

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LAS PILAS DE DESECHO

POR

JUAN LEGORRETA BECERRIL

MONOGRAFIA

**PRESENTADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LAS PILAS DE DESECHO

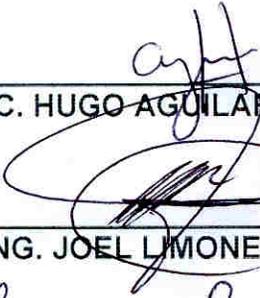
PRESENTADA POR:

JUAN LEGORRETA BECERRIL

**MONOGRAFIA QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ
ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

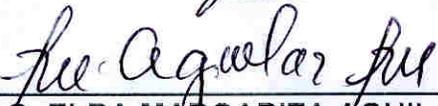
ASESOR PRINCIPAL:


M.C. HUGO AGUILAR MARQUEZ

ASESOR:


ING. JOEL LIMONES AVITIA.

ASESOR:

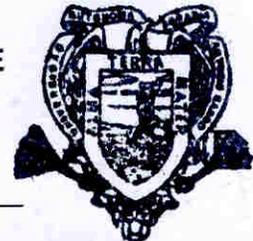

I.I.Q. ELBA MARGARITA AGUILAR MEDRANO

ASESOR SUPLENTE:


I.B.Q. RUBI MUÑOZ SOTO

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERA AGRONOMICAS**


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

MONOGRAFIA DEL C. JUAN LEGORRETA BECERRIL QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

PRESIDENTE:


M.C. HUGO AGUILAR MARQUEZ

VOCAL:


ING. JOEL LIMONES AVITIA.

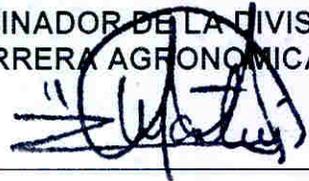
VOCAL:

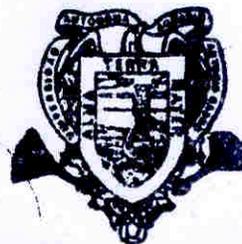

I.I.Q. ELBA MARGARITA AGUILAR MEDRANO

VOCAL SUPLENTE:


IBQ. RUBI MUÑOZ SOTO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERA AGRONÓMICAS


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE 2009

DEDICATORIAS

A mi hija

*Azul Yaretzi, a la niña más bonita del mundo
Por ser mi fuerza y templanza motivo de mis
Logros Y mis ganas de seguir adelante en
Momentos Difíciles y agradables. Te quiero hija
Gracias A ti porque me enseñaste cosas nuevas
Y Maravillosas siempre voy a estar a tu lado.*

A mis Padres

*Gracias papa gracias Mami, por su
apoyo incondicional, por sus consejos Por
sus buenos deseos hacia mí, por Su guía,
para ustedes con gran amor Este logro tan
grande que representa Su esfuerzo.*

A mis Hermanos y Sobrino

*Sandra, Héctor, David, a ustedes hermanos
Por echarme de menos, por su apoyo tan
Grande por motivarme y darme consejos
A mi sobrino Kevin para ti porque tuve la
Dicha de conocerte, a ti para que cuando
Grande seas una gran persona.*

A Mis Abuelos, Tías, Tíos, Primos

*A cada uno de ustedes por ser parte de
este pilar tan Fuerte que se llama
familia, por sus Consejos siempre útiles
por animarme a seguir Adelante. Este
logro para mí Mama Facu † en donde
quiera que este Siempre la llevo en el
corazón. A mis primos por estar
conmigo en todo momento por,
brindarme su apoyo muchas gracias.*

A Mis amigos

*Sería muy grande la lista pero este
trabajo es para los siempre estuvieron
conmigo, ustedes saben quién son
gracias por su ayuda, por su forma de
apoyarme y estar conmigo en los
momentos donde necesitaba que alguien
me escuchara y me alentara mil gracias.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios

*Agradezco a dios por el camino recorrido
Por ser mi guía y gran motivación porque
Su palabra reconforta, llena de alegría
Y sana corazones*

A mis asesores

*A Hugo Aguilar, Joel Limones, Elba
Aguilar Y Rubí Muños por asesorarme
A lo largo de La Monografía por
acompañarme en este camino que hoy
culmina en el presente proyecto, por
compartir su conocimiento conmigo e
Inspirar en mi mucha admiración.*

iii G R A C I A S iii

A La Narro

*A mi ALMA MATER, Escuela humilde
Y noble que nos Dio un pequeño espacio
Importante En sus aulas, te llevo en mi
Corazón Por siempre, con orgullo y con la
Frente En alto. " Soy de la Narro "*

A la vida

*De la cual se aprenden muchas cosas
Nada es pasajero en ella, de todo deja
Un recuerdo, un consejo, una ilusión,
Se aprenden de errores, se aprenden de
Dificultades, de alegrías, pero en este
Momento y espacio le agradezco por
Supuesto, Que me mostró lo emotivo
De este logro.*

INDICE

Dedicatorias.....	I
Agradecimientos.....	II
Índice De Cuadros.....	VIII
1-Introducción	1
2.- Historia De Las Pilas	4
3.- Efectos Sobre El Medio Ambiente	6
3.1.- Sustancias En Las Pilas Y Los Daños Al Medio Ambiente ..	7
3.2.- Cantidad De Agua Contaminada Por Tipo De Pila	
O Batería	10
4.- Clasificación De Las Pilas	11
4.1.-Pilas De Carbón-Zinc Componentes y Usos.....	12
4.2.-Pilas De Níquel-Cadmio Componentes Y Usos.....	14
4.3.-Clasificación: Pilas Secas Húmedas	15

5.- Elementos Presentes En Las Pilas Y Sus Consecuencias	
Para La Salud	16
5.1.- El Plomo (Pb).....	18
5.2.-Efectos Del Plomo Sobre La Salud	20
5.3.-El Mercurio (Hg).....	20
5.4.- El Cadmio (Cd).....	21
5.5- El Níquel (Ni).....	22
5.6.- El Cromo (Cr).....	22
5.7.- Litio (Li).....	23
5.8.- El Zinc, Manganeso, Bismuto, Cobre Y Plata.....	23
6.- Impactos Potenciales En La Disposición Final De	
Las Pilas	23

6.1.-Tratamiento De Pilas	25
6.2.-Manera De Destruir Una Batería De Un Teléfono Móvil.....	26
7.- Manejo De Las Pilas Y Legislación Mexicana	28
7.1.- Aplicación De Las Normas Oficiales Mexicanas (Nom`S) En Cuanto A Las Sustancias Presentes En Las Pilas.....	29
8.- Estadísticas Sobre El Consumo Y Generación De Tóxicos Provenientes De Las Pilas	32
8.1.-Toneladas De Pilas Y Baterías Desechadas En México.....	36
8.2.-Promedio De Consumo De Pilas Por Habitante De La Década De Los 90's.....	37
8.3.- Aplicación De Las Pilas En Aparatos Más Comerciales.....	39
8.4.- Manejo Del Riesgo De La Disposición Inadecuada De Las Pilas En Mexico	39

8.5.- Manejo Responsable De Las Pilas Según La Secretaria Del Medio Ambiente Del DF.	42
8.4.-Costos De Una Disposición Segura	42
9.-Tratamiento Previo O Acondicionamiento Previo A La Disposición	44
9.1.-Pasos Del Tratamiento Previo A La Disposición Final De Las Pilas	45
9.2.-Equipos E Insumos Necesarios Para El Tratamiento Previo A La Disposicion De Las Pilas De Desecho	46
9.3.-Formulación Del Secuestrante Para 10 Kg. De Pilas	47
10.- Manejo De Las Pilas En Otros Países	47
11.- Celulares, Baterías Y Cargadores	50

12.- Recomendaciones Generales Para La Disminución En El Uso De Las Pilas Desechables.....	53
13.- Conclusiones	54
14.-Bibliografía	56

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1.- Sustancias En Las Pilas Y Los Daños Al Medio Ambiente.....	8
Cuadro 3.2.- Cantidad De Agua Contaminada Por Tipo De Pila O Batería.....	10
Cuadro 4.1.- Pilas De Carbon-Zinc, Componentes Y Usos.....	12
Cuadro 4.2.- Pilas De Niquel-Cadmio Componentes Y Usos.....	14
Cuadro 5.2.- Efectos Del Plomo Sobre La Salud	20
Cuadro 7.1.- Aplicación De Las Normas Oficiales Mexicanas (Nom`S) En Cuanto A Las Sustancias Presentes En Las Pilas	29
Cuadro 8.2.- Promedio De Consumo De Pilas Por Habitante De La Década De Los 90s.....	37
Cuadro 8.3.- Aplicación De Las Pilas En Aparatos Más Comerciales.....	39

RESUMEN

En su interior, las pilas contienen distintos metales pesados. La cápsula exterior que las recubre aísla las sustancias químicas. Los compuestos químicos que utilizan para generar electricidad dependen del tipo de pila. En su mayor parte, se trata de metales pesados, como mercurio, litio, cadmio, níquel, entre otros. Las pilas son las causantes del 93% del mercurio de las basuras, del 47 % de zinc, del 48 % de cadmio, del 22 % de níquel. Cuando ocurre corrosión de sus carcasas afectadas internamente por sus componentes y externamente por la acción climática y por el proceso de fermentación de la basura, especialmente la materia orgánica, que al elevar su temperatura hasta 70 °C, en el proceso de compostaje, actúa como origen de la contaminación, con lo que sus compuestos tóxicos se escurren (lixivian) contaminando suelos y cuerpos de agua.

PALABRAS CLAVE: *Pilas, problemática ambiental, metales pesados, contaminación, residuos peligrosos*

1.- INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología a favorecido la creación y el uso de muchos artículos cuya conveniencia radica en el hecho de ser portátiles; muchos de estos aparatos necesitan energía para operar, esta energía la pueden obtener de las llamadas pilas (Universidad de las Americas de Puebla, 2004)

Están en todas partes. Como no sabemos que son peligrosas, las dejamos cerca de los bebés, en los juguetes de los niños, dormimos con ellas al lado, las colocamos sobre la mesa de la cocina, en la despensa, en el baño, están en la oficina, han sido encontradas en el desierto, en la selva, a lado de las autopistas, en las cuevas, en el campo, en los ríos y hasta en los mares. El crecimiento de la industria eléctrica y electrónica y la fabricación de aparatos portátiles dispararon la producción y el consumo de pilas. La industria y el comercio no se preguntaron el impacto que causarían en el ambiente tales productos, especialmente en países como México, donde se tiran en cualquier lugar. Si bien las pilas representan un gran avance tecnológico, éste se ha desvirtuado para potenciar su uso irracional en la vida cotidiana inundada de productos que necesitan de este tipo de fuente de energía altamente tóxica. (Jacott, 2005).

En su interior, las pilas contienen distintos metales pesados. La cápsula exterior que las recubre aísla las sustancias químicas. Los compuestos químicos que utilizan para generar electricidad dependen del tipo de pila. En su mayor parte, se trata de metales

pesados, como mercurio, litio, cadmio, níquel, entre otros (Municipalidad de Tigre, 2004).

Por lo menos 30 % de cada pila está constituida por estos compuestos tóxicos, se estima que cada mexicano utiliza un promedio de 10 pilas al año, muchas de ellas "piratas". A pesar de esto, las pilas no reciben el manejo especial que amerita un residuo peligroso sino que van a parar a los tiraderos municipales, donde las carcasas sufren de corrosión debido a la acción climática y procesos de fermentación de la basura, con lo que sus compuestos tóxicos se escurren (lixivian) contaminando suelos y cuerpos de agua. Además, la mayor parte de las veces, las pilas y baterías terminan quemándose en estos basureros aumentando la contaminación por la generación de compuestos muy peligrosos y cancerígenos como son las dioxinas y furanos (Jacott, 2005).

Si tomamos en cuenta que sólo en Estados Unidos, se eliminan 2000 millones de pilas por año, nos daremos cuenta que el tema es más que preocupante. Aunque práctica, la pila no es energéticamente eficiente. Su fabricación consume 50 veces más energía de la que produce (Cipolla, 2005).

Las pilas son las causantes del 93% del mercurio de las basuras, del 47 % de zinc, del 48 % de cadmio, del 22 % de níquel. Cuando ocurre corrosión de sus carcasas afectadas internamente por sus componentes y externamente por la acción climática y por el proceso de fermentación de la basura, especialmente la materia orgánica, que al elevar su temperatura hasta 70 °C, en el proceso de compostaje, actúa como origen de la contaminación. Cuando se produce el derrame de electrolitos internos de las pilas, se

puede arrastrar los metales pesados en forma de ánodo de pila. Estos metales anteriormente mencionados pueden fluir por los suelos contaminando toda forma de vida. El mecanismo de movilidad a través del suelo, se ve favorecido al estar los metales en su forma oxidada, esto los hace mucho más rápidos en terrenos salinos o con pH muy ácido. Los iones metálicos tienen como vehículo de salida al exterior el agua que contienen todas las pilas en un importante porcentaje de su peso. En el caso del mercurio este es liberado por las pilas, llega a las capas de agua, y es absorbido por los peces. A ellos no les afecta, porque se fija en sus tejidos. Pero cuando el ser humano ingiere peces contaminados con mercurio, libera en su organismo el mercurio contenido en los peces, con lo cual este mercurio recupera toda su toxicidad provocando en el mediano y largo plazo daños en los tejidos cerebrales en el sistema nervioso (González, *et al*, 2003).

Los metales pesados y otras sustancias químicas que contienen las pilas y baterías representan un grave problema para la salud y el ambiente. La legislación mexicana señala a las autoridades federales, estatales y municipales como las responsables de lograr una disposición segura de pilas y baterías para evitar la contaminación química y el daño ambiental (Jacott, 2005).

2.- HISTORIA DE LAS PILAS

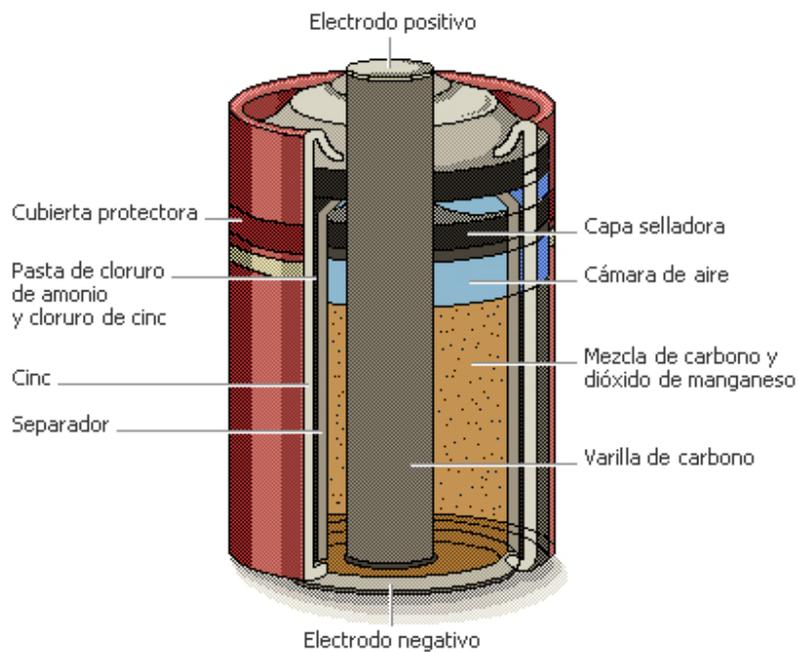
Pila: se denomina pila o elemento galvánico a un sistema en el que la energía química de una reacción química es transformada en energía eléctrica. Una pila galvánica es un sistema que permite obtener energía a partir de una reacción llamada de oxidorreducción. Ésta es la resultante de dos reacciones parciales (hemirreacciones), en las cuales, un elemento químico es elevado a un estado de valencia superior (hemirreacción de oxidación), a la vez que otro elemento químico es reducido a un estado de valencia inferior (hemirreacción de reducción). Estos cambios de valencia implican transferencia de electrones del elemento que se oxida al elemento que se reduce. El diseño constructivo en una pila determina que cada una de estas dos hemirreacciones transcurra en “compartimentos” independientes llamados electrodos, y el medio que posibilita el transporte interno de carga eléctrica entre ambos, es una sustancia conductora llamada electrolito. Para obtener energía eléctrica es necesario conectar los electrodos de la pila, al aparato que se desee hacer funcionar mediante conductores eléctricos externos (Mac kay, 2003).

Las pilas fueron creadas a finales del siglo XVIII por el físico e inventor italiano Alessandro Volta. A partir de un conjunto de discos de cobre y zinc dispuestos alternativamente y separados por cartón humedecido con ácido sulfúrico, se obtenía una tensión constante durante un tiempo limitado. El artificio sufrió diversas modificaciones hasta que en 1868 el francés Georges Leclanché construyó la primera pila seca. Las pilas que conocemos hoy se basan en los trabajos de Leclanché y en las adaptaciones hechas

por el físico Féry, también francés, a principios del siglo XX (Municipalidad de Tigre, 2004).

Desde que Volta creara la primera pila, que para más datos fue húmeda, hasta la actualidad en el mundo de las pilas hemos podido percibir grandes cambios y avances. Hoy en día se pueden encontrar pilas de todos los tamaños, tipos, colores y con una gran diversidad de metales pesados utilizados para que esta forma fácil y barata de energía química se transforme en energía eléctrica (González, el at, 2003).

Figura 1



Fisiología de una pila de electrodos.

FUENTE:http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas_y_baterias.htm

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 (Fichas Temáticas, 2005).

En estas condiciones la pila descarga externamente su energía, la que es aprovechada por el aparato para su funcionamiento, mientras que internamente se producen en los electrodos las hemirreacciones mencionadas (Mac kay, 2003)

3.- EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Las pilas alcalinas rinden más que las pilas de carbón, por eso suelen ser las más usadas; que rindan más es una ventaja pero nos olvidamos que el mercurio y el cadmio están presentes en este tipo de pilas. Estos metales se filtran en el agua, e incluso en el aire, ingresando la cadena alimenticia del ser humano (González, *et al*, 2003).

Además de los costos ambientales, son muy altos los costos económicos que conlleva consumir baterías alcalinas y de uso pesado (heavy duty) frente al gasto tan pequeño que llevan las recargables a lo largo de un año, o varios que son los que duran. Las pilas recargables pueden recargarse más de 200 veces y duran más de 900 horas de uso. Existen ya en el mercado cargadores solares para pilas recargables. Para fabricar una pila se consume 50 veces más energía de la que produce y que la corriente generada por cada pila es 450 veces más cara que la generada por la red eléctrica (Jacott,2005).

Las pilas son uno de los objetos creados por el hombre que mayor poder contaminante tiene sobre el medioambiente. Una sola pila es capaz de contaminar miles de litros de agua.

- Una pila alcalina puede contaminar 175,000 litros de agua, que llega a ser el consumo promedio de agua de toda la vida de seis personas.
- Una pila común, también llamadas de zinc-carbono puede contaminar 3,000 litros de agua.
- Una pila de zinc-aire contamina 12,000 litros de agua.
- La pila de óxido de plata puede llegar a contaminar 14,000 litros de agua.
- Una micropila de botón de mercurio, aparentemente inofensivas por su diminuto tamaño, contamina 600.000 litros de agua, que es el consumo promedio de agua de toda la vida de treinta personas (González, *et al*, 2003).

3.1.- SUSTANCIAS EN LAS PILAS Y LOS DAÑOS AL MEDIO AMBIENTE

Cuadro 3.1

Sustancia	Fuentes de exposición	Daños al ambiente
Mercurio	Al respirar aire contaminado, al ingerir agua y alimentos contaminados.	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 peces.
Cadmio	Lugares donde se manufacturan productos de cadmio, al consumir alimentos o agua contaminados con cadmio.	El cadmio entra al 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.
Níquel	Ingerir alimentos contaminados con níquel es fuente de exposición. Reacción alérgica y contacto de la piel con suelo, agua o metales que contienen níquel.	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.
Litio	El hidróxido de litio tiene aplicación en la industria de cerámica y en la medicina como antidepresivo y en sistemas de aire acondicionado.	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.
Plomo	Puede ocurrir al respirar aire o polvo, al comer o	El plomo no se degrada. Compuestos de plomo son

	tomar agua contaminada y al ingerir trozos de pintura seca con plomo o jugar en tierra. . Contaminada.	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 all suelo. Su paso a aguas subterráneas depende del tipo de compuesto y de las características del suelo.
--	--	--

Fuente: - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Jacott, 2005).

3.2.- CANTIDAD DE AGUA CONTAMINADA POR TIPO DE PILA O BATERÍA

Cuadro 3.2

Pilas, micropilas y baterías	Agua contaminada/Unidad
Carbón- zinc	3 mil litros
Zinc- aire	12 mil litros
Oxido de plata	14 mil litros
Alcalinas	167 mil litros

Mercurio	600 mil litros
----------	----------------

FUENTE: (Cardoso, et al, 2007)

4.- CLASIFICACIÓN DE LAS PILAS.

Las pilas desechadas son uno de los objetos más contaminantes, por la lenta degradación y toxicidad de sus componentes. Se conocen como pilas primarias aquellas que son desechables ya que sus componentes químicos al convertirse en energía eléctrica ya no pueden recuperarse y secundarias a las recargables ya que pueden recargarse invirtiendo su reacción química (Jacott, 2005).

Por su duración y de acuerdo con el tipo de manejo requerido, las pilas pueden agruparse en: primarias o desechables y secundarias o recargables. Generalmente, para efectos comerciales y técnicos, se les tipifica de acuerdo con sus componentes. Las pilas primarias son desechables debido a que sus componentes químicos, una vez que se convierten en energía eléctrica, ya no pueden recuperarse. Dentro de la categoría de pilas primarias se encuentran las pilas comunes y corrientes, generalmente de bajo precio denominadas Carbón-Zinc (C-Zn), que tienen poca duración y constituyen una gran parte del volumen generado, procedentes en su gran mayoría del mercado asiático. También, esta categoría de pilas primarias, incluye las alcalinas, cuya duración es tres o más veces mayor que las anteriores (Castro, *et al*, 2006).

4.1.- PILAS DE CARBON-ZINC, COMPONENTES Y USOS

Cuadro 4.1

Tipos De Pilas	Componentes	Usos
Carbón-Zinc (C-Zn)	<ul style="list-style-type: none"> -Zinc 17% (ánodo) -Dióxido de Manganeso 29%(cátodo) -Carbón 79% -Mercurio 0.01% (electrolito , cátodo y ánodo) -Cloruro de Amonio (electrolito) -Cloruro de Zinc (para las de alto rendimiento, electrolito) -Plástico y lamina 26% 	Linternas, radios, juguetes, toca cassetes
Alcalinas	<ul style="list-style-type: none"> -Zinc 14% (ánodo) -Dióxido de Manganeso 22%(cátodo) -Carbón 2% -Mercurio 0.5 a 1% (ánodo) -Hidróxido de Potasio (electrolito) -Plástico y lamina 42% 	Juguetes, tocacintas, cámaras fotográficas, grabadoras.

Oxido de Mercurio* (HgO)	<p>-Zinc 11% (ánodo)</p> <p>-Mercurio 33% (cátodo)</p> <p>-Hidróxido de Potasio o Hidróxido de Sodio (electrolito)</p> <p>-Plástico y lamina 29%</p>	Aparatos para sordera, calculadoras, relojes e instrumentos de precisión
Zinc – Aire (Zn-Aire)	<p>-Zinc 30% (ánodo)</p> <p>-Oxigeno(del aire, cátodo)</p> <p>-Mercurio 1%</p> <p>-Plata 1%</p> <p>-Plástico y Lamina 67%</p> <p>-Cloruro de Sodio o Hidróxido de Sodio (electrolito)</p>	Aparatos para sordera, marcapasos y equipos fotográficos.
Oxido de Plata (Ag₂ O)	<p>-Zinc 10% (ánodo)</p> <p>-Oxido de Plata 27% (cátodo)</p> <p>-Mercurio 1%</p> <p>-Cloruro de Sodio o Hidróxido de sodio (electrolito)</p>	Aparatos para sordera , calculadoras y relojes

	-Plástico y Lamina 29%	
Litio (Li)	-Litio al 10 al 30% -Dióxido de Manganeso (cátodo) -Plástico y Lamina 29%	Equipos de comunicación, radios portátiles, transmisores, instrumentos médicos, computadoras, celulares, calculadoras, cámaras fotográficas , agendas electrónicas

FUENTE: Enviroment Canada Report EPS 4/CE/1 .1991

*Aparentemente ya no se usan

4.2.- PILAS DE NIQUEL-CADMIO COMPONENTES Y USOS

Cuadro 4.2

Tipos de pilas	Componentes principales	Usos
Níquel – cadmio (Ni-Cd)	-Cd 18% -Ni 20% -Hidróxido de Potasio o de Sodio	Juguetes, lámparas , artículos electrónicos , equipo electrónico portátil
Níquel Metal Hidruro	-Ni 25% -Hidróxido de Potasio	Productos electrónicos portátiles

(NiMH)		
Ion Litio (Ion -Li)	-Oxido de Litio-Cobalto (cátodo) -Carbón altamente cristalizado(ánodo) -Solvente Orgánico	Telefonía celular, computadoras , cámaras fotográficas y de video
Plomo	-Pomo -Acido Sulfúrico	Uso automotriz , industrial y domestico

FUENTE: Enviroment Canada Report EPS 4/CE/1 .1991

4.3.- CLASIFICACION: PILAS SECAS-HUMEDAS

Por su electrolito, las pilas se pueden clasificar en secas y húmedas. Generalmente las pilas de uso doméstico tienen electrolito seco que puede ser alcalino o ácido y en algunos casos el electrolito ácido puede estar contenido en un gel cubierto por un material permeable o de fibra de vidrio como es el caso de las baterías de plomo usadas para respaldar la corriente en los equipos de cómputo, o en luces de emergencia en edificios y casas. Dentro de la categoría de baterías húmedas, están las baterías de plomo de uso automotriz que contienen ácido sulfúrico y cuyo mercado de reciclado actualmente tiene una cobertura aproximada del 95%; también, esta categoría incluye algunas baterías de Níquel-Cadmio de uso Industrial, utilizadas como fuente emergente de energía eléctrica utilizadas por ejemplo en el metro; las baterías húmedas, además de

los metales tóxicos que contienen, representan un riesgo adicional por el electrolito líquido ácido que puede derramarse en caso de no estar selladas. Por su duración y de acuerdo con el tipo de manejo requerido, las pilas pueden agruparse en: primarias o desechables y secundarias o recargables. Generalmente, para efectos comerciales y técnicos, se les tipifica de acuerdo con sus componentes (Castro, Díaz, 2004).

Según el proyecto de norma mexicana PROY-NMX-AA-104-SCFI-2006 que establece las especificaciones para la clasificación e identificación de pilas baterías para el manejo ambientalmente adecuado de éstas, cuando sean desechadas. Se considerarán residuos peligrosos las pilas y baterías que al terminar su vida útil sean desechadas, y que cumplan con alguno de los siguientes criterios:

- 1.- Estén contempladas en el artículo 31 de la LGPGIR,
- 2.- Estén contempladas en los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005, ó
3. Resulten peligrosas al aplicar los criterios de caracterización CRIT, de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Se considerarán pilas y baterías peligrosas aquellas que rebasen los criterios y características de peligrosidad establecidas en la presente norma o sean de tecnología de construcción de óxido de mercurio, níquel-cadmio o zinc-óxido de plata. En caso contrario, serán consideradas pilas y baterías no peligrosas y serán manejadas como residuos sólidos urbanos, una vez que concluyan su vida útil, en los términos establecidos por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

(Flores, 2007).

5.- ELEMENTOS PRESENTES EN LAS PILAS Y SUS CONSECUENCIAS PARA LA SALUD

Daniel Basurto (2007), director de la Asociación Mexicana de Pilas, Amexpilas por sus siglas, dijo que Las pilas no representan ningún riesgo para el medio ambiente ni para la salud. De acuerdo con él, la pila está conformada por minerales como el manganeso, que no son agresivos para la tierra al momento de llegar a los rellenos sanitarios; sin embargo, la desintegración de estos materiales puede llevar entre 80 y 120 años. En México, el reciclaje de pilas no es viable porque la separación de los componentes es muy compleja, añadió. Tirar una pila a la basura es como tirar un lápiz o un vaso roto, aseguró el director. A partir de 1991 se prohibió utilizar el mercurio en la fabricación de pilas en todo el mundo, elemento que sí era tóxico y altamente contaminante. Sin embargo no contó con que no existe un control en cuanto a las pilas de origen desconocido o pilas patito que entran al país ilegalmente, ni tampoco existen estudios o alguna investigación que pueda confirmar que éstas estén libres de elementos que ya debieron de haber sido sacados del mercado de las pilas, por lo tanto no puede existir un respaldo en cuanto a su hipótesis, donde sostiene que es como tirar un lápiz o un vaso roto, además de no tomar en cuenta cuando las pilas son expuestas al fuego por error o propósito, es decir, que al ser desintegradas por el calor esta emana gases tóxicos a la atmósfera que si representan un riesgo para el medio ambiente y por ende para la salud. Es cierto que se prohibieron ciertos elementos desde 1991 pero quien nos asegura que en las pilas de marca dudosa no existan elementos como el mercurio. Los metales pesados se han

convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como en el de salud pública. Los daños que causan son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo ponen mucha atención en minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil, a estos elementos tóxicos (Expok, 2007).

5.1.- EL PLOMO (Pb)

El plomo es un metal pesado, azulado, suave y maleable, usado en varios procesos industriales. El plomo existe naturalmente en la corteza terrestre, de donde es extraído y procesado para usos diversos. Cuando el plomo es ingerido, inhalado o absorbido por la piel, resulta ser altamente tóxico para los seres vivos en general y para los humanos en particular. Se sospecha que es tóxico para los sistemas endocrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico, y gastrointestinal además de poder afectar la piel y los riñones. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, en el aire, en el agua, nunca desaparece sino que se acumula en los sitios en los que se deposita y puede llegar a envenenar a generaciones de niños y adultos a menos que sea retirado. La exposición al plomo, aún a niveles bajos, afecta a niños y a adultos. En cantidades muy pequeñas, el plomo interfiere con el desarrollo del sistema neurológico, causa crecimiento retardado y problemas digestivos. En casos extremos causa convulsiones, colapsos e incluso la muerte. La exposición a cantidades sumamente

pequeñas de plomo puede causar a largo plazo daños medibles e irreversibles en niños aún cuando éstos no muestren síntomas particulares. Se ha encontrado que una concentración de 7 microgramos de plomo por decilitro de sangre causa daños irreversibles en el sistema neurológico de los infantes. El plomo en la sangre de los niños puede provocar que un genio en potencia solo llegue a un nivel de aprovechamiento promedio o que un niño que hubiera tenido habilidades promedio quede discapacitado de por vida. Las fuentes de contaminación por plomo son múltiples e incluyen a las fundidoras, las fábricas de baterías, algunas pinturas, la loza de barro vidriado cocida a baja temperatura y las gasolinas con tetraetilo de plomo (estas últimas se dejaron de usar en México en 1997) (Valdés, *et al*, 1999).

A todos estos contaminantes tendríamos que mencionar que existen otros como los retardantes de fuego bromados que se encuentran en las pilas y baterías de celulares, computadoras y otros aparatos eléctricos y electrónicos. Por ejemplo, en 2004, se utilizaron cerca de mil toneladas de retardantes de fuego bromados en la fabricación de 674 millones de teléfonos celulares. Este químico se bioacumula, es neurotóxico y puede deteriorar las funciones de aprendizaje y memoria, interfiere con las hormonas tiroidea y estrógeno y la exposición en la gestación puede relacionarse con problemas de comportamiento (Jacott, 2005).

En nueve sistemas de clasificación de riesgo citados por el Fondo para la Defensa Ambiental (Environmental Defense Fund) el plomo aparece como un material que es más peligroso que la mayoría de los productos químicos. Se le considera dentro del 10% de los materiales más peligrosos para la salud humana. (Valdés, *et al*, 1999).

5.2.- EFECTOS DEL PLOMO SOBRE LA SALUD

Cuadro 5.2

Síntomas	Nivel de Plomo en la Sangre
Parto prematuro, bajo peso al nacer, problemas de desarrollo y aprendizaje	10 a 15 µg/dL
Cocientes intelectuales (IQ) reducidos	25 µg/dL
Reflejos más lentos	30 µg/dL
Menos glóbulos rojos en la sangre	40 µg/dL
Problemas nerviosos, anemia, cólicos	70 µg/dL
Problemas estomacales y renales	90 µg/Dl
Problemas cerebrales	100 µg/Dl

*Estos efectos sobre la salud empiezan a los niveles indicados pero no todos los niños los sufren

FUENTE: (Valdés, *et al*, 1999).

5.3.- EL MERCURIO (Hg)

El mercurio es un posible cancerígeno y es bioacumulable. Una alta exposición puede dañar el cerebro, los riñones y al feto, provocando retraso mental, en el andar o el habla, falta de coordinación, ceguera y convulsiones. El mercurio que se emite en los basureros contamina el agua y la tierra, con lo que puede llegar a la comida pues se acumula en los tejidos de peces (Jacott ,20005).

La exposición a nivel local de Mercurio es sensibilizante e irritante para la piel. La exposición generalizada a este metal puede provocar diversos tipos de intoxicaciones. En caso de intoxicaciones agudas produce dermatitis, ulceraciones de conjuntivas y córnea (pudiendo producir ceguera); en forma oral provoca colapso del aparato digestivo mortal en horas e insuficiencia renal; es productor también, de bronquitis, neumonías, bronqueolitis, etc. Cuando es una intoxicación subaguda por contacto por vía oral produce alucinaciones, colitis, hemorragias, excitabilidad, alteraciones, mientras que por contacto dérmico produce trastornos mentales, insomnio, fenómenos vinculares periféricos, trastornos sensoriales en las extremidades. En exposiciones continuas pero en bajas dosis, en forma crónica produce debilidad, pérdida de peso, diarrea, fatiga, inflamación de encías, sabor metálico, insomnio, indigestión; mientras que son crónicas a altas dosis puede llegar a producir irritabilidad, llanto, alucinaciones, tristeza, depresiones, psicosis y

crisis nerviosas (González, *et al*, 2003).

5.4.- EL CADMIO (Cd)

El cuerpo humano no necesita cadmio en ninguna forma. El cadmio es dañino en dosis muy pequeñas. El envenenamiento por cadmio produce osteoporosis, enfisema pulmonar, cáncer de pulmón, cáncer de próstata, hipertensión, diversas cardiopatías y retraso en la habilidad verbal de los niños. El cadmio está presente en suelos contaminados, en algunas tuberías antiguas, en algunas pinturas (sobre todo de color rojo, amarillo y naranja) y en algunos plásticos. El cadmio puede ser adquirido por comer polvo contaminado, por el uso de utensilios de plástico en la alimentación, por inhalar humo de tabaco y por ingerir agua contaminada (Valdés, *et al*, 1999).

5.5- EL NÍQUEL (Ni)

El Níquel es un oligoelemento esencial en pequeñas dosis, en altas dosis es tóxico e incluso fatal. Con relación a este metal hay numerosas referencias de dermatitis y otros efectos dermatológicos por exposición al mismo. Contribuye también con enfermedades respiratorias tales como asma bronquial, bronquitis y neumoconiosis, pudiendo también desarrollar una rinitis hipertrófica, polifosis nasal, anemia, todo esto en el caso de inhalar polvos y aerosoles irritantes de Níquel. Han sido notados los incrementos en el riesgo de desarrollar tumores malignos, incluyendo carcinomas de laringe, riñón, próstata y estomago y, sarcomas de tejidos blandos. Hay más de un compuesto de Níquel que

puede dar lugar a cáncer de pulmón y nasal (González, *et al*, 2003).

5.6.- EL CROMO (Cr)

En su estado de oxidación +3, es esencial en pequeñas dosis, mientras que como cromo +6, que es cancerígeno, es sumamente tóxico aún en bajas dosis. Su acción sobre la piel y las mucosas oculares y nasofaríngeas, provoca efectos irritativos crónicos intensos ante sus contactos prolongados. Es posible que cause conjuntivitis con lagrimeo y dolor, dermatitis del tipo exematosa con úlceras, características poco dolorosas o asintomáticas y de localización preferentemente en dedos, manos y antebrazos. Provoca alteración en el olfato, rinitis, faringitis y perforaciones del tabique nasal (González, *et al*, 2003).

5.7.- LITIO (Li)

El litio es un neurotóxico y tóxico para el riñón. La intoxicación por litio produce fallas respiratorias, depresión del miocardio, edema pulmonar y estupor profundo. Daña al sistema nervioso, llegando a estado de coma e incluso la muerte. El litio puede lixiviarse fácilmente a los mantos acuíferos (Jacott, 2005).

5.8.- EL ZINC, MANGANESO, BISMUTO, COBRE Y PLATA

Son sustancias tóxicas, que producen diversas alteraciones en la salud humana. El Zinc, Manganeso y Cobre son esenciales para la vida, en cantidades mínimas, tóxico en altas dosis. El Bismuto y la Plata no son esenciales para la vida (González, *et al*, 2003).

6.- IMPACTOS POTENCIALES EN LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS PILAS

Los metales de mayor preocupación, presentes en las pilas de uso doméstico, son el cadmio, manganeso, mercurio, níquel y zinc. Siempre, cualquiera que sea el método de disposición, hay una posible liberación de estos metales. Hay actualmente pocas plantas de reciclado de pilas. La energía que se consume en el proceso de incineración para luego condensar el mercurio, es enorme. Los residuos que quedan en el horno son recobrados por reducción carbo-térmica. El manganeso y el hierro son recobrados como ferro-manganeso. Todo el proceso genera un gasto superior irrecuperable en cuestiones de recomposición de los materiales. La técnica de la incineración permite destruir el material y convertirlo en ceniza inerte. Los constituyentes más volátiles, como el cadmio, el mercurio y el zinc, se incorporan a los gases en forma de partículas finas. La proporción de estos contaminantes descargados al medio ambiente depende de la efectividad de operación del equipo. El manejo de esos residuos de combustión, donde algunos de los metales pueden haberse convertido en compuestos móviles como cloruros, configura un riesgo adicional en esta tarea. Respecto a los rellenos de terreno, hay que reconocer que en la descarga de estos productos, encontraremos una acumulación de metales que pueden generar descargas eléctricas y gases inflamables. Si se efectúa una separación de las pilas hogareñas de las pilas botón (óxido de mercurio) y las recargables (níquel-

cadmio), suponiendo que éstas últimas sean destinadas a lugares de relleno separados, tendríamos el problema solucionado. Pero para que las mejores condiciones se den, los lugares previstos deberán asegurar su estanqueidad (esto es, que no se filtren los elementos a través del suelo), también se deberá asegurar un monitoreo continuo de las concentraciones. Allí tendríamos estos materiales inmovilizados dentro de un medio de procesos químicos como la absorción y precipitación controlada gracias a láminas impermeabilizantes, lechos de cal y un sistema de recolección de filtraciones. Claro que con una mayor concentración de estos elementos tóxicos, tanto mayor es el riesgo de que ocurran fallas en el sistema, ya que es muy difícil en principio asegurar esa estanqueidad total prioritaria. Debemos tomar en cuenta, entonces, el riesgo que se asume cuando se quiere acumular todo este material junto. Si el vertedero, en cambio, se encarga de asimilar la basura doméstica junto con estos elementos, las proporciones de las sustancias disminuyen y su degradación puede ser mejor asimilada. Por todo lo expuesto, es preferible continuar con la disposición de pilas que contengan cada vez menos proporciones de elementos tóxicos, de esa manera se evita caer en el uso de técnicas que trasladan los costos en su disposición final (Mac Kay, 2003).

6.1.- TRATAMIENTO DE PILAS

En México, cada hogar tiene entre seis y nueve aparatos que funcionan con pilas, esto resulta en un consumo de entre 600 y 900 millones de baterías al año en el país, por ello, el dilema está en cómo desecharlas Tirarlas a la basura, buscar un centro de acopio o guardarlas en algún bote, parece ser el dilema que a diario enfrentan aquellas personas que se preocupan por el medio ambiente. Pese a que gobiernos locales, empresas y

sociedad han impulsado el reciclaje de productos como aluminio, plástico, vidrio o papel, no sucede igual con las pilas. Y es que se han presentado cuestionamientos sobre la contaminación de suelo y agua, debido a los residuos que desprenden las pilas contenidas en los rellenos sanitarios, por ello, la industria ha rechazado la idea de reciclar estos materiales Según Daniel Basurto, presidente de la Asociación Mexicana de Pilas (Amexpilas), diversas investigaciones respaldan la seguridad de las pilas, mismas que deben depositarse en rellenos sanitarios, ya que hasta ahora se considera inviable su reciclaje. La idea de que las pilas son tóxicas proviene de muchos años atrás, cuando las baterías contenían un porcentaje de mercurio y solían “escurrirse”. Hoy, las que circulan legalmente, han eliminado ese metal, para elevar la seguridad. (Expreso, 2006)

6.2.- MANERA DE DESTRUIR UNA BATERIA DE UN TELEFONO MOVIL

A continuación se presenta la forma en que se destruye una batería, para un mejor control en el desecho de estas:

Figura 2



Se desatornilla la parte trasera del teléfono y se retira la base plástica donde se encuentra la batería

Figura 3



Se retira la batería y se abre el celular para separar la tarjeta y el plástico.

Figura 4



De la parte frontal del celular, se quita el teclado, el display y el acrílico

Figura 5



Luego se desensambla la cubierta y se retira el acero para después limpiar todas las piezas, retirando la bocina, los metales y los diferentes plásticos

FUENTE:(Expreso ,2006)

7.- MANEJO DE LAS PILAS Y LEGISLACIÓN MEXICANA

La legislación mexicana señala a las autoridades federales, estatales y municipales como las responsables de lograr una disposición segura de pilas y baterías para evitar la contaminación química y el daño ambiental. Para cumplir este mandato, tienen que desarrollar planes de manejo especial para su acopio. Greenpeace considera a las empresas fabricantes de pilas y baterías corresponsables del acopio de estos materiales al final de su vida útil y responsables absolutas de innovar su tecnología y sustituir los tóxicos por sustancias que no dañen la salud ni el ambiente (Jacott, 2005).

Asimismo, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) incluye entre sus principios de política ambiental, en la fracción XII de su artículo 15, que "toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar". Más aún, de conformidad con lo que se establece en el artículo 1o. de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR): "sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la

gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (Espinosa, 2008).

A pesar de diversos convenios en materia de reciclaje en el marco de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), sus avances a nivel legislación distan mucho de los que tienen otros países integrantes. La mayoría de las naciones industrializadas de la OCDE se caracterizan por la aplicación de impuestos ambientales y el otorgamiento de incentivos fiscales para aquellas empresas que reciclen. Además los diferentes gobiernos proporcionan sistemas prácticos a la ciudadanía para propiciar el reciclaje. En países como Francia, Portugal y España existen sistemas de valorización de cada tipo de basura y educación ecológica, también ofrecen asesoría para la separación y manejo de los residuos para los ciudadanos. México cuenta con leyes y normas de reciente creación, pero aún se espera que el año que entra ya entre en vigor un nuevo reglamento (Expreso, 2006).

7.1.- APLICACIÓN DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM`s) EN CUANTO A LAS SUSTANCIAS PRESENTES EN LAS PILAS

Cuadro 7.1

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION	SUSTANCIAS
NOM-001-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en	Mercurio ,Cadmio, Plomo y Zinc entre

	las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	otros
NOM-002-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.	Mercurio ,Cadmio , Níquel , Plomo y Zinc entre otros
NOM-052-ECOL-1993	Que establece las características de los residuos peligrosos. El listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Mercurio ,Cadmio , Níquel , Plomo y Zinc entre otros
NOM-026-ECOL-1993	Salud ambiental, criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el ambiente como medida de protección ala salud de la población.	Plomo
NOM-127-ECOL-1994	Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse al agua para su potabilización.	Mercurio ,Cadmio , Níquel , Plomo y Zinc entre otros

NOM-145-ECOL-1995	Productos carnicol troceados y curados. Productos carnicol curados y madurados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.	Plomo
NOM-199-ECOL-2000	Salud ambiental. Niveles de plomo en la sangre y acciones como criterio para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente.	Plomo
NOM-201-ECOL-2002	Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. especificaciones sanitarias	Cadmio , Níquel , Plomo entre otros

FUENTE: (Castro, *et al*, 2004).

8.- ESTADISTICAS SOBRE EL CONSUMO Y GENERACION DE TOXICOS PROVENIENTES DE LAS PILAS

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Ecología (INE), en la década

de 1990, se calculó para el país un consumo promedio per capita de 10 pilas por habitante al año, de las cuales 5.11 tenían un origen legal y 4.89 ilegal. Actualmente el consumo promedio per capita es de 20 pilas, 6 de origen legal y 14 ilegales. Esto representa alrededor de 35,000 toneladas de pilas que se consumen al año. El INE resalta que del año 1960 al año 2003, se liberaron en el país aproximadamente 635 mil toneladas de pilas, las cuales produjeron cerca de 190 mil toneladas de sustancias tóxicas (Jacott, 2005).

Otras estadísticas indican:

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

*Más de 500 millones de baterías de importación legal se consumieron en 1997. (Misma cantidad usada como referencia de consumo por año)

*Mas de 300 millones de baterías de origen ilegal se consumieron en ese mismo año (Jacott, 2005).

*Cada año se consumen 75 toneladas de baterías de telefonía inalámbrica; 18 por ciento de su contenido es cadmio (13.5 toneladas) y 20 por ciento níquel (15 toneladas) lo que nos da una cantidad aproximada de 28.5 toneladas anuales de residuos peligrosos sólo para telefonía inalámbrica.

*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 43 años (1960-2003) se han liberado en México, aproximadamente 635 mil toneladas

de pilas; 30% de este total, o sea más de 190mil 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 (Jacott, 2005).

En México, se estima que se comercializan cada año aproximadamente un total de 600 millones de pilas y baterías primarias, lo que representa un consumo anual promedio de 6 pilas por habitante, sin considerar las que vienen incluidas en los aparatos nuevos. El mercado informal en México, al paso de los años, ha elevado su presencia para la venta de productos, llegando a representar alrededor del 50% del total de pilas vendidas, lo que conlleva a una excesiva generación de residuos, al tener una vida útil corta derivada de una mala calidad. Por lo anterior, es necesario establecer una identificación y certificación para las pilas y baterías, así como establecer mecanismos y especificaciones para su manejo adecuado mediante una norma mexicana (Jacott, 2005).

Dado lo anterior, se estima que en los últimos 43 años, en el territorio nacional, se han liberado al ambiente aproximadamente 635 mil toneladas de pilas, cuyos contenidos incluyen elementos inocuos al ambiente y a la salud (en cantidades proporcionalmente adecuadas), como carbón (C) o zinc (Zn), pero también, incluyen elementos que pueden representar un riesgo debido a los grandes volúmenes emitidos, como es el caso de 145,918 toneladas de dióxido de manganeso (MnO_2) para el correspondiente periodo y otros tóxicos más como: 1,232 toneladas de mercurio (Hg); 22,063 toneladas de níquel (Ni); 20,169 toneladas de cadmio (Cd) y 77 toneladas de compuestos de litio (Li). Dichas sustancias tóxicas, representan casi el 30%, del volumen total de residuos antes mencionado, o sea aproximadamente 189,382 toneladas de materiales tóxicos. Las cifras

anteriores se calcularon de datos oficiales sobre población, producción, importación y exportación; también dichas cifras se construyeron a partir de inferencias hechas, a causa de la inexistencia de datos, como en el caso de las pilas ingresadas ilegalmente al país, que para lo cual se tuvo que comparar información de otros países. Cabe mencionar que los datos sobre las toneladas emitidas de los respectivos contaminantes, están subestimadas, pues no se contó con información sobre las baterías que ya vienen incluidas en los aparatos cuando se compran, ya sean baterías primarias como es el caso de linternas, radios o cepillos dentales, etc., o secundarias de Ni-Cd, Ni-MH o Ion Li como las aspiradoras, cámaras (Castro, *et al*, 2004).

Se sabe que varios componentes usados en la fabricación de las pilas 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. 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 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. Además, en su art. 9 fracción XI señala que el gobierno federal promoverá la participación del sector privado para prevenir la generación de residuos de manejo especial y el art. 28 señala que es responsabilidad de productores, importadores, exportadores, distribuidores de los productos; los generadores y grandes generadores de los residuos peligrosos, formular y ejecutar de planes de manejo especial (Jacott, 2005).

Otros artículos de la Ley General Para la Prevención de los Residuos señalan:

*Garantizar el ambiente adecuado y prevenir la contaminación de sitios por residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial (Art. I)

* Establecer la responsabilidad compartida de productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, así como a los tres niveles de gobierno; definiendo los residuos de manejo especial como aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (Art. 2 frc.5);

* Agrupar y subclasificar los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, (art. 15). El artículo 19 establece la clasificación de residuos de manejo especial y no menciona pilas y baterías, a menos que estos sean considerados bajo los términos de la fracción IX como “Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral”; y el artículo 31 fracción V., sí señala las baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio. La NOM-052-SEMARNAT-1993 en el Anexo 2-Tabla 1, Clasificación de residuos peligrosos por giro industrial y proceso; punto 14. Producción de baterías, dice 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”.

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 (Jacott, 2005).

8.1.- TONELADAS DE PILAS Y BATERÍAS DESECHADAS EN MÉXICO

Partiendo del hecho de que todas las pilas y baterías producidas para consumo nacional o importadas, ya sea legal o ilegalmente, se convierten en residuos, se puede estimar un promedio en los últimos siete años de 35,500 toneladas anuales. Esta cifra comprende las baterías primarias así como las baterías secundarias de Ni-Cd, Ni-MH (Castro, *et al*, 2004).

8.2.- PROMEDIO DE CONSUMO DE PILAS POR HABITANTE DE LA DECADA DE LOS 90's

Cuadro 8.2

Año	No. De Habitantes	Producción e importación de alcalinas y C-	Importación de baterías Ni-Cd	Piezas /Habitante
------------	--------------------------	---	--------------------------------------	--------------------------

		Zn		
1988	77,434,947	367,723,817	16,353,654	4.96
1994	89,616,946	520,230,064	3,132,901	5.84
1995	91,120,433	365,799,992	-43,233,659**	4.00
1996	92,646,700	402,748,600	26,205,621	4.63
1997	94,129,047	525,146,644	79,213,605	6.42
1998	97,329,435	416,215,259	81,138,154	5.11
Promedio de consumo pilas/habitante para la década de los 90 :				5.11

*El número de habitantes se proyectó a partir de la información presentada en el libro: La situación demográfica en México, 1998 CONAPO.

**Según los datos oficiales, en 1995 la exportación de estas baterías fue de 57,088,937 Piezas mientras que la importación fue de tan solo 13,145,330

FUENTE: (Castro, *et al*, 2004).

De acuerdo con el cuadro 8.2, se puede decir que hay un promedio de consumo por habitante de aproximadamente 5.11 pilas, para la década 90- 99 (se consideró el promedio de los años de 1994 a 1998), sin embargo, el dato antes mencionado refleja parcialmente la realidad ya que la información sobre baterías ingresadas de forma ilegal al país no está disponible. Para estimar ese dato (de las pilas ilegales), se recurrió a comparar el consumo per cápita en otros países y así tener elementos para inferir una cifra sobre consumo real relativamente coherente; por lo tanto, se consideró el consumo

per cápita en países con características de consumo aparentemente similares a México, como Argentina, España y Estados Unidos cuyo promedio aproximado de los tres, es de 10 pilas per capita, por lo que estimar un consumo para México del mismo número de pilas por habitante al año, puede ser un dato relativamente cercano a la realidad y representativo para la década 1990-1999. En conclusión con respecto al consumo de pilas ilegales, se puede decir que la diferencia de 10 pilas por habitante, menos el consumo real de 5.11 pilas por habitante obtenido de datos oficiales da como resultado 4.89 pilas de procedencia ilegal consumidas por habitante en promedio, de las cuales una de cada 10 corresponde a pilas recargables. Cabe señalar que la proporción entre pilas consumidas de procedencia legal con respecto a las de procedencia ilegal, tiende a invertirse ya que la nueva división internacional del trabajo ha impuesto una tendencia cuyas consecuencias influyeron para que a partir de 2002 ya no se produzcan pilas alcalinas o C-Zn en México, y se consuman las importadas, ya sea legal o ilegalmente, predominando el mercado ilegal (Castro, *et al*, 2006)

8.3.- APLICACIÓN DE LAS PILAS EN APARATOS MÁS COMERCIALES

Cuadro 8.3

Usos	1960	1970	1980	1990	2000-2002
Lámparas	X	X	X	X	X
Radios	X	X	X	X	X
Cámaras fotográficas	X	X	X	X	X
Rasuradoras	X	X	X	X	X
Juguetes	X	X	X	X	X
Radiograbadoras		X	X	X	X
Aparatos para sordera		X	X	X	X
Calculadoras		X	X	X	X
Relojes		X	X	X	X
Teléfonos inalámbricos			X	X	X
Aparatos de medición para la salud			X	X	X
Alarmas			X	X	X
Instrumentos de medición			X	X	X
Control remoto				X	X
Radio telefonía				X	X
Herramientas				X	X
Equipo de cómputo				X	X
"Walkman" y "Diskman"				X	X
Para pastoreo de ganado				X	X
Cepillos dentales				X	X

FUENTE: (Castro, *et al*, 2004).

8.4.- MANEJO DEL RIESGO DE LA DISPOSICIÓN INADECUADA DE LAS PILAS EN MEXICO

A pesar de la percepción del riesgo que tiene la sociedad con respecto a los posibles efectos adversos que representa la disposición inadecuada de las pilas y baterías, lamentablemente se ha hecho muy poco, debido a diferentes causas de tipo legal y económico que explicaremos más adelante. Por otro lado, cuando la ciudadanía ha intentado organizar programas de recolección, no se considera, que el reciclado, por

ejemplo de las baterías alcalinas o Carbón-Zinc, en términos económicos no es viable, ya que la energía utilizada en el proceso no es costada por los materiales recuperados como carbón o zinc, ya que el precio de estos materiales es de poca significancia en el mercado. Tampoco, dichos programas consideran, que en caso de que se optara por una disposición final, no existe el sitio adecuado en las municipalidades para disponer dichos residuos; además todo programa de recolección debe de contemplar la separación de las diferentes tipos de baterías, ya que cada tipo requiere de tecnología diferente para ser dispuesto o reciclado. A pesar de lo antes mencionado, se han llevado a cabo varios intentos de programas de recolección en diferentes ciudades del país, así como iniciativas en escuelas, centros comerciales y por organizaciones civiles. También, algunos sectores académicos han intentado desarrollar tecnología para la disposición segura o reciclado sin aparente éxito. Por parte del sector gubernamental, el Instituto Nacional de Ecología organizó en el marco de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, en diciembre de 1998 en la Ciudad de México un taller sobre reciclado de baterías Ni-Cd, donde se hicieron propuestas de diferentes países miembros de esta organización para apoyar a México en este asunto, pero a la fecha, no ha habido avances. Lamentablemente desde que se propagó el uso de baterías en México, a partir de los inicios de la década de los 60, éstas se han desechado en forma inapropiada, en el mejor de los casos van a dar a tiraderos municipales que cumplen con las especificaciones técnicas. A partir de 1988 con la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y de su “Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos”, así como con la publicación de la norma oficial NOM-052-ECOL-1993, “Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente”, teóricamente, este tipo de residuos solo se pueden disponer en sitios cuyas características cumplan con la normatividad, o ser tratadas y transportadas por empresas particulares, autorizadas de

acuerdo con la norma mencionada; en la práctica la disposición final, correcta en términos legales únicamente puede hacerse en una empresa ubicada en Monterrey; en cuanto al transporte y tratamiento, en la página de SEMARNAT existe una lista de empresas autorizadas para ofrecer tales servicios. Lamentablemente el marco legal ha sido demasiado rígido para propiciar un manejo adecuado de pilas y baterías, que finalmente ocasiona que el ciudadano preocupado por el destino de estos residuos, termine pensando que es más fácil desecharlas en cualquier lugar o en el mejor de los casos en la basura (Castro, *et al*, 2006).

8.5.- MANEJO RESPONSABLE DE LAS PILAS SEGÚN LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL DF

Figura 5



(Manejo Responsable de las Pilas, 2008)

8.6.- COSTOS DE UNA DISPOSICION SEGURA

A pesar de la problemática que existe alrededor de esta situación ambiental de las pilas, sí existen opciones, sólo que hay que considerar que los residuos, en términos económicos, se pueden clasificar en dos categorías:

- a) Los que su reciclado es autocosteable (residuos rentables: como aluminio, cartón, etc.)
- b) Los que hay que pagar para que sean dispuestos o reciclados de forma segura.

Las pilas, especialmente las desechables, deben ser consideradas en el segundo apartado, y de acuerdo con lo ya mencionado, el costo por un contenedor de 250 kilogramos que las transporte de la ciudad de México a Monterrey, de cualquier tipo de baterías es aproximadamente de 600 pesos, dicha disposición cumple con los requisitos de acuerdo con lo que la LGEEPA y Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos establecen. Para tener una idea clara de lo que serían los costos, se puede considerar por ejemplo, que para confinar en un sitio seguro una batería tipo "AA" (las más usadas), costaría aproximadamente 6 centavos de peso mexicano y por enviar a reciclar una batería de Ni-Cd a EUA de aproximadamente 100 gramos, costaría 15 centavos de dólar, o confinarla en México costaría 25 centavos de peso mexicano. Si se proyecta teóricamente un escenario donde se estableciera un programa de recolección exitoso y se acopiaran aproximadamente 10 millones de pilas del tipo "AA", su confinamiento costaría aproximadamente 600 mil pesos. Lamentablemente en México no existen empresas recicladoras para pilas desechables (Carbón-Zinc y alcalinas) además, como ya se ha mencionado, no es costeable dado que el costo de la energía invertida en el proceso no se compensarían el valor de los materiales recuperados. Con respecto al reciclado de pilas recargables de Ni-Cd, Ni-MH o Ion-Li, en México no existe todavía una empresa capaz de hacerlo, debido a que se requiere de una tecnología limpia, de alto costo disponible sólo en países como EUA, Francia (2 plantas), Japón, Alemania y Suecia; por medio de esta tecnología se recupera el níquel y el cadmio; el primero sirve de materia prima para manufacturar acero inoxidable; de acuerdo con una cotización solicitada a una recicladora y considerando los gastos de transporte (Castro, *et al*, 2006).

9.- TRATAMIENTO PREVIO O ACONDICIONAMIENTO PREVIO A LA DISPOSICION

Se puede y debe hacer un buen tratamiento previo o acondicionamiento previo a la disposición final. El tratamiento de pilas en desuso consistirá fundamentalmente en obtener un mecanismo que asegure que no se producirá contaminación por lixiviación. El proceso electroquímico de las pilas no se agota cuando esta deja de entregar energía suficiente sino que continúa produciendo corrosión por diferencia de potencial, que deriva de la envolvente metálica. De este modo los iones de metales pesados pasan a formar parte del lixiviado. En tal sentido se diseñará un sistema que cuente con cinco barreras de seguridad, conformadas por el uso de tres componentes:

- Compuesto químico que neutralice, inhibe y secuestre posibles pérdidas de los metales pesados que contienen las pilas. (En adelante “el secuestrante”).
- Bolsas de polietileno de alta densidad, termo sellado.
- Claustro (bloque de hormigón, relleno de tubo de 110 mm PVC polivinilcloruro, etc. (Montes de Oca ,2009).

9.1.- PASOS DEL TRATAMIENTO PREVIO A LA DISPOSICION FINAL DE LAS PILAS

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

- Se tomará una cantidad aproximada de cincuenta pilas, introduciéndolas en una bolsa pequeña y se volcará en su interior polvo secuestrante en cantidad suficiente para que las pilas queden cubiertas totalmente. (Secuestrante 1ra barrera-Bolsa termo sellada 2da barrera).
- Se colocarán de tres a cinco bolsas pequeñas en una bolsa mayor, repitiendo el vuelco del polvo secuestrante en su interior, realizando el posterior termo sellado.

(Secuestrante 3ra barrera-Bolsa termo sellada 4ta barrera).

- La bolsa grande se introducirá en un molde para la construcción del bloque de hormigón, 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 deberá 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 de hormigón 5ta barrera).

Una vez terminado el tratamiento, la disposición final se referirá al uso posible de los bloques de hormigón y de tubos PVC rellenos. Se deberá tratar a dicho tubo como material peligroso, por lo tanto se almacenará en un lugar seguro o bien se lo usará como relleno en obras de construcción que aseguren su permanencia “eterna”. Cabe destacar finalmente que el proceso de tratamiento deberá ser llevado a cabo por personal idóneo en el manejo de residuos peligrosos, debiéndose capacitar para tal fin (Montes de Oca ,2009).

9.2.- EQUIPOS E INSUMOS NECESARIOS PARA EL TRATAMIENTO PREVIO A LA DISPOSICION DE LAS PILAS DE DESECHO

- Máquina envasadora adecuada
- Anteojos de seguridad policarbonato
- Guantes de látex descartables
- Guantes de policloropreno resistentes a ácidos y solventes.

- Cucharas plásticas dosificadoras para 100 gr y 50 gr.
- Protectores respiratorios buconasales.
- Delantales atóxicos amarillo-blanco de 0.90 y 1.10 mm.
- Vestimenta adecuada
- Potes de Plástico
- Folletos y calcomanías

9.3.- FORMULACIÓN DEL SECUESTRANTE PARA 10 Kg. DE PILAS

- Cal (hidróxido de sodio): 50 % - 5 Kg.
- Cemento: 49.25% - 4.925 Kg.
- EDTA (ácido etilendiaminotetracético): 0.5% - 0.05 Kg.
- Tartracina: 0.25% - 0.025 Kg. (Montes de Oca ,2009)

10.- MANEJO DE LAS PILAS EN OTROS PAISES

Datos de Estados Unidos sobre las pilas

*Aproximadamente 50% de las 1800 toneladas de cadmio que ingresaron en la corriente de basura en 1986, provenían de baterías.

*En 1983, 753 toneladas de mercurio se utilizaron para producir baterías domésticas.

*En 1989, los fabricantes de baterías utilizaron 130 toneladas de mercurio, 80% menos

que seis años antes.

*Existen programas de la recolección de baterías en: New Hampshire, Vermont, Nueva York, Missouri, Washington, Minnesota.

*En Estados Unidos, las baterías recogidas se envían a instalaciones de reciclaje donde se recuperan los materiales valiosos y se separan los tóxicos.

*Más de 4.6 millones de toneladas de basura electrónica terminaron en el 2000 en confinamientos de este país.

*El origen del 35% de la contaminación por mercurio es la incineración de baterías en la basura doméstica.

*En Estados Unidos se consumen alrededor de 3 billones de baterías secas para radios, juguetes, relojes, computadoras y herramientas cada año. Por su parte, la Unión Europea cuenta con una directiva sobre pilas y acumuladores; su objetivo es dotar a los Estados miembros de una normatividad similar en materia de reciclado y eliminación controlada de pilas y acumuladores usados limitando la cantidad de mercurio y de metales pesados; garantizar la recolección selectiva; y evitar que sigan arrojándose en vertederos o incinerándose, en vez de ser recogidos y reciclados (Jacott, 2005).

* En Suecia desde 1986 se hace recolección de pilas. De las pilas de mercurio se puede recuperar el 98% del mercurio. Según una propuesta, el mercurio recuperado será almacenado en un depósito bajo tierra. Las pilas de níquel-cadmio y las híbridas de metal-níquel se recuperan el cadmio y el níquel. El cadmio recuperado se destina a la fabricación de pilas/baterías de níquel-cadmio abiertas para uso industrial. El níquel recuperado se envía a fábricas de acero. Las pilas híbridas de metal-níquel contienen un

50% de níquel aproximadamente y existen empresas interesadas en recuperar estas pilas/baterías por su valor metálico. Las pilas de ácido-plomo se pueden reprocessar. El plomo recuperado se envía a fabricantes de pilas de ácido-plomo. El plomo representa un grave problema medioambiental y se retirará paulatinamente del ciclo de materiales. Sin embargo, en la actualidad no existe ninguna alternativa al plomo en aplicaciones tales como las baterías del motor de arranque de los automóviles. Actualmente las pilas alcalinas y de dióxido de manganeso se depositan en vertederos (Cipolla, 2005).

* En Suiza se consideran residuos peligrosos. Está prohibido enterrarlas o depositarlas en rellenos sanitarios ya que se recupera el mercurio, el zinc y el manganeso para ser reciclado. Además, se alienta el uso de aparatos con pilas recargables con un descuento del 10% y una etiqueta con el símbolo ISO que alerta al consumidor sobre la peligrosidad de las pilas recordando que una vez usadas deben retornar al punto de venta (Euro RSCG, 2006).

* En Austria desde 1991 está prohibido arrojarlas con la basura común.

* En España desde 1993 ya no se fabrican pilas con alto contenido de mercurio.

* En Alemania obligan al fabricante y al comerciante a reciclarlas desde 1993.

* La Asociación Europea de Fabricantes de Pilas Secas (Europile), que representa a varias compañías, llevó a cabo un programa de reducción gradual de uso del mercurio. Desde 1994 ya no fabrican pilas con dicho metal pesado.

* En Japón se reciclan (Cipolla, 2005).

De las pilas de mercurio se puede recuperar el 98% del mercurio. Según una propuesta, el mercurio recuperado será almacenado en un depósito bajo tierra. Las pilas de níquel-cadmio y las híbridas de metal-níquel se recuperan el cadmio y el níquel. El cadmio recuperado se destina a la fabricación de pilas/baterías de níquel-cadmio abiertas para uso industrial. El níquel recuperado se envía a fábricas de acero. Las pilas híbridas de metal-níquel contienen un 50% de níquel aproximadamente y existen empresas interesadas en recuperar estas pilas/baterías por su valor metálico. Las pilas de ácido-plomo se pueden reprocessar. El plomo recuperado se envía a fabricantes de pilas de ácido-plomo. El plomo representa un grave problema medioambiental y se retirará paulatinamente del ciclo de materiales. Sin embargo, en la actualidad no existe ninguna alternativa al plomo en aplicaciones tales como las baterías del motor de arranque de los automóviles. Actualmente las pilas alcalinas y de dióxido de manganeso se depositan en vertederos (Euro RSCG, 2006).

11.- CELULARES, BATERÍAS Y CARGADORES

En todo el mundo hay más de 1.000 millones de teléfonos móviles. Según estima un informe de la organización ambientalista Informing Cellphone Informó que sólo en Estados Unidos van a parar a la basura 65 mil toneladas de aparatos, baterías y cargadores. La pasión por los teléfonos celulares sigue en aumento y, con ella, los efectos

negativos sobre el medio ambiente. En promedio, cada teléfono tiene una vida útil de 18 meses, dato que preocupa a los ambientalistas atentos al crecimiento del volumen de desechos contaminantes y aunque es cierto que algunos aparatos serán abandonados en algún cajón donde permanecerán años, la mayoría irá a parar a diversos rellenos sanitarios o será incinerada. Esto acarrea un dolor de cabeza ambiental ya que parte de los componentes de estos aparatos de comunicación se consideran altamente contaminantes y un peligro para la salud humana si son desechados de manera inadecuada. El problema adquiere una dimensión preocupante si se piensa en la alta rotación de equipos de este tipo que existe y que hace que más de un usuario guarde hasta tres o cuatro teléfonos, cargadores y baterías en desuso, en algún olvidado cajón. Las baterías de los celulares están entre las partes de manejo más delicado, pues contienen metales como cadmio y níquel, que -de desecharse en sitios inapropiados- pueden contaminar las fuentes de agua y llegar a ser consumidos por el ser humano a través de plantas y animales. En países latinoamericanos, como Brasil, donde existen más de 90 millones de usuarios de teléfonos celulares, o México, donde alrededor de 40 millones de personas tienen aparatos de ese tipo, se han anunciado iniciativas legales para tratar de atajar el problema ambiental que puede traer esta basura tecnológica. Dos años es el tiempo máximo de vigencia de un teléfono celular en los países desarrollados, según Greenpeace. Australia tiene un programa nacional de devolución y está a punto de forzar a las compañías a aceptar sus propios teléfonos. Lo mismo deberían hacer los EE.UU porque si bien algunas compañías, entre ellas Verizon y Sprint, ya tienen sus propios programas de devolución, el principal grupo de la industria, la Cellular Telecommunications and Internet Association (CTIA), se opone a la puesta en marcha de programas obligatorios porque en lugar de exigir que los fabricantes descarten los celulares usados, la CTIA prefiere que los teléfonos viejos sean derivados a obras de caridad o se revendan en países menos desarrollados. Algunos estados

norteamericanos ya tomaron distintas medidas para promover la reutilización de los celulares en desuso. Un programa financiado por el gobierno en Maryland junta celulares usados que, después de ser reciclados y/o reprogramados, se ceden a personas mayores para que, en caso de necesidad, puedan llamar a los números de emergencia. La Environmental Protection Agency dice que la reutilización de celulares es mucho más importante en otros países y, muchas veces, cuenta con la cooperación de los fabricantes y los distribuidores. Los desechos de celulares pueden ser recolectados se pueden clasificar las piezas, el siguiente paso será exportarlas a una empresas que recicla las piezas. Estos equipos se venden luego nuevamente. El impacto de la acumulación de desperdicios electrónicos es tan grande que hasta se ha acuñado un término para definirlo: la e-waste o e-basura. Cerca de 40 millones de toneladas métricas de estos residuos se botan anualmente y sólo una mínima parte se recicla, en parte porque se requiere una tecnología desarrollada para hacerlo, señala una noticia publicada en el sitio www.ewaste.ch. (wikispaces.com, 2007).

12.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA DISMINUCIÓN EN EL USO DE LAS PILAS DESECHABLES.

- * Es conveniente el uso de aparatos conectados a la red eléctrica.
- * No comprar juguetes a pila. En el mercado hay infinitas opciones de las que se puede hacer uso.
- * Usar calculadoras o aparatos a energía solar.
- * No dejar las pilas al alcance de los niños. Pueden llevarlas a la boca y hacer una inconsciente ingesta de metales pesados con su consiguiente peligro para su salud
- * No arrojar la pila con la basura domiciliaria si no se cuenta en la ciudad con relleno sanitario (que tienen una cobertura especial para evitar la filtración de sustancias contaminantes). Si bien esto continúa alejado de la medida correcta, es lo menos perjudicial por el momento.
- * De no contar con el relleno sanitario en la ciudad, iría a parar a los basurales de cielo abierto y contaminará severamente el suelo dañando todo el ecosistema.
- * En este último caso es preferible conectarse con organizaciones que se ocupen de la recolección.
- *Peticionar a las autoridades pertinentes, tanto locales como nacionales, que se pongan en práctica programas de recolección y reciclado (Cipolla, 2005).

13.- CONCLUSIONES

En su interior, las pilas contienen distintos metales pesados. La cápsula exterior que las recubre aísla las sustancias químicas. Los compuestos químicos que utilizan para generar electricidad dependen del tipo de pila. En su mayor parte, se trata de metales pesados, como mercurio, litio, cadmio, níquel, entre otros. Las pilas son las causantes del 93% del mercurio de las basuras, del 47 % de zinc, del 48 % de cadmio, del 22 % de níquel. Cuando ocurre corrosión de sus carcasas afectadas internamente por sus componentes y externamente por la acción climática y por el proceso de fermentación de la basura, especialmente la materia orgánica, que al elevar su temperatura hasta 70 °C, en el proceso de compostaje, actúa como origen de la contaminación, con lo que sus compuestos tóxicos se escurren (lixivian) contaminando suelos y cuerpos de agua. Además, la mayor parte de las veces, las pilas y baterías terminan quemándose en estos basureros aumentando la contaminación por la generación de compuestos muy peligrosos y cancerígenos como son las dioxinas y furanos. Pese a que gobiernos locales, empresas y sociedad han impulsado el reciclaje de productos como aluminio, plástico, vidrio o papel, no sucede igual con las pilas. La legislación mexicana señala a las autoridades federales, estatales y municipales como las responsables de lograr una disposición segura de pilas y baterías para evitar la contaminación química y el daño ambiental. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Ecología (INE), en la década de 1990, se calculó para el país un consumo promedio per capita de 10 pilas por habitante al año, de las cuales 5.11 tenían un origen legal y 4.89 ilegal. Actualmente el consumo promedio per capita es de 20 pilas,

6 de origen legal y 14 ilegales. Esto representa alrededor de 35,000 toneladas de pilas que se consumen al año. Dado lo anterior, se estima que en los últimos 43 años, en el territorio nacional, se han liberado al ambiente aproximadamente 635 mil toneladas de pilas, cuyos contenidos incluyen elementos inocuos al ambiente y a la salud. 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 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.

14.-BIBLIOGRAFÍA

Cardoso G., Rivero E., (En Línea) Revisión y análisis de las características del manejo ambiental de pilas y baterías en Bolivia. Reporte Final. <http://www.observancia.org/pdf/investigacion.pdf>. (Consultada el día 22 de Agosto del 2008)

Castro, Díaz, 2006. (En Línea) La Contaminación Por Pilas Y Baterías En México. INE. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/438/cap5.html> . (Consultada el día 16 de Agosto del 2008)

Cipolla V., 2004. (En Línea) Pilas: Manipulación y consecuencias. http://www.barrameda.com.ar/dp/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=89 . (Consultada el día 22 de Agosto del 2008)

Espinosa J., 2008. (En Línea). Proposición De Norma Que Regule La Disposición Final De Pilas Y Baterías Importadas Y De Las Fabricadas En México.<http://www.canieti.org/assets/files/941/Norma%20Pilas%20y%20baterias.pdf> .(Consultada el día 8 de marzo del 2009)

Euro RSCG, 2006. (En Línea) .Recogida de pilas/baterías en Suecia.
[http://www.batteriinsamlingen.se/files/translations/pdf/batterycollection\(spanka\).pdf](http://www.batteriinsamlingen.se/files/translations/pdf/batterycollection(spanka).pdf) . (Consultada el día 16 de Marzo del 2008)

Expok, 2007. (En Línea) Las pilas como desecho: ¿problema de responsabilidad social?<http://www.masr.com.mx/las-pilas-como-desecho%C2%BFproblema-de-responsabilidad-social/>. (Consultada el día 22 de Agosto del 2008)

Expreso, 2009. (En Línea). Pilas: Reciclar o no, el dilema
http://www.expreso.com.mx/PortalNovo/sitio/interiores.php?s=vernota&id=60375&cod_canal=. (Consultada el día 12 de Enero del 2008)

Fichas Temáticas, 2005. (En Línea). Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos.http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437601661gr-02_11-pilas_pag89-94.pdf . (Consultada el día 8 de Marzo del 2009)

Flores R., 2007. (En Línea). PROYECTO DE NORMA MEXICANA PROY-NMX-AA-104-SCFI-006.SEMARNAT.<http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Proyectos%20de%20Normas%20Mexicanas/proy-nmx-aa-104-scfi-2006.pdf>
(Consultada el día 17 de Octubre del 2008)

González M., Cascales V., 2005. (En Línea) Ponte Las Pilas Y Recíclalas” Campaña Nacional De Educación Ambiental Y Recogida Selectiva De Pilas, Acumuladores.<http://www.uah.es/universidad/ecocampus/documentos/A11PilasAcum.pdf>. (Consultada el día 17 de Febrero del 2008)

Jacott M., 2005. (En línea).Información Básica Sobre Pilas Y Baterías. Greenpeace<http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/informaci-n-basica-sobre-pilas.pdf> . (Consultada el día 16 de Marzo del 2008)

Manejo Responsable de las Pilas ,2008. (En Línea).Gobierno del Distrito Federal.
<http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=422> . (Consultada el día

22 de agosto del 2008)

Mc Kay N., 2003. (En Línea). La recolección de pilas y las campañas de ciertos sectores.http://www.ingenieroambiental.com/4012/camp_pilas_2003.pdf.

(Consultada el día 5 de Septiembre del 2008)

Montes de Oca J., 2009. (En Línea). [Las pilas destruyen el ambiente](http://quehacemosconlaspilas.wordpress.com/) .Wordpress.

<http://quehacemosconlaspilas.wordpress.com/>. (Consultada el día 22 de agosto del 2008)

Municipalidad de Tigre ,2004 (En línea). Programa de Recolección Diferenciada de Pilas.

<http://www.tigre.gov.ar/mainsite/Informe%20Programa%20Pilas.pdf>. (Consultada el día 22 de agosto del 2008)

Proceso de Reciclaje de Baterías, 2004. (En Línea) Universidad De Las Americas

Puebla .http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leia/morales_g_lt/

[capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leia/morales_g_lt/capitulo1.pdf). (Consultada el día 12 de Enero del 2008)

Valdez F., Cabrera V., 1999, (En Línea). La Contaminación Por Metales Pesados En Torreón, Coahuila, México. Texas Center for Policy Studies. <http://www.texascenter.org/publications/torreon.pdf>. (Consultada el día 5 de Septiembre del 2008)

Wikispaces.com, 2007(En Línea).Pilas y Baterías <http://despertandoconcienciaplanetaria.wikispaces.com/PilasBater%C3%ADas?f=print>. (Consultada el día 12 de Febrero del 2008)

Pilas y Baterías. (2007). (En Línea).Apuntes y Monografías http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas_y_baterias.htm. (Consultada el día 22 de Agosto del 2008)