- ❖ Rosales Elba y Balzaretto K. La educación ambiental no formal, posibilidades y alcance en <http://www.educar.jalisco.gob.mx/13/13Auror.html>. 28/06/08 9:32 a.m.
- ❖ Environmental Issues Information Sheet EI-2, september 1997, en <http://www.nres.uiuc.edu/outreach/pubs/ei9709.pdf>. 26/06/08, 7:54 p.m.
- ❖ Phillips S, Stozak V y Wistran C. (2000). Química conceptos y aplicaciones. Primera edición. Mc Graw-Hillinteramericana editors S.A. de C.V. México. Pág. 583-615.
- ❖ D.O.F. 2008 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- ❖ D.O.F. 2005. La NOM-052-SEMARNAT-2005, Norma Oficial Mexicana. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México
- ❖ D.O.F. 2008. Ley General de Salud. México
- ❖ D.O.F. 2007. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México.
- ❖ D.O.F. 2006. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México.
- ❖ P.O. 1994. Reglamento para la prestación del servicio de limpia, recolección y tratamiento de la basura en el municipio de Othón P. Blanco. Q. Roo, México.
- ❖ P.O. 2007. Constitución Política de Q. Roo. Q. Roo, México.