

### RESUMEN EJECUTIVO

Se adquirieron las muestras en los siguientes puntos de la Ciudad de México:

1.- Mercado de San Angel; 2.- Centro Comercial Pericoapa; 3.- Centro Histórico; 4.- Centro Comercial Perinorte; 5.- Mercado de la Merced; 6.- Mercado de Sonora; 7.- Central de Abastos; 8.- Zona Comercial de Tlanepantla.

Se compraron entre 1 y 3 pilas de cada marca, modelo y tipo en cada uno de los sitios antes mencionados.

En la Tabla 1 se presentan las pilas adquiridas, como se puede observar existen algunas desviaciones al plan original, lo anterior se debe a las siguientes razones:

- En el caso de las pilas pequeñas se adquirió un mayor número (entre 4 y 6) ya que la muestra sería insuficiente para los análisis a realizar en la segunda fase de este estudio.
- Se encontraron otros tipos de pilas, las cuales fueron adquiridas en vez de otras planeadas que no se encuentran en el mercado normal de esta ciudad.

El resumen de las pilas adquiridas es el siguiente:

| TIPO   | TAMAÑO                 | PILAS DEL MERCADO FORMAL | PILAS DEL MERCADO INFORMAL | PILAS ESPECIALES Y RECARGABLES | TOTAL |
|--|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------|
| <b>PILAS Zn-C</b>  | AA                     | 6                        | 12                         | 0                              | 18    |
|  | AAA                    | 8                        | 16                         | 0                              | 24    |
|  | C                      | 6                        | 6                          | 0                              | 12    |
|  | D                      | 6                        | 6                          | 0                              | 12    |
|  | 9V                     | 4                        | 8                          | 0                              | 12    |
| <b>PILAS ALCALINAS, AgO, Ni/Cd, Ni/MH, Ni/Aire y Litio</b> | AA                     | 45                       | 30                         | 48                             | 123   |
|  | AAA                    | 60                       | 40                         | 72                             | 172   |
|  | C                      | 33                       | 24                         | 24                             | 81    |
|  | D                      | 33                       | 30                         | 24                             | 87    |
|  | 9V                     | 44                       | 16                         | 15                             | 75    |
|  |                        |                          |                            |                                |       |
|  | AAAA                   | 30                       | 0                          | 0                              | 30    |
|  | Moneda 2               | 42                       | 0                          | 18                             | 60    |
|  | Boton Chica            | 54                       | 0                          | 12                             | 66    |
|  | Boton Mediana          | 54                       | 0                          | 12                             | 66    |
|  | Boton Grande           | 48                       | 0                          | 12                             | 60    |
|  | Boton audifono chica   | 24                       | 0                          | 12                             | 36    |
|  | Boton audifono Mediana | 24                       | 0                          | 12                             | 36    |
|  | Foto Chica             | 48                       | 0                          | 0                              | 48    |
|  | Foto Med.              | 24                       | 0                          | 0                              | 24    |
| Foto Grande  | 24                     | 0                        | 0                          | 24                             |       |
| Especial   | 12                     | 0                        | 24                         | 36                             |       |

|              |                |            |            |            |             |
|--------------|----------------|------------|------------|------------|-------------|
|              | Linterna Chica | 9          | 0          | 6          | 15          |
|              | Linterna Gde.  | 9          | 0          | 6          | 15          |
| <b>TOTAL</b> |                | <b>706</b> | <b>188</b> | <b>315</b> | <b>1209</b> |

Cada una de los diferentes modelos, tamaños y marcas muestreados se pesaron y se aseguró su integridad física. Después de separar las cubiertas positiva, cubierta negativa y quitar los sellos de la pila, se procedió a retirar la etiqueta y la carcasa. Acto seguido se desarmó la pila en sus constituyentes, los cuales fueron mezclados a fin de obtener una muestra homogénea compuesta por todas las partes de las pilas.

Una vez que todas las pilas que constituyen a una muestra fueron homogeneizadas, se ingresaron al laboratorio para comenzar el proceso analítico. Se elaboraron 65 muestras compuestas de la misma marca y modelo a partir de los diferentes tamaños muestreados, de entre 10 y 20 gramos, agrupando pilas de los tamaños AAA, AA, C y D en una muestra, pilas de 9 volts en otra y pilas de botón en otra; para su posterior análisis.

Las muestras fueron sometidas a una digestión ácida para la determinación de metales totales por el método EPA 3051 de digestión ácida por microondas. Para su análisis, se utilizó la técnica de Espectroscopia de Emisión en Plasma Acoplado Inductivamente (ICP/AES) de acuerdo con el método EPA 6010B 1996 para el análisis de: Aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, calcio, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, hierro, litio, magnesio, manganeso, molibdeno, níquel, plata, plomo, potasio, selenio, sodio, talio, titanio, vanadio y zinc

Para el caso particular del mercurio, se utilizó la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica de Vapor Frío por Generación de Hidruros (EAAVF) de acuerdo con el método EPA 7471A, ya que este elemento no puede ser analizado a niveles traza por el método de ICP/AES.

Para el análisis de metales lixiviables, se utilizó el procedimiento de lixiviación PECT establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993. Posteriormente, se realizó el análisis por el método EPA 6010B 1996 para metales totales excepto el Mercurio el cual se analizó por el Método EPA 7471A como fue descrito anteriormente.

Se realizó un estudio de la vida media de las pilas por medio de un modelo acelerado, en 5 lixiviados de rellenos sanitarios y en 5 cuerpos de agua nacionales. Se realizaron también pruebas de extracción para determinar el contenido de metales lixiviables, conforme a la NOM 052 SEMARNAT 2005.

Los principales hallazgos del presente trabajo para las pilas primarias son que todas aquellas de carbón-zinc y alcalinas provenientes del mercado formal registran valores de mercurio y cadmio totales por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la correspondiente directiva europea. Sin embargo, se encontraron niveles de mercurio y cadmio que rebasan los valores recomendados por dicha directiva

en algunas marcas de pilas de litio (mercurio) y de pilas de zinc-aire (mercurio y cadmio). Cabe señalar que, de acuerdo con las fuentes de información oficial consultadas, las pilas primarias de litio y de zinc-aire solo representan el 7% del consumo de pilas del mercado formal; lo anterior indicaría que por su participación en el mercado estas pilas representan un problema relativamente pequeño al considerar el universo del comercio de las pilas en México.

Por otra parte, todas las pilas secundarias presentaron valores de mercurio por debajo de la directiva europea. En cambio, una marca de pilas de níquel-cadmio y una marca de pilas de níquel-hidruro metálico presentaron niveles de cadmio total que rebasan los valores de dicha directiva.

Para confirmar estos resultados, el Instituto Nacional de Ecología llevará a cabo un análisis químico complementario en 2009.