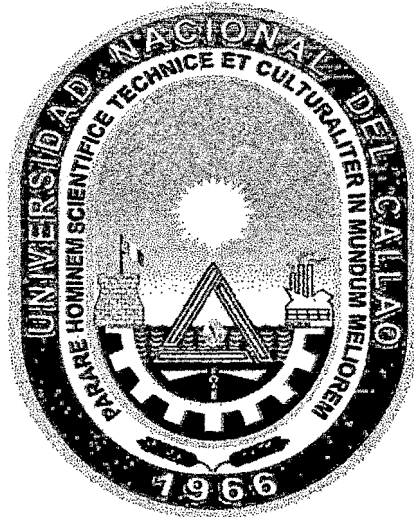


T/660.2/8730

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA



**“ESTUDIO PARA LA REDUCCION DE MERCURIO
EN LAS PILAS SECAS”**

TESIS
**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
QUIMICO**

PRESENTADO POR
ORTEGA SILVA, DOIVE SALVADOR

ASESOR
ING. JULIO CALDERON CRUZ

CALLAO - PERU
2008

La presente Tesis fue sustentada ante el JURADO DE SUSTENTACION conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

ING. ESTANISLAO BELLODAS ARBOLEDA	:	Presidente
ING. RICARDO RODRIGUEZ VILCHEZ	:	Secretario
ING. GLADIS ENITH REINA MENDOZA	:	Vocal
ING. JULIO CALDERON CRUZ	:	Asesor

Según figura en el Libro de Actas N° 02, folio N° 26 asestado en el acta N° 209 de fecha DIEZ DE JULIO DE 2008, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la modalidad de Titulación con Sustentación de Tesis, de acuerdo a lo normado por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por resolución N° 047 – 92 – CU de fecha 18 de Junio de 1992.

Dedicado a mis hijos, esposa, padres y hermanos. Es un sueño hecho realidad, infinitas gracias para mis seres queridos por el amor y apoyo que me brindaron. En la vida hay etapas que deben culminar y hoy finalizo lo iniciado, para emprender un nuevo horizonte. Gracias Dios, bendiga a mi familia, a mi alma Mater la UNAC y guíe a este su ciervo por el sendero del bien.

Un Agradecimiento especial a mi Asesor y Srs. Del Jurado por su paciencia y colaboración. A la compañía Panasonic Peruana SA. Que me brindo las facilidades para laborar, aprender y aportar lo más bello en la vida de un Ingeniero que es Investigar.

INDICE

	Paginas
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
III. RESUMEN	4
IV. FUNDAMENTO TEORICO	6
4.1. DEFINICIONES	7
4.1.1. AMPERAJE	7
4.1.2. ANION	7
4.1.3. ANODO	7
4.1.4. CATION	7
4.1.5. CATODO	8
4.1.6. DESCARGA	8
4.1.7. ELECTROLITO	8
4.1.8. ION	8
4.1.9. IMPEDANCIA Y RESISTENCIA INTERNA	8
4.1.10. TENSION NOMINAL	9
4.1.11. PILA SECA	9
4.1.12. TENSION DE CIRCUITO ABIERTO	9
4.1.13. TENSION DE CIRCUITO CERRADO	9
4.1.14. TENSION FINAL DE DESCARGA	9
4.1.15. POLARIZACION	10
4.1.16. VIDA DE ALMACENAMIENTO	10
4.1.17. POLO NEGATIVO Y POLO POSITIVO	10
4.2. RESEÑA HISTORICA DE LAS PILAS	10
4.3. TIPOS DE PILAS	13
4.3.1. PRIMARIAS	14
4.3.1.1 PILAS LECLANCHE	15
4.3.1.2 PILAS DE DIOXIDO DE MANGANESO DE ALTA PUREZA	15
4.3.1.3 PILAS DE DIOXIDO DE MANGANESO - MANGANESO	16
4.3.1.4 PILAS DE MERCURIO CON OXIDO DE ZINC	16
4.3.1.5 PILAS DE LITIO	16
4.3.1.6 PILAS DE PLATA CON OXIDO DE ZINC	17
4.3.1.7 PILAS DE SULFURO DE LITIO-HIERRO	17
4.3.1.8 PILAS DE LITIO-THIONYL	17

4.3.1.9	PILAS DE DIOXIDO DE LITIO-MANGANESO	18
4.3.1.10	PILAS DE MONOFLUORURO DE LITIO-CARBON	18
4.3.1.11	PILAS DE ZINC-AIRE	18
4.3.1.12	PILAS DE DIOXIDO DE LITIO-SULFURO	19
4.3.1.13	PILAS DE AIRE DEPOLARIZADO	19
4.3.1.14	PILAS DE ALUMINIO-AIRE	19
4.3.1.15	PILAS DE OXIDO MERCURIOSO	20
4.3.2.	SECUNDARIAS	21
4.3.2.1	PILAS DE ACIDO-PLOMO	21
4.3.2.2	PILAS ALCALINAS DE MANGANESO	23
4.3.2.3	PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL-CADMIO	24
4.3.2.4	PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL-ZINC	25
4.3.2.5	PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL-HIERRO	25
4.3.2.6	PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL-HIDROGENO	25
4.3.2.7	PILAS ALCALINAS RECARGABLES DE DIOXIDO DE ZINC-MANGANESO	25
4.3.2.8	PILAS DE OXIDO DE ZINC-PLATA	26
4.3.2.9	PILAS SECUNDARIAS DE LITIO	26
4.3.2.10	PILAS SECUNDARIAS DE SODIO-SULFURO	26
4.4.	REACCIONES QUIMICAS EN LAS PILAS	27
4.4.1.	ANODO DE LA PILA	27
4.4.2.	CATODO DE LA PILA	27
4.4.3.	ASOCIACION DE PILAS EN SERIE	28
4.4.4.	ASOCIACION DE PILAS EN PARALELO	29
4.4.5	PILAS MIXTAS	29
4.4.6	RESISTENCIA INTERNA DE CELDAS	31
4.4.6.1.	ARREGLO DE CELDAS	31
4.5.	NORMAS Y DEFINICIONES DE PILAS	35
4.5.1	LEYES DE RESIDUOS PARA PILAS	36
4.5.2.	NORMAS QUE RIGEN PARA LAS PILAS	37
4.5.3.	TOXICIDAD DE LAS PILAS USADAS	44
4.6	CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE POR LAS PILAS	47
4.6.1	CONTAMINACION DE LOS SUELOS Y RIOS	49
4.7.	VENTAJAS Y DEVENTAJAS DE LAS PILAS	52
4.8.	SON NECESARIAS TODAS LAS PILAS QUE USAMOS	55
4.8.1.	QUE PODEMOS HACER	55
4.8.2.	CAMPAÑAS DE RECOLECCION SELECTIVA	56
V.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE PILAS SECAS	57
5.1.	RECEPCION E INSPECCION DE INSUMOS QUIMICOS EN ALMACEN CENTRAL	57
5.2.	PREPARACION DE MEZCLA Y SOLUCIONES ELECTROLITICAS	59

5.2.1.	PREPARACION DE SOLUCIONES ELECTROLITICAS 106, 130 Y 135	59
5.2.2.	PREPARACION DE PASTA ELECTROLITICA	60
5.2.3.	PREPARACION DE MEZCLA ELECTROLITICA	61
5.3.	FUNDICION Y FORMACION DE VASIJAS DE ZINC	64
5.3.1.	HORNO DE FUNDICION Y LAMINACION DE ZINC-PLOMO	64
5.3.2.	EXTRUCCION DE PELLETS	66
5.3.3.	LUBRICACION DE PELLETS	67
5.3.4.	FORMACION DE VASIJA DE ZINC-PLOMO	68
5.3.5.	ENVOLTURA METALICA	69
5.4.	PRODUCCION DE PILAS R-20	70
5.4.1.	FORMACION DE BOBBIN	70
5.4.2.	COCIDO DE LAS PILAS	72
5.4.3.	ASFALTADO DE LAS PILAS	75
5.4.4.	PRIMER INSPECCION DE LAS PILAS	75
5.4.5.	ACABADO DE LAS PILAS	76
5.4.6.	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO	78
5.5.	PRODUCCION DE PILAS R-6	79
5.5.1.	INSERCIÓN DEL PAPEL SEPARADOR Y BOBBIN EN LA VASIJA DE ZINC	79
5.5.2.	COCIDO DE LAS PILAS	81
5.5.3.	ASFALTADO DE LAS PILAS	82
5.5.4.	SELLADO DE LAS PILAS	83
5.5.5.	ACABADO DE LAS PILAS	84
5.5.6.	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO	87
5.6.	ANALISIS EN EL LABORATORIO	88
5.6.1.	ANALISIS DE PELLETS	88
5.6.2.	ANALISIS DE CLORURO DE ZINC	89
5.6.3.	ANALISIS DE SOLUCIONES ELECTROLITICAS 106, 130 Y 135	92
5.6.4.	ANALISIS DE ZINC ELECTROLITICO	94
5.6.5.	ANALISIS DE DIOXIDO DE MANGANESO NATURAL Y ELECTROLITICO	94
5.6.6.	ANALISIS DE CLORURO DE AMONIO	102
5.6.7.	ANALISIS DE OXIDO DE ZINC	107
5.6.8.	ANALISIS DE HUMO DE ACETILENO	108
5.6.9.	ANALISIS DE ASFALTO	110
5.6.10.	ANALISIS Y TRATAMIENTO DEL AGUA EN PLANTA	112
5.6.11.	ANALISIS DE EFLUENTES LIQUIDOS Y SOLIDOS	114
5.7.	CONTROL DE CALIDAD DE LAS PILAS	115
5.7.1.	INSPECCION Y CONTROL EN EL PROCESO DE LAS PILAS	116
5.7.2.	CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DE LAS PILAS	122
5.8.	DISPOSICION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	124

5.8.1.	DISPOSICION DE PASTA ELECTROLITICA	125
5.8.2.	DISPOSICION DE OTROS RESIDUOS QUIMICOS	126
5.9.	COSTO TOTAL DE LAS PILAS	126
5.10.	ESTUDIO DE MERCADO DE LAS PILAS EN PERU	126
5.11.	PROPUESTAS PARA EL TRATAMIENTO O RECICLADO DE PILAS EN DESHUSO	128
5.11.1.	FORMA CORRECTA DE GESTIONAR LAS PILAS USADAS	129
5.11.2.	QUE HACER CON LAS PILAS	132
5.11.3.	RECICLADO DE LAS PILAS A NIVEL INTERNACIONAL	136
VI.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	138
6.1.	PREPARACION DE 3 BATCH DE PRODUCCION CON MERCURIO REDUCIDO 0.08 %	138
6.1.1.	CONTROL DE AGUA-PROCESO DE OSMOSIS	138
6.1.2.	CONTROL DE DIOXIDO DE MANGANESO NATURAL Y ELECTROLITICO	139
6.1.3.	CONTROL DE CLORURO DE ZINC	140
6.1.4.	CONTROL EN EL HORNO DE FUNDICION	141
6.1.5.	CONTROL EN LA PREPARACION DE SOLUCIONES QUIMICAS	142
6.1.6.	CONTROL EN LA PREPARACION DE MEZCLA ELECTROLITICA	144
6.1.7.	CONTROL EN LA PREPARACION DE PASTA ELECTROLITICA	145
6.1.8.	CONTROL DE VOLTAJE Y AMPERAJE INICIAL	146
6.1.9.	CONTROL DE DESCARGA	147
6.1.10.	CONTROL DE DERRAME DE PILAS R-20	148
VII.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	149
7.1.	PUNTOS DE CONTAMINACION EN LA PRODUCCION DE PILAS SECAS CON MERCURIO AL 0.	149
7.2.	MECANISMOS DE CONTROL CALIDAD EN LA PRODUCCION PILAS SECAS CON MERCURIO.	150
7.3.	ANALISIS DE RESULTADOS EN LA FORMULACION DE LAS PILAS R-20 CON MERCURIO AL 0.	150
7.4.	ANALISIS DE RESULTADOS EN LA PREPARACION DE 03 BATCH PARA PILAS R-20 CON MER	151
VIII.	CONCLUSIONES	155
IX.	RECOMENDACIONES	157
X	BIBLIOGRAFIA	158
XI.	ANEXOS	159

I. INTRODUCCION

El motivo del presente trabajo, es el deseo de contribuir al desarrollo industrial del país y garantizar la preservación del medio ambiente, evitando generar cambios adversos significativos en el equilibrio ecológico de la tierra por las actividades productivas, minimizando el porcentaje de mercurio en las pilas secas.

Para lo cual se aplicará los conocimientos de las operaciones unitarias de la Ingeniería Química, los métodos y los avances tecnológicos para la reducción del mercurio en las pilas secas, sin desmejorar la calidad y duración de las mismas. En el presente estudio se requiere de un especial cuidado y manejo de variables físico-químicas, en el proceso de producción, empleando insumos químicos nacionales e importados de calidad que no peligren la performance de la pila.

Específicamente este estudio Técnico-Práctico, es desarrollado a nivel de prueba para posteriormente ser aplicado en producir pilas secas disminuyendo el porcentaje de mercurio. La documentación con que se cuentan nos dice que una gran parte de las pilas comunes, pilas alcalinas (larga duración) y las micropilas (pilas botón) que se consumen, terminan en las bolsas de basura que más tarde van a parar al relleno sanitario (basura municipal), y otra gran parte de estas, son botados en los campos de cultivo o ríos, especialmente se da en provincias donde no existe un sistema de recojo o tratamiento y por desconocimiento del tema. Al descomponerse la capa protectora que las recubre, se liberan los metales que contienen, fundamentalmente el mercurio, un metal peligroso que se filtra en la tierra, llegan al agua de las capas subterráneas y la contaminan en distinta medida.

Entre las consecuencias que puede ocasionar este elemento figuran daños en el sistema nervioso, fallas renales, trastornos gastrointestinales, pérdida de la vista y oído, y de acuerdo con la dimensión de su ingestión, hasta la muerte.

Es por ello que el presente tema de investigación, se evoca al estudio de la reducción del mercurio en las pilas, ya que es de sumo interés e importancia para la población y el ecosistema mundial y en particular el Peruano, ya que hasta la fecha se produce mensualmente un aproximado de 12'000,000.00 ⁽¹⁾ de pilas solo en los modelos R-20 y R-6, lo que nos da anualmente 140'000,000.00 ⁽²⁾ de pilas, que circundan el mercado nacional, y si sumamos los aproximadamente 40 años de producción de pilas con mercurio nos dan unos 5'600'000'000.00⁽³⁾ de pilas que fueron puestos al mercado nacional y estos nunca fueron tratados.

Actualmente, en países como: España, Alemania, Bélgica, Suecia, Francia, Japón, Estados Unidos y Argentina, se 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. Para las pilas alcalinas no existe una tecnología de reciclaje desarrollado, por lo que no habría otra alternativa que la del almacenamiento indefinido. En cuanto a las micropilas de mercurio, que si es posible reciclar, el problema es económico. Y este punto es un objetivo al cual se pretende llegar con la presente tesis de investigación al reducir el porcentaje de mercurio en la pila.

(1), (2) y (3) Datos estadísticos obtenidos de Panasonic Peruana S.A.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Efectuar el estudio de un método técnico para la reducción de 0.13 % a 0.08 % en composición de mercurio en pilas secas del modelo R-20, mediante el control e inspección de insumos químicos y no químicos.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar los puntos de contaminación de metales pesados, durante el proceso de producción de pilas secas R-20, en la planta industrial Panasonic Peruana S.A.
2. Efectuar mecanismos de control para evitar todo tipo de contaminación en los insumos químicos empleados en la elaboración de las pilas secas.
3. Desarrollar una formulación para las pilas secas R-20, que permitan reducir el porcentaje de mercurio actual existente en las pilas, sin afectar la calidad de la pila, y sin elevar el costo de producción.
4. Realizar pruebas experimentales a nivel piloto con tres batch de producción con un contenido de 0.08 % de mercurio y llevar un control de Voltaje, Amperaje, descarga y almacenamiento, por un año, respecto a la pila normal de 0.13 % en mercurio.

III. RESUMEN

El presente trabajo se basa en los análisis e investigación que se realizó en la planta de producción de pilas secas "PANASONIC PERUANA S.A.", dichos análisis son pruebas a nivel piloto, que son desarrollados para su posterior aplicación en la producción normal. La secuencia empleada en el siguiente trabajo de investigación es de la siguiente forma:

Primeramente emprendemos el desarrollo del fundamento teórico, que compete, el concepto básico de pilas, las distintas variedades de pilas existentes en el mercado, su composición por las cuales los diferencia unas de otras, así como la exclusividad de su uso para determinados artefactos eléctricos, relojes, batería de celulares, calculadoras, etc.

Seguidamente se indica la descripción del proceso de producción de las pilas secas, iniciándose por la recepción e inspección de los insumos químicos y materiales que componen las mismas, culminando con el embalado y almacenaje, para posteriormente ser comercializados. Asimismo se describe, los análisis y métodos desarrollados para la reducción de mercurio en las pilas secas, reduciendo el porcentaje de la misma en la mezcla global.

A su vez se describe, la viabilidad para la producción de las pilas sin mercurio, con un exhaustivo análisis e inspección en todos los insumos que componen la pila, así como su manipulación en proceso. El mercurio, como bicloruro de mercurio, tiene la función de amalgamar las partículas o iones

existentes en el interior de la pila tales como el fierro, cobre, Sodio, y otros, haciendo que se neutralicen y no hagan contacto con la vasija de zinc. Si esto ocurriera indudablemente la pila internamente haría un corto circuito y por ende el voltaje de la pila caería hasta hacerse cero.

El fundamento teórico se desprende de las diversas información recopilados básicamente de la red de internet, estudios, análisis y recomendaciones que desarrolla el autor. Complementándose con la parte práctica que se realizo dentro de planta de producción de pilas secas " PANASONIC PERUANA S.A.".

Se detallan los resultados obtenidos en las pruebas a nivel piloto respecto a la producción normal. Cabe remarcar la importancia de la viabilidad de la reducción del mercurio en las pilas hasta hacerlos cero, ya que atenta contra el medio ambiente cuando estas dejan de ser operativas, e implica una reducción de costo en la producción.

IV. FUNDAMENTO TEORICO

Una pila es un GENERADOR; Es decir un dispositivo que transforma la energía potencial química en energía eléctrica. Hay dos maneras de producir electricidad para aplicarla a usos prácticos: Bien mediante máquinas llamadas dinamos o generadores de corriente eléctrica, cuando se trata de un consumo apreciable para instalaciones fijas; o bien mediante el empleo de baterías de pilas secas o de acumuladores, si se trata de aparatos portátiles o automóviles.

La pila o elemento galvánico transforma la energía química bajo dos formas; una parte de ella se transforma en calor (energía calorífica) y el resto en corriente eléctrica. El mecanismo por el cual ocurre la transformación se denomina oxidación-reducción, esta es la resultante de dos reacciones parciales, en las cuales, un elemento químico es elevado a un estado de valencia superior (oxidación), a la vez que otro elemento químico es reducido a un estado de valencia inferior (reducción). Estos cambios de valencia implican transferencia de electrones del elemento que se oxida al elemento que se reduce.

Para obtener energía eléctrica es necesario conectar los electrodos de la pila, al aparato que se desee hacer funcionar mediante conductores eléctricos externos. 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 reacciones mencionadas. Para conocer a cabalidad el concepto, usos y aplicaciones de las pilas es necesario hacer las siguientes definiciones:

4.1. DEFINICIONES

4.1.1. AMPERE

Es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. Forma parte de las unidades básicas en el Sistema Internacional de Unidades. Equivale a una intensidad de corriente tal que, al circular por dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y separados entre sí, en el vacío, una distancia de un metro, produce una fuerza entre los conductores de 2×10^{-7} newtons por cada metro de conductor. Se representa con como la unidad de medición de la corriente eléctrica (A) 1 Amperio = 1 coulombio / seg. 1 Amperio = 1000 mA.

4.1.2. ANION

Átomo o molécula con carga negativa porque ha ganado electrones.

4.1.3. ANODO

Electrodo positivo donde tiene lugar la oxidación en una celda electroquímica.

4.1.4. CATION

Ion que posee carga positiva, y que durante la electrólisis se dirige al cátodo.

4.1.5. CATODO

Es una celda electroquímica negativa, del que parten los electrones y es donde tiene lugar la reducción.

4.1.6. DESCARGA

Operación por la cual la energía química se convierte en energía eléctrica, cuando una pila es solicitada por un circuito consumidor.

4.1.7. ELECTROLITO

Es una solución acuosa con una alta carga iónica que es capaz de conducir electricidad por migración iónica. Molécula que se separa en un catión y un anión cuando es disuelto en un solvente, generalmente agua.

4.1.8. ION

Átomo o grupo de átomos que a quedado cargado eléctricamente al perder o ganar electrones.

4.1.9. IMPEDANCIA Y RESISTENCIA INTERNA

Oposición de un circuito al paso de una corriente alterna. Se expresa como la relación entre la fuerza electromotriz alterna y la corriente alterna resultante y

se mide en ohmios. Consiste de un elemento de resistencia en el cual la corriente y el voltaje están en fase y un elemento reactivo en el cual la corriente y el voltaje no están en fase.

4.1.10. TENSION NOMINAL

Valor de tensión adoptada para caracterizar un tipo de pila.

4.1.11. PILA SECA

Generador electrolítico de energía eléctrica mediante conversión generalmente irreversible de energía química, cuyo circuito eléctrico se encuentra inmovilizado.

4.1.12. TENSION EN CIRCUITO ABIERTO

Diferencia de potencial entre el polo positivo y el polo negativo de una pila, cuando el circuito externo esta abierto.

4.1.13. TENSION EN CIRCUITO CERRADO

Diferencia de potencial entre el polo positivo y el polo negativo de una pila, cuando este provee una corriente a un circuito externo.

4.1.14. TENSION FINAL DE DESCARGA

Valor convencional de tensión entre polos, en un circuito cerrado bajo lo cual se considera una pila técnicamente descargada.

4.1.15. POLARIZACION

Un fenómeno que reduce la fuerza electromotriz cuando la pila esta en uso.

4.1.16. TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

Un tiempo de almacenamiento bajo condiciones especificadas con el fin de que una pila conserve sus habilidades para suministrar una capacidad específica.

4.1.17. POLO NEGATIVO y POSITIVO

Parte conductiva externa de una pila, a través del cual, durante la descarga circula una corriente del circuito exterior.

4.2. RESEÑA HISTORICA DE LA PILA

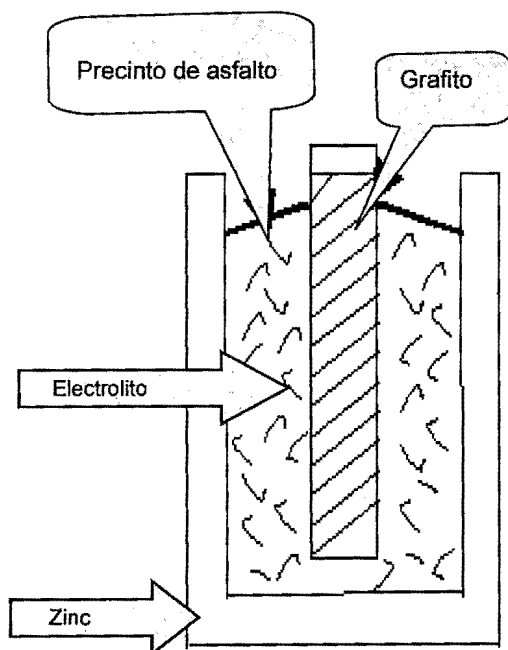
El origen de la Pila Voltaica, data de 1780, cuando Luis Galvani, profesor de anatomía de la Universidad de Bolonia, Italia, al realizar un experimento, que consistía en colgar mediante un gancho de cobre a una rana observó que las ancas de una rana recién muerta se crispaban y pataleaban al tocárselas con dos barras

de metales diferentes, en dicho experimento se observó que el cadáver experimentaba contracciones musculares. Este fenómeno se atribuyó en un principio a la entonces llamada "**energía vital**". Pero las experiencias de Galvani demostraron que este tipo de hechos era una manifestación más de la energía eléctrica; a esta manifestación de la energía eléctrica se le llamó **POTENCIAL DE CONTACTO**. Cuando dos materiales conductores distintos se ponen en contacto, debido a la diferencia de sus potenciales de barrera, se produce entonces una fuerza electromotriz, capaz de generar corriente eléctrica. Este es el fundamento de la pila eléctrica. Pueden construirse pilas con dos materiales cualesquiera, pero las fuerzas electromotrices obtenidas son pequeñas que no son utilizables en la práctica, lo que convierte la fabricación de una pila en un delicado estudio físico-químico.

La explicación del fenómeno la dio poco tiempo después Alejandro Volta, profesor de física de la Universidad de Pavía, Italia, quien descubrió que la causa de tales movimientos crispantes de las ancas de la rana se hallaban en el paso de una corriente eléctrica producida por los dos metales diferentes; investigó como producir electricidad por reacciones químicas y en 1800, después de una amplia experimentación, inventó un dispositivo que se conoce como pila voltaica. Colocó una serie de pequeñas placas de cinc y plata, en pares, una arriba de la otra, separando cada par de placas por una tela humedecida con agua salada; el conjunto produjo una corriente eléctrica y fue este el origen de la primera pila eléctrica. Pronto la perfeccionó reemplazándola por una pila de dos elementos; cobre y cinc, sumergidos en una solución de ácido sulfúrico contenida en un recipiente.

En esta sencilla forma de pila primaria, las placas de zinc y de cobre están separadas por el electrolito. Si se conectan con un alambre, la corriente eléctrica fluye a través del conductor, pero tan pronto como el circuito se interrumpe porque el alambre se desconecta, deja de fluir. Esta pila no dura indefinidamente, ya que el ácido sulfúrico ataca al zinc, y cuando éste se consume, la pila se agota. Para reactivarla, será necesario reponer la placa de zinc y el ácido del electrolito. Debido a las reacciones químicas que tienen lugar dentro de la pila, se desprenden pequeñas burbujas de hidrógeno que se adhieren al electrodo de cobre y forman una capa aislante; cuando esto sucede, la corriente no pasa y se dice que la pila está polarizada. Para eliminar este inconveniente, se agregan ciertas sustancias químicas que se combinan con el hidrógeno y evitan los efectos polarizantes.

Fig. N° 1. Pila Leclanché



En la Fig. N° 1. Consta de un electrodo cilíndrico de grafito (el grafito es una forma natural del carbono), alojado en el interior de una vasija de zinc. El elemento de grafito con el MnO_2 , es el terminal positivo y el del zinc el negativo. Entre los dos va alojado el electrolito, en forma de pasta ⁽⁴⁾.

⁽⁴⁾ Fuente: Instituto Europeo de Nuevas Tecnologías / <http://www.ACUMULADORES.htm>

De acuerdo a la historia se conoce a la pila Leclanché, como la precursora de la pila seca, desarrollada por primera vez en 1888, por Carl Gassner. La primera pila seca constituida por una envoltura de zinc que a la vez actuaba de electrodo negativo y de recipiente, esta pila tenia como electrolito cloruro de amonio empapado de una masa de aserrín, en cuyo centro se disponía una barra de carbón que actuaba de electrodo positivo, y que estaba rodeado del despolarizante, por lo general bióxido de manganeso. Para impedir que la masa se secase, se cerraba el conjunto de la pila con pez, dejando un pequeño agujero para que los gases producidos pudieran salir al exterior. Ni la fuerza electromotriz ni la resistencia interna de una pila permanecen constantes. Cuando la pila sale de la fábrica, su fuerza electromotriz es ligeramente superior a la nominal, y su resistencia interna muy baja.

Debido al uso, o simplemente por el transcurso del tiempo, la pila "*envejece*". El electrolito se polariza y pierde su capacidad de reacción química, originando que la fuerza electromotriz disminuya y la resistencia interna aumente, hasta que la pila es prácticamente inutilizable: se dice que se ha "*agotado*"; lo que ha ocurrido es que ha utilizado toda su energía potencial química, transformándola en energía eléctrica. Una vez agotada no se puede recargar y se debe desechar, aunque se observa una cierta regeneración al cabo de un tiempo de reposo.

4.3. TIPOS DE PILAS

Existen diversos tipos de pilas en el mercado, que son empleados de acuerdo al requerimiento y exclusividad en los equipos, relojes, calculadoras, etc.

Dentro de cada uno de estos grupos, siguiendo la clasificación recogida en la publicación de la Dirección General XI de la Comisión Europea, "Mercado, evolución del progreso técnico e impacto ambiental de las pilas y baterías" según su composición y usos, las pilas se pueden clasificar en:

4.3.1. PRIMARIA

Pila basada en una reacción química irreversible, cuya carga no puede renovarse cuando se agota, excepto reponiendo las sustancias químicas de que está compuesta. En la fabricación de una pila primaria se pueden emplear diversas sustancias químicas, pero el principio que rige su funcionamiento será siempre el mismo. Así en la pila primaria, hay dos metales diferentes, o bien un metal y un líquido, denominado electrolito. Uno de estos elementos llamado el ánodo, o sea el polo negativo, es generalmente de Zinc; el positivo, denominado cátodo, es casi siempre de carbón. Las reacciones químicas que tienen lugar, hacen que el ánodo se disuelva poco a poco en el electrolito, lo cual pone en libertad a electrones que, de encontrar un conductor o sistema que conecte a ambos electrodos, por donde puedan circular, producen una corriente eléctrica.

Este es el tipo más usado de pilas en el mundo. Sus usos típicos son, linternas, juguetes, walkman, etc. Hay tres variantes para este tipo de pila: la pila Leclanché, la pila de cloruro de zinc, y la pila alcalina. Todas entregan un voltaje inicial de 1.58 a 1.70 voltios, el cual declina con el uso hasta un punto de 0.8 V aproximadamente. Entre las pilas primarias tenemos:

4.3.1.1. LA PILA LECLANCHE

Es la más económica entre todas, se convirtió en un éxito instantáneo debido a su constituyentes de bajo presupuesto. El ánodo de este tipo de pila es una vasija de aleación de zinc, con pequeñas cantidades de: plomo y cadmio. Esta pila recibe el nombre de pila seca porque no contiene un líquido como solución electrolítica; para su fabricación se utiliza una pasta húmeda de dióxido de manganeso (MnO_2), cloruro de amonio (NH_4Cl) y cloruro de zinc ($ZnCl_2$), los cuales, disueltos en agua, son electrólitos. Fue patentada en 1886 y es la pila común que utilizamos para hacer funcionar linternas, juguetes, radios, etc. el cátodo a un electrodo inerte de grafito (carbono). El potencial de estas pilas es de aproximadamente 1,5 V. La pila de Leclanché o pila seca, puede contaminar 3000 litros de agua por unidad.

4.3.1.2. PILAS DE ALTA CONCENTRACION DE MgO_2

Este tipo de pila tiene una más larga duración que la pila de Leclanché. También esta pila puede traer confiabilidad satisfactoria sin usar mercurio en la aleación de zinc. La más alta densidad energética (wats por cm^3) de las pilas de zinc-manganeso se puede encontrar en pilas con un electrolito alcalino el cual permite una construcción completamente distinta al resto de su tipo. Esta estuvo disponible comercialmente durante la década de los 50. El cátodo de un dióxido-grafito de manganeso muy puro y un ánodo de una aleación de zinc enriquecida son asociado con un electrolito de hidróxido de potasio y puesto en una lata de acero. Aunque el mercurio contenido en la aleación de zinc solía ser de hasta un 6

a 8 por ciento, actualmente se ha logrado reducir este índice a un impresionante 0.15%, para así poder reducir el impacto ambiental que estas producen.

4.3.1.3. PILAS DE DIOXIDO DE MANGANESO-MAGNESIO

Este sistema funciona bien para aplicaciones especializadas. Se parece mucho a la pila de cloruro de zinc pero tiene 0.3 voltios mas por pila. Las pilas de dióxido de manganeso-magnesio tienen una larga vida, alta densidad energética, son livianas las cuales las hacen ideales para el uso de los radiotransmisores de las radios militares. Una desventaja de este tipo de pila es su funcionamiento en bajas temperaturas.

4.3.1.4. PILAS DE MERCURIO CON OXIDO-ZINC

Este sistema utiliza un electrolito alcalino. Ha sido largamente usada para el uso en pilas "botón" o usadas para relojes etc. Tienen una densidad energética de aproximadamente 4 veces mas que las pilas de zinc-manganeso. Es muy confiable y da casi siempre 1.35 voltios.

4.3.1.5. PILAS DE LITIO

El área de investigación de las pilas que ha atraído mas la investigación en los últimos años ha sido el área de las pilas con un ánodo de litio. Debido a su alta actividad química se deben usar electrolitos no acuosos como por ejemplo sales cristalinas. Se han hecho pilas que no tienen separación alguna entre el ánodo y el

cátodo líquido, algo imposible con pilas de sistema acuoso. Una capa protectora se forma automáticamente en el litio, pero esta se rompe en la descarga permitiendo voltajes cercanos a los 3.6 voltios. Esto permite una gran densidad energética. Sus usos varían desde la aeronáutica, marcapasos a cámaras automáticas.

4.3.1.6. PILAS DE PLATA CON OXIDO-ZINC

Otra pila de tipo alcalina. Esta pila exhibe un cátodo de óxido de plata y un ánodo de polvo de zinc. Debido a que puede relativamente soportar altas cargas y tiene una casi constante, 1.5 voltios de producción, este tipo de pila también es usado frecuentemente en relojes. También podemos encontrarla en algunos torpedos de uso militar, debido a su gran fiabilidad y capacidad.

4.3.1.7. PILAS DE SULFURO LITIO - HIERRO

Estas pilas en porte miniatura ofrecen grandes capacidades y bajo costo. En operaciones que requieren de 1.5 a 1.8 voltios, estas pueden ser un sustituto a algunos tipos de pilas alcalinas.

4.3.1.8. PILAS DE DIOXIDO DE LITIO - THIONYL (LITHIUM-THIONYL)

Este tipo de pila provee la más alta densidad energética disponible comercialmente. El cloruro de thionyl no sirve solo como un solvente del electrolito sino que también como material del cátodo. Su funcionamiento es impresionante, ya sea a temperatura ambiente o hasta $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$, por muy debajo del punto donde

sistemas líquidos dejan de funcionar. Su uso va de equipos militares, vehículos aeroespaciales hasta los famosos beepers.

4.3.1.9. PILAS DE DIOXIDO DE LITIO - MANGANESO

Estas poco a poco van ganando aceptación. Tienen un voltaje de 2.8 voltios, una alta densidad energética y un costo bajo dentro de las pilas de litio.

4.3.1.10. PILAS DE MONOFLUORURO DE LITIO - CARBONO

Estas han sido una de las pilas de litios mas comercialmente exitosas, de larga vida, alta densidad energética, buena adaptación a temperaturas y con un voltaje de 3.2 voltios. Sin embargo, el costo del monofluoruro de carbono es alto.

4.3.1.11. PILAS DE ZINC - AIRE

El diseño y principio de estas pilas es relativamente simple, pero su construcción no lo es, ya que el electrodo de aire debe ser extremadamente delgado. con un contenido de mercurio próximo al 1% de su peso. Su curva energética es constante pero tiene el inconveniente de que, una vez retirado el sello de la superficie comienza a emitir energía hasta agotarse; aunque el equipo al que se ha incorporado esté apagado. Puede contaminar 12.000 litros de agua por unidad.

4.3.1.12. PILAS DE DIOXIDO DE LITIO - SULFURO

Este tipo de pila ha sido extensivamente usado en los sistemas de energía de emergencia de muchos aviones entre otros usos. El cátodo consiste en un gas bajo presión con otro químico como electrodo salino; muy parecido al funcionamiento del sistema anterior. Este sistema funciona increíblemente bien, pero se ha encontrado que a veces luego de su uso en frío libera gases tóxicos tales como sulfuro.

4.3.1.13. PILAS DE AIRE - DEPOLARIZADO

Una manera muy práctica de obtener alta densidad energética es usar el oxígeno en el aire como "líquido" del material del cátodo. Si es juntado con un ánodo tal como el zinc, larga vida a bajo costo, puede ser obtenidos. La pila, debe ser construida de manera que el oxígeno no entre en contacto con el ánodo, el cual atacaría.

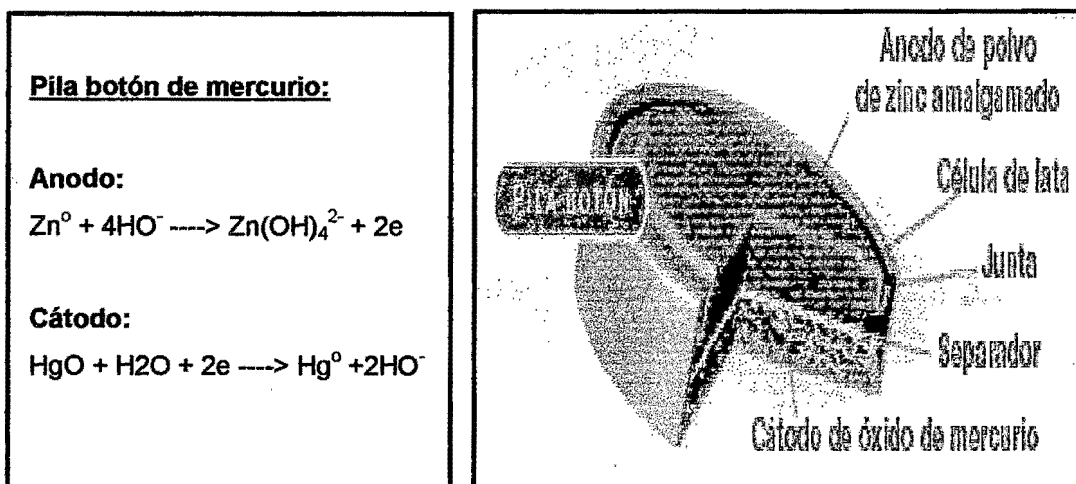
4.3.1.14. PILAS DE ALUMINIO – AIRE

Estas no han tenido una gran aceptación comercial, pero su pequeñísimo peso y su gran densidad energética potencial han hecho que grandes estudios se hayan llevado a cabo en esta área, tales como prolongar la vida de esta pila entre otros. Si estos problemas son resueltos podríamos ver grandes aplicaciones para este tipo de pilas en el futuro, incluidos su uso en autos eléctricos o incluso camiones.

4.3.1.15. PILAS DE OXIDO MERCURICO

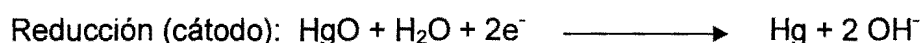
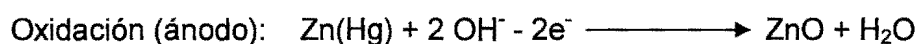
Son las más tóxicas, contienen un 30 % aproximadamente de mercurio. Deben manipularse con precaución en los hogares, dado que su ingestión accidental, lo que es factible por su forma y tamaño puede resultar letal. Se utilizan para aparatos complejos y de elevado consumo energético. Su principio activo es un compuesto alcalino (Hidróxido Potasio). Su duración es 6 veces mayor que las Zinc/Carbono. Esta compuesta por Dióxido de Manganeso, Hidróxido de Potasio, pasta de Zinc amalgamada con Mercurio (total 1%), Carbón o Grafito. Una micropila de mercurio puede llegar a contaminar 600 000 litros de agua. Gracias a su pequeño tamaño, las pilas de mercurio son muy utilizadas en aparatos electrónicos. Es mucho más costosa que la pila de Leclanché y tiene un uso más restringido.

Fig. N° 2 Pilas Botón de Oxido de Mercurio ⁽⁵⁾



⁽⁵⁾ Fuente: Sistema de Información Ambiental - Buenos Aires - Argentina

Se utiliza mucho en medicina, para los equipos de audición, marcapasos y también en relojería. El ánodo de esta pila es de zinc amalgamado con mercurio y el cátodo, de acero, en contacto con una mezcla de óxido de zinc y óxido de mercurio y un electrolito de hidróxido de potasio (por lo cual su pH es muy alto). Todas estas sustancias se encuentran dentro de una funda de acero inoxidable. El voltaje de estas pilas es de aprox. 1,35 V. Las reacciones más importantes que tienen lugar son:



4.3.2. PILAS SECUNDARIA

Pila basada en una reacción química reversible, y por tanto es recargable. Se puede regenerar sus elementos activos pasando una corriente eléctrica en sentido contrario al de descarga. Posee ciclos de vida múltiple. Este tipo de pilas son llamadas pilas de almacenamiento, entre este tipo de pila tenemos:

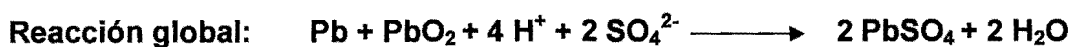
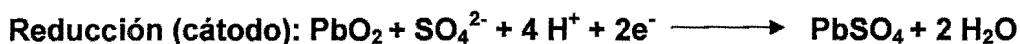
4.3.2.1. PILAS DE ACIDO - PLOMO

Este tipo de pila ha sido la pila recargable mas ampliamente usada en el mundo. La mayoría de este tipo de pilas son construidas de planchas de plomo o celdas, donde una de estas, el electrodo positivo, esta cubierto con dióxido de

plomo en una forma cristalina entre otros aditivos. El electrolito está compuesto de ácido sulfúrico, y este participa en las reacciones con los electrodos donde sulfato de plomo es formado y lleva corriente en forma de iones. Estudios demuestran que la pila de plomo-ácido tiene una densidad energética de aproximadamente 20 veces mayor que la de las pilas de níquel-cadmio o níquel-hierro.

Esta pila ha sido exitosa por que tiene un gran rango de entregar gran o poca corriente; una buena vida de ciclo con una gran fiabilidad para cientos de ciclos, facilidad de recargar, su bajo costo en comparación al resto de las recargables, alto voltaje (2.04 voltios por celda), facilidad de fabricación y la facilidad de reciclar sus componentes. Cada celda está formada por un ánodo de plomo y un cátodo de óxido plúmbico (PbO₂).

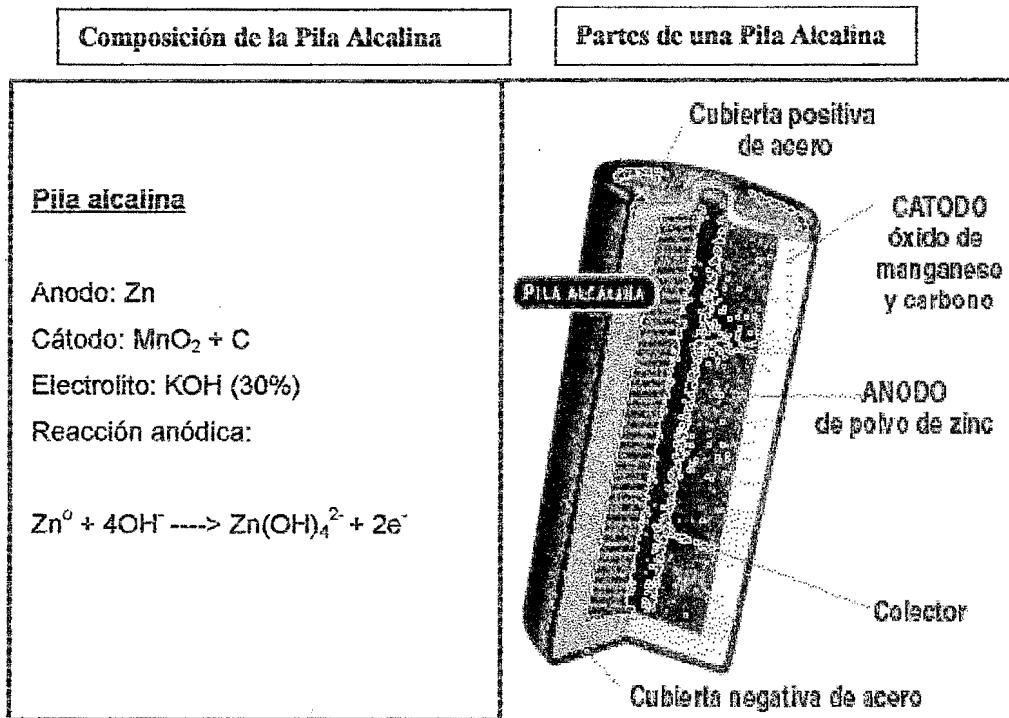
La solución electrolítica es ácido sulfúrico al 38% (masa-masa). El óxido de plomo se fija en unos marcos de plomo metálico. Si se le añade una pequeña cantidad de calcio a estos marcos de plomo, la eficiencia del acumulador es mayor. Son acumuladores de plomo-calcio. Las reacciones cuando se descarga la batería son:



4.3.2.2. PILAS ALCALINAS DE MANGANESO

En las pilas de almacenamiento de este tipo la energía es derivada de la reacción química en una solución alcalina. Se utilizan para aparatos complejos y de elevado consumo energético. Son mas recientes que las anteriores. Su principio activo es un compuesto alcalino (Hidróxido Potasio). Duran 6 veces mayor que las Zn/C. Esta compuesta por Dióxido de Manganeso, Hidróxido de Potasio, pasta de Zinc amalgamada con Mercurio (total 1%), Carbón o Grafito. Una sola pila alcalina puede contaminar 175 000 litros de agua (mas de lo que puede consumir un hombre en toda su vida).

Fig. N° 3 Pila Alcalina⁽⁶⁾

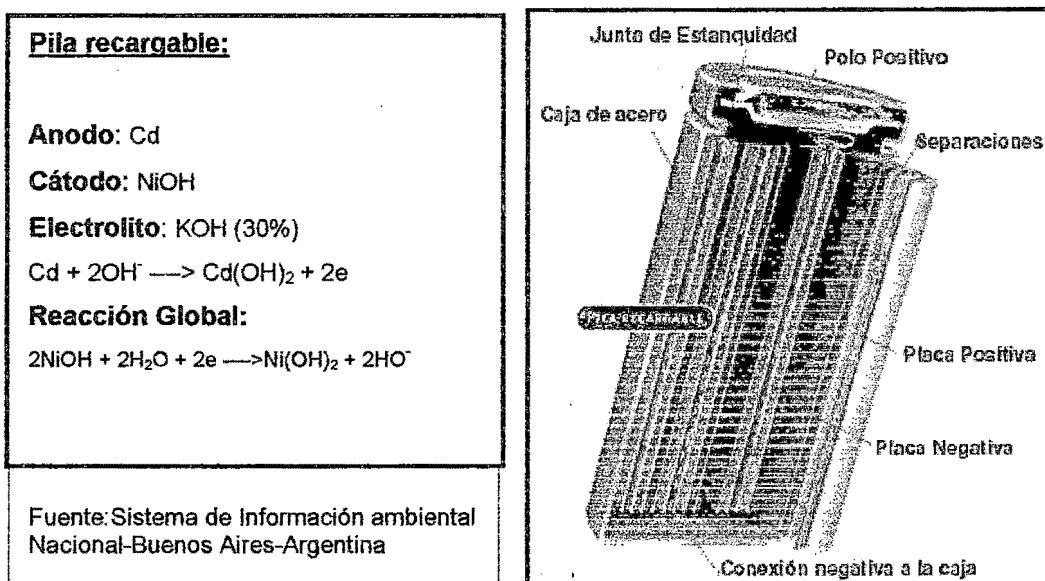


⁽⁶⁾ Fuente: Sistema de Información Ambiental-Buenos Aires-Argentina

4.3.2.3. PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL – CADMIO+

Estas son las pilas portátiles más comunes que existen. Tienen la característica de poder dar corrientes excepcionalmente altas, pueden ser rápidamente cargadas cientos de veces, son tolerantes a sobrecarga. Sin embargo, comparadas con otros tipos de pila primarias de su tipo, estas pilas son pesadas y tienen una limitada densidad energética. Estas pilas funcionan mejor si es que son dejadas a descargarse completamente antes de cargarse nuevamente, sino puede producirse un fenómeno conocido como el efecto de la memoria donde las celdas se comportan como si estas tuvieran menos capacidad para la cual fueron hechas. Su uso es variado, en los sistemas de partida para los motores de un avión hasta en el walkman que uno esta usando. Este tipo de pila se comporta bien bajo temperaturas frías.

Fig. N° 4. Pilas Niquel-Cadmio⁽⁷⁾



⁽⁷⁾ Fuente: Sistema de Información Ambiental-Buenos Aires-Argentina

4.3.2.4. PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL - ZINC

Están bajo investigación y si su vida puede ser alargada podrían ser un viable sustituto para las pilas de níquel-cadmio.

4.3.2.5. PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL-HIERRO

Este tipo de pilas puede proveer miles de ciclos, pero no al recargar necesitan mucha energía y al funcionar se calientan mas de lo deseado.

4.3.2.6. PILAS DE HIDROXIDO DE NIQUEL – HIDRÓGENO

Estas pilas fueron desarrolladas principalmente para el programa espacial de los EE.UU. Los estudios demuestran que aleaciones de níquel pueden reversiblemente disolver o soltar hidrógeno proporcionalmente a cambios en la presión y temperatura. Este hidrogeno serviría como un material de ánodo.

4.3.2.7. PILAS ALCALINAS RECARGABLES DE DIOXIDO DE ZINC MANGANESO

Este tipo de pilas fueron diseñadas para actuar como sustitutos en sistemas donde se requieran cantidades moderadas de energía. Su gran densidad energética y su bajo costo incitan a mas estudios. Una sola pila alcalina puede contaminar 175 000 litros de agua.

4.3.2.8. PILAS DE OXIDO DE PLATA-ZINC

Aunque son caras, estas pilas son usadas cuando la densidad energética, el tamaño, y el peso son fundamentales. Después de años de que su uso fue restringido a minas y torpedos su uso se ha ido diversificando hasta llegar a la exploración submarina y sistemas de comunicaciones. tienen un contenido de mercurio de cerca del 1% de su peso. Debido a que el material positivo de estas pilas es óxido de plata, su precio es muy elevado y así su consumo se reduce a aparatos muy especializados. Puede contaminar 14 000 litros de agua por unidad.

4.3.2.9. PILAS SECUNDARIAS DE LITIO

Este tipo de pila muestra una gran promesa a futuro ya que su energía teóricamente va de 600 a 2,000 wats-hora / kg. Algunos elementos con los cuales se investiga son: bisulfito de litio-titanio, dióxido de Li-Mg y bisulfito de litio-molibdeno.

4.3.2.10. PILAS SECUNDARIAS DE SODIO-SULFURO

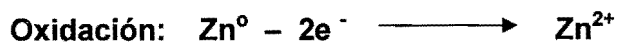
Mucha experimentación se ha llevado a cabo con este tipo de pila que funciona al rededor de los 350 °C. Aun se deben resolver bastantes problemas relativo a su estabilidad. Especialmente cuando se toma en cuenta que necesita ser enfriada y calentada entre usos. Pero su economía y la entrega de 2.3 V. hacen que este sistema sea extremadamente atractivo, especialmente en el área de los automóviles eléctricos.

4.4. REACCIONES QUIMICAS DE LAS PILAS

Las pilas son dispositivos dipolo, es decir, tienen dos terminales. Como todo dipolo, pueden conectarse en serie, en paralelo o en agrupaciones mixtas. Hay que tener en cuenta que la pila es un generador real y, como tal, es equivalente a un generador ideal en serie con su resistencia interna.

4.4.1. ANODO DE LA PILA

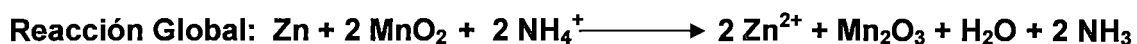
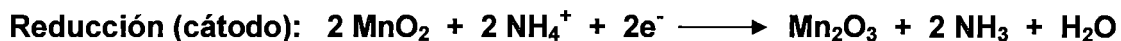
Es el electrodo en donde se produce la oxidación, cuando la pila funciona como fuente de energía. En este caso el ánodo de la pila vendría a ser la vasija de zinc metálico, que pierde electrones, pasando a zinc catión. La reacción que ocurre es:



4.4.2. CATODO DE LA PILA

Es el electrodo donde se produce la reducción cuando la pila funciona como fuente de energía. El bobbin formado por una mezcla que compone básicamente el Dióxido de Manganeso, la barra de carbón, y soluciones líquidas de una mezcla de agua, cloruro de amonio y cloruro de zinc. El manganeso, este metal que tiene un estado de oxidación de +4 (es decir un catión de MnO^{4+}), quedando cubierto, con dos átomos de oxígeno (estado de oxidación -2). Cuando el manganeso sufre la reacción de reducción pasa a un estado de oxidación de $+3$, cubriéndose con un

oxígeno y un grupo OH. La reacción electroquímica que se produce y que recoge los electrones, de Mn^{+4} a Mn^{+3} , es una reducción. La reacción producida es:



4.4.3. ASOCIACION DE PILAS EN SERIE

Las pilas pueden conectarse en serie cualesquiera que sean las fuerzas electromotrices y la máxima corriente que cada una de ellas pueda suministrar. Evidentemente, al conectarlas en serie, las fuerzas electromotrices se suman, así como sus resistencias internas.

EJEMPLO 1:

Una pila de 1,5 V. con una R_i de 2 Ω

Otra pila de 3,0 V. con una R_i de 3,5 Ω

Otra pila de 9 V. con una R_i de 7 Ω

Al conectarlas en serie, se puede considerar que el conjunto es equivalente a una sola pila de f.e.m. = 1,5 + 3 + 9 = 13,5 V.

Con una resistencia interna $R_i = 2 + 3,5 + 7 = 12,5 \Omega$

Observaremos la pila equivalente al conjunto de las tres nos ha resultado con una f.e.m. mayor, y con una resistencia interna mayor.

EJEMPLO 2:

Supóngase que la primera de 1,5 V. es capaz de darnos 0,4 A.

La segunda de 3 V. es capaz de darnos 0,2 A.

La tercera de 9 V. es capaz de darnos 0,1 A. La asociación en serie sólo podrá suministrar 0,1 A. Es decir, la corriente de la pila que menos puede suministrar.

4.4.4. PILAS EN PARALELO

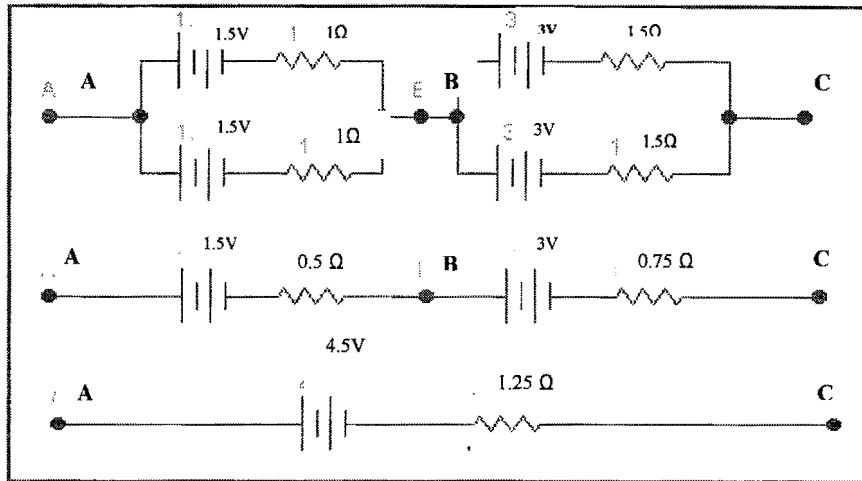
Al conectar pilas en paralelo debe tenerse en cuenta que sean todas de la misma f.e.m., ya que, en caso contrario, fluiría corriente de la de más f.e.m. a la de menos, disipándose potencia en forma de calor en las resistencias internas, agotándolas rápidamente. Si todas ellas son del mismo voltaje el conjunto equivale a una sola pila de la misma tensión, pero con menor resistencia interna. Además, la corriente total que puede suministrar el conjunto es la suma de las corrientes de cada una de ellas, por corriente en un nudo. La asociación en paralelo por tanto, podrá dar más corriente que una sola pila, o, dando la misma corriente, tardará más en descargarse.

4.4.4. PILAS MIXTAS

Algunas veces interesará conectar paralelos de series o series de paralelos.

Se explicará con los ejemplos:

Fig. N° 5 Conexión de pilas en paralelo / serie ⁽⁸⁾



En primer lugar, en la RAMA 1 tenemos en paralelo dos pilas de 1.5 V. (con $R_i = 1\Omega$), conectadas en serie con otras dos pilas en paralelo de 3 V. (con $R_i = 1.5\Omega$). Las dos pilas en paralelo de 1.5 V equivalen a una sola pila también de 1.5 voltios, pero con una resistencia interna que será el paralelo de las dos R_i de cada una de ellas de 1Ω que equivalen a 0.5Ω . (Ver RAMA 2). La dos pilas en paralelo de 3 V equivalen a una sola pila también de 3 voltios, pero con una resistencia interna que será el paralelo de las dos R_i de cada una de ellas de 1.5Ω que equivalen a 0.75Ω . Viendo ahora la RAMA 2, observamos dos pilas en serie una de 1.5 V. ($R_i = 0.5\Omega$) y otra de 3 V. ($R_i = 0.75\Omega$). Esta dos pilas son equivalentes a una sola pila de valor $1.5 + 3 = 4.5$ V y una $R_i = 0.5 + 0.75 = 1.25\Omega$. Y se tiene la RAMA3, la cual es equivalente al montaje original que era la Rama1.

⁽⁸⁾ Fuente: IFEnt[®] Instituto de Formación Europeo de Nuevas Tecnologías / Avda. Barón de Cárcer, 37-Valencia-Spain.

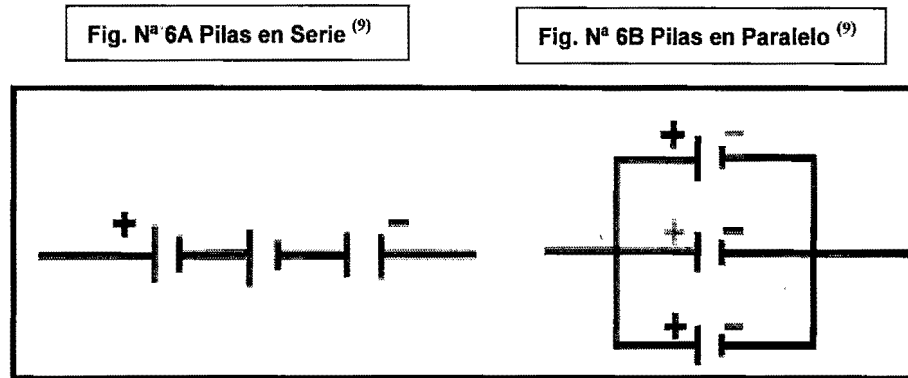
4.4.6. RESISTENCIA INTERNA DE CELDAS

Existen diversos tipos de celdas como, por ejemplo, las pilas secas, que pueden obtenerse de tamaños diferentes. Las fuerzas electromotrices de estas celdas serán idénticas en tanto estas últimas sean fabricadas con el mismo material exactamente y con concentraciones de electrolitos iguales. La fuerza de la corriente que se obtiene de una celda no sólo depende de su fuerza electromotriz, sino también de la resistencia interna propia. Con el fin de obtener una corriente grande, la resistencia interna debe de ser baja. En el caso de un acumulador, esto significa que las placas de plomo deben de tener una gran área y deben estar espaciadas a muy corta distancia. Asimismo, la concentración del electrolito debe ser tal que su resistencia sea la más baja posible. De acuerdo con su tamaño y construcción, la resistencia interna de una pila seca varía de 0.5 a 1.0 ohm, y la f.e.m. es aproximadamente de 1.5 V. Por lo tanto, si las terminales de una pila seca son cortocircuitadas con un pedazo grueso de alambre de cobre cuya resistencia sea despreciable, la máxima corriente que se obtiene sería de 3 a 0.5 A. Ocho pilas secas en serie tendrán la misma f.e.m. que la batería de 12 V de un coche, pero serían inoperativas para arrancar la marcha en virtud de su alta resistencia interna.

4.4.6.1. ARREGLOS DE CELDAS

Se denomina batería a un grupo de celdas conectadas entre sí. Normalmente las celdas se conectan en serie, ó sea que el polo positivo de una es conectado al extremo negativo de la próxima celda (Ver Fig. N° 6A). Sin embargo,

pueden ser conectadas en paralelo, es decir, todos los extremos positivos conectados entre sí, lo mismo que los extremos negativos (Ver Fig. N° 6B).



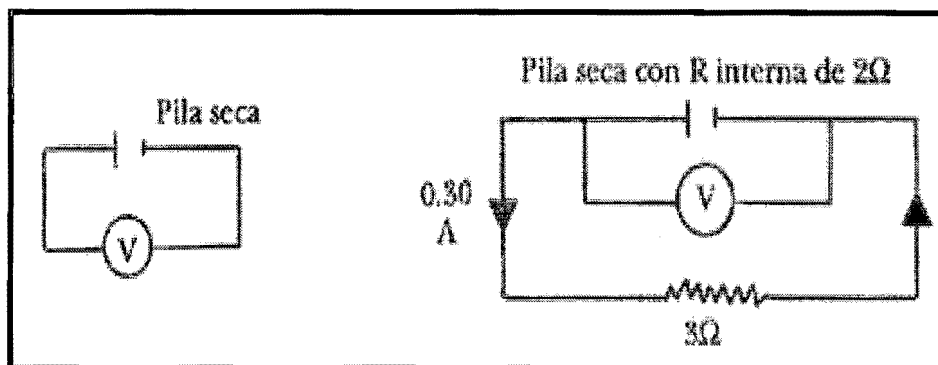
Cuando se requiere de la corriente máxima de un número dado de celdas, el arreglo empleado dependerá de la resistencia del circuito externo. Se usa una conexión en serie cuando la resistencia del circuito es alta, comparada con la de las celdas, y se emplea una en paralelo cuando la resistencia es baja. Cuando las celdas están conectadas en serie, la f.e.m. total de la batería es igual a la suma de las fems por separado y la resistencia interna es igual a la suma de las resistencias internas de las celdas por separado. Cuando celdas de igual f.e.m y resistencia son conectadas en paralelo, la fem que resulta es la misma que la de una sola celda y la resistencia interna de la batería se calcularía de acuerdo con la fórmula de los resistores en paralelo. Una ventaja que se obtiene al conectar celdas en paralelo es que existe un drenaje menor de corriente en las celdas, ya que éstas comparten la corriente total, mientras que en las conexiones en serie la misma corriente principal es proporcionada por cada una de las celdas. Las celdas nunca se deben dejar conectadas en paralelo cuando no están en uso, ya que si la f.e.m. de una es ligeramente mayor que la de la otra, comenzará a circular corriente en la batería

misma y las celdas se agotarán rápidamente. Esto no sucede cuando se conectan en serie. "PÉRDIDA O CAÍDA DE VOLTAJE" cuando una celda produce corriente en un circuito.

Por razones prácticas, la f.e.m. de una celda puede medirse con un valor muy aproximado si tomamos la lectura de un voltímetro de alta resistencia conectado directamente a través de las terminales de la celda cuando ésta no se encuentre conectada a ningún circuito. Supongamos que un voltímetro conectado a las terminales de una pila seca, con una resistencia interna de $2\ \Omega$, da una lectura de $1.5\ \text{V}$: Esta es la f.e.m. de la pila (Figura N° 7A).

Fig. N° 7A f.e.m de una pila ⁽⁹⁾

Fig. N° 7B Ri de una Pila



En la Fig. 7A, El voltímetro de alta resistencia mide una f.e.m. de $1.5\ \text{V}$ (se desprecia el flujo de corriente). En la Fig. 7B, el voltímetro mide sólo $0.90\ \text{V}$. Una pérdida de voltaje de $0.60\ \text{V}$ impulsa la corriente a través de la resistencia interna.

⁽⁹⁾ Fuente: IFEnt® Instituto de Formación Europeo de Nuevas Tecnologías

Cuando un resistor de 3Ω se conecta a las terminales de la celda y una corriente fluye a través de él, se observa que la lectura del voltímetro ha caído a 0.90 V (Fig. N° 7B). La celda parece haber "perdido" 0.6 V ($1.5 - 0.9 = 0.6\text{ V}$). Esto puede explicarse como sigue: la corriente que circula por el circuito está dada por:

$$I = \frac{\text{F.e.m.}}{\text{Resistencia Total}} = \frac{E}{R + B}$$

Donde:

E = f.e.m.

R = resistencia del circuito externo

B = resistencia interna de la celda.

$$I = \frac{1.5}{3 + 2} = 0.30\text{ A}$$

La diferencia de potencial (dp) requerida para impulsar esta corriente a través de la resistencia externa de 3Ω es:

$$V = IR \dots\dots\dots V = 0.30 \times 3.0$$

$$V = 0.90\text{ V}, \text{ (que es el valor de la lectura del voltímetro)}.$$

El voltímetro está conectado a las terminales de la celda, pero en cambio si estuviera conectado a través de los extremos de la resistencia de 3Ω , no habría diferencia alguna en la lectura. Esto se debe a que los alambres que conectan la celda a la resistencia tienen una resistencia despreciable y por consiguiente su dp

también es despreciable; por lo tanto, la dp en las terminales de la celda es igual a la dp en el resistor. La dp requerida para impulsar la corriente a través de la misma celda es : La corriente multiplicada por $= 0.30 \times 2.0 = 0.60 \text{ V}$, la resistencia interna valor igual al "voltaje perdido" o sea la "caída de potencial" de la celda. El voltímetro dará un valor muy aproximado de la f.e.m. de la celda. Esto se debe a que incluso un voltímetro de muy alta resistencia drena algo de corriente y por esta razón una pequeña parte de la f.e.m. de la celda se "perderá" en impulsar dicha corriente a través del equipo de medición. Sin embargo, si la resistencia del voltímetro es muy alta, comparada con la resistencia de la celda, la corriente drenada será muy pequeña y en consecuencia la "caída de potencial" en este caso será numéricamente despreciable.

4.5. NORMAS Y DEFINICIONES DE PILAS

Las pilas y baterías constituyen un residuo peligroso de características complejas, por varios aspectos:

- A. La innumerable variedad de pilas, químicamente posibles multiplica enormemente la cantidad de contaminantes a los que el ambiente puede potencialmente exponerse.

- B. La multiplicidad de características e importancia toxicológicas que se derivan de la complejidad, y al innumerable variedad y usos, usuarios, diseños, tamaños y formatos.

4.5.1. LEY DE RESIDUOS PARA LAS PILAS

La Ley de Residuos, en su artículo 3, define los "Residuos" como; "cualquier sustancia o residuo perteneciente a alguna de las categorías que figuran en esta ley. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias ". En dicho Catálogo se incluyen, en la categoría (160600), Pilas y Acumuladores: (01) Baterías de plomo; (02) Baterías de Ni-Cd; (03) Pilas secas de mercurio; (04) Pilas alcalinas; (05) Otras pilas y acumuladores; (06) Electrolito de pilas y acumuladores, y en la categoría (200000) Residuos Municipales y Asimilables procedentes del comercio, industria e instituciones: (20) Pilas y acumuladores. La Ley de Residuos, en su artículo 3, distingue entre dos categorías de "residuos":

(I) Residuos urbanos o municipales: " los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición pueden asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades".

(II) Residuos peligrosos: "aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que puede aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte".

En la lista de residuos peligrosos del Decreto 952/1997 (que publica la lista aprobada por la Decisión 94/904/CE, del Consejo, de 22 de diciembre) se incluyen dentro de la categoría (160600) Pilas y acumuladores; (01) baterías de plomo, (02) baterías de Ni-Cd; (03) Pilas secas de mercurio y (06) Electrolito de pilas y acumuladores. En la tabla N° 1, se detallan los tipos de pilas afectados por el D.91/157/CEE.

Tabla N° 1 Tipo de Pilas Afectados por D.91/157/CEE ⁽¹⁰⁾

PILAS O BATERIA	Tipo Primario o Secundario	Afectadas por D.91/157/CEE
PORTATILES		
Pilas estándar de Zinc-Carbón	Primarias	No
Pilas estándar alcalinas de manganeso	Primarias	No
Pilas botón de Mercurio	Primarias	Si
Pilas botón de Zinc-Aire	Primarias	No
Pilas botón de óxido de plata	Primarias	No
Pilas botón alcalinas de manganeso	Primarias	No
Pilas cilíndricas de litio y dióxido de manganeso	Primarias	No
Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd)	Secundaria	Si
Baterías de níquel metal hidruro (NiMH)	Secundaria	No
Baterías herméticas de plomo	Secundaria	Si
GRAN TAMAÑO		
Baterías de Plomo-ácido ZIL (arranque iluminación)	Secundaria	Si
Baterías Plomo-ácido de tracción	Secundaria	Si
Baterías Plomo-ácido (auxiliares de reserva)	Secundaria	Si
Baterías de Níquel-Cadmio	Secundaria	Si
Baterías de Zinc-Aire	Primaria	No
Plata- Zinc	Secundaria	No

4.5.2. NORMAS QUE RIGEN PARA LAS PILAS

Las pilas o baterías usadas son residuos peligrosos encuadrables dentro del marco de la Ley Nacional Español, de Residuos Peligrosos, N° 24.051, ya que

contienen elementos químicos en numerados en el Anexo I y poseen, además características de peligrosidad descritas en el Anexo II.

El **art. 2º** de dicha Ley define aquellos residuos considerados peligrosos:

“Será considerado peligroso, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. En particular serán considerados peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características en el Anexo II de esta ley...” ⁽¹⁰⁾

El **Anexo I** enumera los constituyentes y un listado de residuos peligrosos que componen las pilas secas - insumos Nacionales.

El **Anexo II** describe un listado de residuos peligrosos que componen las pilas secas - insumos importados las características de peligrosidad según las clases de las Naciones Unidas.

Entre las normas peruanas que rigen para las pilas son:

A. NORMA PERUANA DE PILAS – INDECOPI

Donde tiene por objeto establecer los requisitos y los ensayos que deben someterse las pilas secas. (Ver Anexo 1 y 2).

B. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERU (1993)

TITULO III: DEL REGIMEN ECONOMICO

CAPITULO II: DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES

Artículo 66.- Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación. El estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se

fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.

Artículo 67.- El estado determina la política nacional del ambiente, promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

C. CODIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (DL N° 613)

CAPÍTULO IV: DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

Artículo 14º.- "Es prohibida la descarga de sustancias contaminantes que provoquen degradación de los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente, sin adoptarse las precauciones para la depuración. La autoridad competente se encargará de aplicar las medidas de control y muestreo para velar por el cumplimiento de esta disposición".

Artículo 15º.- "Queda prohibido verter o emitir residuos sólidos, líquidos o gaseosos u otras formas de materia, o de energía que alteren las aguas en proporción capaz de hacer peligrosa su utilización. La autoridad competente efectuará muestreos de las aguas para velar por el cumplimiento de esta norma".

CAPÍTULO VI: DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

⁽¹⁰⁾Fuente: <http://WWW.asimelec.es/htmventa/Ecopilas/Definic.htm>

Artículo 28º.- Las empresas públicas o privadas y en general toda persona que por el desarrollo de sus actividades causen o puedan causar deterioro al medio ambiente, está obligados a incorporar adelantos científicos y tecnológicos para reducir y eliminar el efecto contaminante o desestabilizador del mismo.

CAPÍTULO XIX: DEL AGUA Y ALCANTARILLADO

Artículo 112º.- Cuando las aguas residuales no puedan llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos y la flora o fauna.

D. LEY ORGÁNICA DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES LEY N° 26821 (26/06/97)

Tiene como objeto el asegurar la continuidad de los procesos evolutivos. Evitar la extinción de flora y fauna silvestre. Evitar la pérdida de diversidad genética. Mantener y manejar las condiciones. Funcionales de la cuenca hidrogeográficas. Restaurar ecosistemas.

E. CODIGO PENAL TITULO XIII: DELITOS CONTRA LA ECOLOGIA - LOS RECURSOS NATURALES Y EL MEDIO AMBIENTE

CAPITULO UNICO

Artículo 304°.- El que infringiendo las normas sobre la protección del medio ambiente, o contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos, será reprimidas con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días multa.

Artículo 307°.- El que deposita, comercializa o vierte desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados o sin cumplir las normas sanitarias y de protección del medio ambiente, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de dos años.

F. LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (LEY 27314)

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES PARA EL MANEJO

Artículo 14°.- Establece que los residuos sólidos deben ser manejados mediante, la Minimización de residuos. Reaprovechamiento. Almacenamiento. Recolección. Comercialización. Transporte. Tratamiento. Transferencia. Disposición final (Ver Anexo 1).

CAPÍTULO II: DISPOSICIONES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS

Artículo 22° inc. 2.- Se considerará residuo sólido peligroso aquel que presente por lo menos una de las siguientes características: auto - combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radioactividad o patogenicidad.

Artículo 24°.- Los envases de sustancias peligrosas, los productos usados o vencidos son considerados residuos peligrosos y deben manejarse y/o tratarse.

G. REGLAMENTO DE PROTECCION AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA MANUFATURERA: Decreto Supremo N° 019-97 ITINCI (Pub. 01/10/97).

Ley N° 23407, Ley General de Industrias, Art. 103. Código del medio ambiente y de los recursos naturales. D.L. N° 613 del 08/09/90. Ley marco para el crecimiento de la inversión privada. D.L. N° 757 del 13/11/91. Ley 26410 y D.S. 048-97 PCM, ley y reglamento del CONAM.

H. REGULACION DE LA LEY MARCO PARA EL CRECIMIENTO DE LA INVERSIÓN PRIVADA (DECRETO LEGISLATIVO N°757 - 13/11/91)

El que contamina paga, el que produce algún desecho tóxico debe encargarse de instalar plantas de reciclajes

I. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE (CONAM)

CONAM es el organismo encargado de la coordinación de las políticas y la gestión ambiental del Estado. CONAM no tiene una función fiscalizadora, pero si

debe coordinar iniciativas orientadas a complementar, perfeccionar y crear condiciones para una adecuada gestión ambiental. Por lo tanto, tiene un rol importante en este sentido. Algunos de los constituyentes peligrosos de las pilas y baterías usadas son: mercurio (Y29), componente de pilas alcalinas o pilas botón de algunos instrumentos; cadmio (Y26), uno de los elementos de baterías de teléfonos celulares; o plomo (Y31), metal que forma las placas de las baterías de automóvil.

J. ESTÁNDAR NACIONAL AMERICANO PARA PILAS SECAS

De acuerdo al Estándar Nacional Americano para Pilas Secas, indica que puede mantener combinaciones para el voltaje nominal de la pila de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla N° 2 RELACION DE VOLTAJE vs MERCURIO EN UNA PILA ⁽¹¹⁾

Voltaje Ledante		Mercurio		MnO ₂ %	ZnO%	NiCd %	Cadmio%
Min (V)	Max (V)	Min%	Max%				
15	15	14	84	15	15	12	84
3	225	28	98	3	3	24	96
45	30	42	112	45	45	36	108
6	33	56	126	6	6	48	12
75	45	7	-	75	75	6	24
9	67.5	-	-	9	9	7.2	288
12	90	-	-	105	-	-	-

⁽¹¹⁾ Fuente: AMERICAN NATIONAL STANDARD C18.1-1972 (Specification for dry cells and batteries)

4.5.3. TOXICIDAD DE LAS PILAS

La toxicidad de las pilas y baterías es diferente, de acuerdo con el tipo de pila considerada: no todos sus componentes poseen el mismo grado de toxicidad en cuanto a sus efectos sobre el ambiente. En este aspecto, las que poseen mercurio, cadmio o plomo son las que presentan un riesgo mayor.

A. NIQUEL-CADMIO

Forman parte de las pilas recargables, estas son las mas perjudiciales para el medio ambiente debido a la toxicidad del cadmio. Cuando se incineran producen vapores altamente tóxicos y cancerígenos. Contribuye también con enfermedades respiratorias como asma bronquial, bronquitis y neumoconiosis, pudiendo también desarrollar una rinitis hipertrófica, poliposis 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, estómago y también de tejidos blandos. Hay mas de un compuesto de níquel que puede dar lugar a cáncer de pulmón y nasal. Cabe destacar que el níquel es un oligoelemento esencial en pequeñas dosis, en altas dosis es tóxico e incluso fatal.

B. MERCURIO

Entre la toxicidad que provoca se clasifican en:

AGUDAS: dermatitis, ulceraciones de conjuntiva y cornea (ceguera), en forma oral colapso del aparato digestivo mortal en horas, insuficiencia renal.

SUBAGUDAS: Alucinaciones, diarreas, hemorragias, excitabilidad, las alteraciones por contacto vía oral, mientras que por contacto dérmico: trastornos mentales, insomnio, fenómenos vinculares periféricos, trastornos sensoriales en las extremidades, acrodia infantil (enfermedad rosa).

CRÓNICAS: Todas las alteraciones más delirio y psicosis maníaco depresiva. En exposiciones continuas pero en bajas dosis, en forma crónica: debilidad, anorexia, pérdida de peso, insomnio, diarrea, pérdida de dientes, gingivitis (inflamación de encías), irritabilidad, temblores musculares suaves, y sacudidas repentinas, sialorrea (salivación profunda). En caso de rotura de un termómetro, manómetro o algún artefacto que contenga mercurio, proceda de la siguiente manera:

1. Póngase un par de guantes de goma y anteojos para protegerse.
2. Junte los restos de vidrio y póngalos en algún recipiente resistente.
3. Recoja los restos de mercurio, formando gotitas, empleando una tarjeta y luego con una pipeta o jeringa, póngalo dentro de un frasco debidamente hermético de vidrio. No emplee aspiradora.
4. Contacte algún organismo que se encargue de residuos contaminantes.

C. EFECTO DEL DIOXIDO DE MANGANESO

El manganeso es un material no soluble en agua, por lo que si se destina al relleno de terreno no contamina el agua de las napas subterráneas. El

inconveniente del manganeso es que es tóxico cuando se lo inhala, es en el proceso de fabricación de las pilas donde los operarios deben resguardarse del polvo suelto en el aire de la planta.

D. CADMIO

La tasa de mortalidad por exposición al cadmio es de 15% provoca sistemáticos renales, con anemia y presencia anormal de proteínas en la orina. Produce lesiones en el hígado malformaciones congénitas (anancefalia, nacen sin cerebro, anoftalmía, sin ojos: microftalmía (globos oculares pequeños). Puede producir abortos en etapas tempranas del embarazo, algo mas tarde las malformaciones ya mencionadas. Provoca una enfermedad denominada ITAI-ITAI, caracterizada por intensos dolores óseos, a veces con fracturas espontáneas debido al ablandamiento de los huesos. Este metal es sumamente tóxico, además de cancerígeno.

E. PLOMO

Los niños y en especial las embarazadas son especialmente sensibles al plomo, más que otros grupos. Entre algunos de sus efectos, altera la hemoglobina sanguínea, pero cabe aclarar que sus síntomas son tan inespecíficos que se ha llamado en algunas oportunidades al plomo, "el gran simulador". Como síntomas precoces encontramos: fatiga, dolores de cabeza, dolores óseos, dolores abdominales, irritabilidad, trastornos del sueño, dolores musculares, síntomas abdominales vagos. Mientras que entre los síntomas avanzados están: anemias,

cólicos intensos, náuseas, vómitos, enfermedad renal, impotencia sexual, intensas cefaleas, delirio, esterilidad, daños al feto, hipertensión arterial, líneas de plomo en las encías, estreñimiento agudo, afectación de los nervios, enfermedad ósea, temblores, convulsiones, cuadros psiquiátricos graves, parálisis nerviosas, trastornos menstruales, probablemente cáncer y muerte.

F. CROMO

En su estado de oxidación $+3$, es esencial en pequeñas dosis, mientras que como cromo $+6$, es sumamente tóxico aun en bajas dosis. Su acción sobre la piel y mucosas oculares y nasofaríngeas provoca efectos irritativos crónicos intensos ante su contacto prolongado. Es posible que cause conjuntivitis con lagrimeo y dolor, dermatitis del tipo eczematoso con úlceras características poco dolorosas o sintomáticas o de localización en dedos, manos, y antebrazos. Provoca alteraciones en el olfato, rinitis, faringitis y perforaciones en el tabique nasal.

G. BISMUTO Y PLATA

Ambos son tóxicos, no esenciales para la vida. Hay numerosas referencias de dermatitis y otros efectos dermatológicos por exposición al mismo.

4.6. CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE POR LAS PILAS

La mayoría de los componentes de una pila son considerados *como sustancias peligrosas* y clasificados como desechos industriales especiales.

Algunas de estas sustancias se encuentran entre las más tóxicas que existen. Las pilas usadas contaminan el suelo, el agua y el subsuelo, lo que las convierte en un tema fundamental para la salud pública. Las pilas son arrojadas con el resto de la basura domiciliaria, siendo vertidas en basureros, ya sean a cielo abierto o a rellenos sanitarios y en otros casos a terrenos baldíos, acequias, caminos vecinales, causes de agua, etc. Para imaginar la magnitud de la contaminación de estas pilas, basta con saber que son las causantes del 93% del Mercurio en la basura doméstica, así como del 47% del Zinc, del 48% del Cadmio, del 22% del Níquel, etc. Estas pilas sufren la corrosión de sus carcazas 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 los 70° C, actúa como un reactor de la contaminación. Cuando se produce el derrame de los electrolitos internos de las pilas, arrastra los metales pesados.

Estos metales fluyen por el suelo contaminando toda forma de vida (asimilación vegetal y animal). El mecanismo de movilidad a través del suelo, se ve favorecido al estar los metales en su forma oxidada, esto los hace mucho más rápido en terrenos salinos o con PH muy ácido. Una vez utilizadas, ya sean alcalinas o salinas, las pilas son inútiles. En Francia, por ejemplo, se consumen 25000 toneladas de pilas cada año. Esto representa 4500 toneladas de zinc, 5500 toneladas de dióxido de manganeso y entre 10 y 12 toneladas de mercurio. Esto implica, además de los efectos contaminantes, desechar miles de toneladas de valiosas materias primas.

4.6.1. CONTAMINACION DE LOS SUELOS Y RIOS

Uno de los principales contaminantes de los suelos son los desechos. Santiago, Buenos Aires y Lima Metropolitana, son las ciudades de América del Sur, que producen más basura. Unos 300 Kilos por habitante/año. Y si el cúmulo de estos desechos no tiene un tratamiento seguro y adecuado puede contaminar los ríos, suelos y el agua subterránea. Los contaminantes orgánicas son las menos peligrosas pero su exceso es muy nocivo. Las de origen químico (arsénico, plomo, mercurio, cromo, etc.) son muy riesgosas: **las pilas constituyen una verdadera bomba de tiempo**. Los nuevos residuos como plásticos, tubos de aerosol, pañales, neumáticos y otros elementos que no son degradables y si muy tóxicos. En nuestro país existen numerosos basurales ilegales a cielo abierto. Los responsables de esta situación son algunas industrias típicamente contaminantes como las curtiembres, las petroquímicas y químicas en general, los frigoríficos, las siderúrgicas y metalúrgicas entre otras. El mercurio es como el dios Jano: sus múltiples usos industriales y domésticos contrastan con los peligros que representa para los humanos y otros animales en materia neurológica y de desarrollo. Se calcula que las concentraciones mundiales de mercurio se han incrementado de dos a cinco veces desde el nacimiento de la Era Industrial, aumento que no se frenará si no se imponen en todo el mundo medidas de control y reducción.

La CCAAN participa activamente en estos esfuerzos de disminución mediante su iniciativa Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas. Los numerosos usos del mercurio han dado lugar a que ese metal natural se asocie hoy en día con aspectos mucho menos populares. Estudios médicos han demostrado

que ese elemento es una potente neurotoxina que afecta al sistema nervioso central —incluido el cerebro—y los riñones de los fetos, en particular cuando hay exposición prolongada. El mercurio liberado al aire puede circular en la atmósfera durante más de un año. Regresa a la tierra con la lluvia o la nieve o junto con partículas de polvo, en ocasiones a miles de kilómetros de su punto de emisión.

Fig. N° 8 MEDIO AMBIENTE SIN CONTAMINACION⁽¹²⁾



⁽¹²⁾ Fuente: WWW.En la mira - Semarnap Quincenal 71.htm

La disposición atmosférica es responsable de más de 90 por ciento de la carga de mercurio en las aguas superficiales. Una vez depositado en el agua, los sedimentos o el suelo, el mercurio se puede convertir en metilmercurio. De esta forma puede pasar a la cadena alimenticia y bioacumularse en los tejidos de los grandes predadores o en el hombre en concentraciones miles de millones de veces superiores a las encontradas en el aire o el agua.

La contaminación por mercurio de los peces es la razón más frecuente de las recomendaciones contra el consumo de pescado en países subdesarrollados. Además de los efectos clínicos manifiestos, los científicos y otros estudiosos de la comunidad médica estudian los efectos neurológicos y de desarrollo más sutiles del mercurio, sobre todo en niños y fetos. Un estudio en curso de 917 niños en las Islas Feroe, que padecieron exposición prenatal al mercurio porque sus madres comieron carne de ballena negra contaminada, muestra los siguientes problemas en los infantes: déficit de atención, problemas de memoria de corto plazo, retraso en el desarrollo del lenguaje y afecciones en la función motora y las percepciones sensoriales. Se han presentado casos de muerte causada por la inhalación de vapores de dicho elemento. Los contaminantes producen a la naturaleza lo sgte:

A. TIERRAS INFERTILES

La erosión es un proceso geológico que escapa al control humano. Pero es vital para la salud del ambiente. Las consecuencias de la erosión son las que hacen más fértiles a las costas y deltas de los ríos, gracias al depósito de ricos nutrientes, como en el delta del Paraná. Sin embargo, la erosión se transforma en un problema

cuando actúa el hombre. ¿De qué manera? Cuando acelera el proceso con pérdida exagerada de los nutrientes y minerales del suelo. Los principales agentes de erosión son el agua (erosión fluvial) y el viento (erosión eólica). Esta última es la más visible y dramática porque se puede ver en el aire en las áreas afectadas. Las pequeñas partículas del suelo y la materia orgánica son levantadas por el aire.

4.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PILAS

Hoy en día, las pilas ya son parte de nuestro diario vivir. Siempre usamos aparatos de nuestra vida cotidiana que usan pilas. La tecnología nos ha servido cada vez más para poder crear pilas de mayor duración y efectividad para que así cumplan su objetivo en mejor forma. Las pilas son tan usadas en nuestra vida diaria que su desaparición significarían desde que alguien no despertara debido a que no le sonó el despertador hasta la muerte de alguien que usaba marcapasos.

Por ejemplo, hoy en día la computación cada día está más avanzada y más interiorizada en la sociedad. Pero ¿qué sería de un computador sin pila? No podríamos ni siquiera prenderlo ya que al hacerlo, no sabría que hacer ni que programa ejecutar ya que esa memoria que es almacenada gracias a la pila, se habría perdido. Otra ventaja de la pila, es la posibilidad que le ha dado a millones de personas de seguir viviendo, ya que un marcapaso está compuesto por una pila, y es precisamente de esa pila de lo que depende la vida de aquella persona. No podríamos tener relojes, radios, televisores, otros aparatos portátiles, en fin una serie de aparatos con los cuales ya estamos acostumbrados a vivir.

Si multiplicamos las pilas que usa cada habitante por la cantidad de habitantes, nos daremos cuenta con horror, cómo estamos contaminando nuestra tierra con mercurio. Puede provocar daños cerebrales, en los riñones y en la función motor. La mayoría (no todas) de las pilas y baterías "recargables" de ahora, carecen de mercurio. Sin embargo contienen níquel y cadmio, dos metales pesados altamente tóxicos. Jamás hay que tirar las pilas al inodoro o al río debido a que tienen un altísimo poder de contaminación en el agua.

En Alemania, existe desde 1986, un convenio entre el Ministerio de Medio Ambiente y los fabricantes, a fin de reducir el contenido de mercurio en las pilas. En España se busca una línea de pilas sin mercurio, y en diferentes países europeos se viene estudiando el problema relativo al poder contaminante que ellas poseen. Por sus características químicas, pueden considerarse residuos nocivos con presencia de metales pesados.

La solución que más se ha adoptado en diversos países consiste en aplicar primeramente la denominada tecnología de estabilización, que consiste en eliminar sus características peligrosas por medio de reacciones químicas que reducen notablemente su solubilidad y movilidad, y eliminan prácticamente su toxicidad. Para ello las pilas son colocadas en bolsas plásticas, donde se coloca el correspondiente agente químico estabilizador. Luego las bolsas son termos sellados. Por lo general, los compuestos inorgánicos, son los de uso más extendido en la estabilización de estos residuos sólidos. Algunas reacciones típicas son:

a) Plomo: agente de estabilización:

a.1) Hidróxido de calcio.

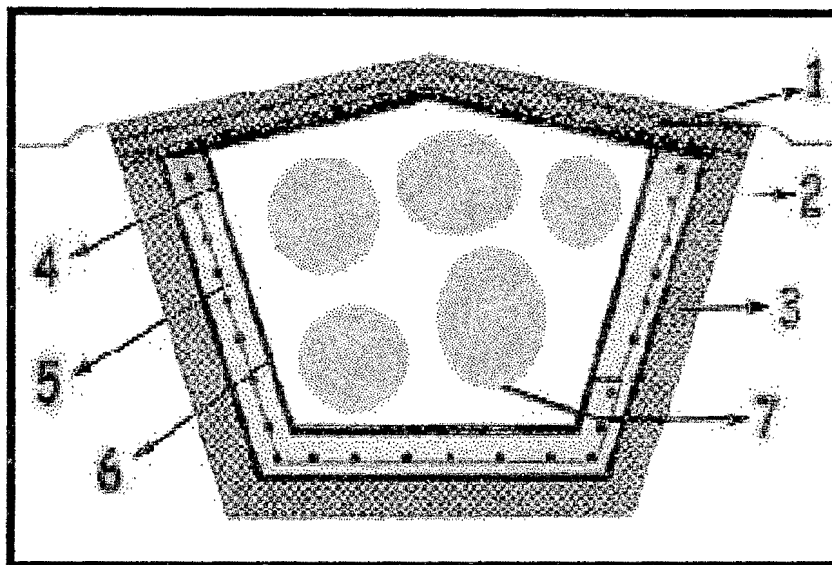
a.2) Sulfuros de sodio.

b) Ácido Sulfúrico: agente de estabilización: Hidróxido de Sodio.

c) Cadmio; Agente de estabilización: Carbonato de Sodio.

d) Mercurio; agente de estabilización: Sulfuro de Sodio, Sulfuro de Calcio.

Fig. N° 9 Esquema de una Bolsa Termo Sellada⁽¹³⁾



- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Contrapiso de Pendiente. | 5. Polietileno de 200 micrones. |
| 2. ETR | 6. Pared de hormigón armado. |
| 3. Eno natural compactado. | 7. Membrana de polietileno de Alta densidad. |
| 4. Hormigón de limpieza. | |

Las bolsas termo selladas, y con el estabilizador, serán colocadas en un depósito especialmente acondicionado que limita totalmente la posible migración de contaminantes. Las características básicas del depósito, se pueden ver en la siguiente figura que representa un corte transversal del mismo. El proceso

planteado, evita mediante tres barreras de seguridad (estabilizador químico - bolsa de polietileno - repositorio) todo peligro de contaminación y asegura que esta situación se mantenga a lo largo del tiempo.

4.8. SON NECESARIAS TODAS LAS PILAS QUE USAMOS

Se calcula que cada peruano produce un kilo de basura doméstica cada día. En esta basura se encuentran algunos elementos que son tóxicos como insecticidas, restos de pinturas, medicamentos o las pilas. Los aparatos que funcionan con pilas son enormemente derrochadores de energía. Se calcula que la corriente generada por una pila es 450 veces más cara que la generada por la red eléctrica. Siendo una necesidad ambiental prioritaria el ahorro de energía, parece lógico optar por las alternativas menos consumidoras de energía. Si a ello le sumamos el grave problema de contaminación que generan las pilas, queda claro que debe evitarse su utilización.

4.8.1. ¿QUÉ PODEMOS HACER?

Lo ideal es no adquirir ni utilizar aparatos que funcionen con pilas. En cualquier caso, las menos contaminantes son las pilas secas (zinc-carbón). Las de níquel-cadmio son recargables más de 500 veces y por tanto son preferibles a las alcalinas. Las de mercurio deben evitarse. En cuanto a las nuevas pilas "verdes", sin cadmio ni mercurio, es difícil valorarlas, ya que los fabricantes se limitan a anunciar lo que no tienen, pero no indican cuál es su composición. Greenpeace considera que la solución al problema que generan las pilas debe pasar por la

eliminación total de elementos tóxicos, como el mercurio o el cadmio, en las mismas y su sustitución por otros elementos no contaminantes.

4.8.2. LAS CAMPAÑAS DE RECOLECCION SELECTIVA DE PILAS

Diversas Administraciones han lanzado, con gran despliegue publicitario, campañas de recogida de pilas. Desgraciadamente hemos comprobado que estas campañas publicitarias, en muchas ocasiones, no se corresponden con la realidad. Numerosos comerciantes se quejan de que las pilas nunca son recogidas; nadie sabe, a ciencia cierta, qué pasa luego con las pilas que se han recogido; muchos ciudadanos ven con frustración que nadie se responsabiliza de las pilas que han guardado; etc. Por otro lado, en el mejor de los casos posibles, las pilas que se recogen acabarían en un vertedero para residuos tóxicos y tarde o temprano contaminarían el medio. Greenpeace considera que una campaña de recogida selectiva de pilas, además de controlarse de forma rigurosa, debe ir acompañada necesariamente de un programa de reducción del contenido tóxico de las mismas y de una reducción en la utilización de pilas. Debemos continuar presionando a empresas y Administración para que dejen de poner en el mercado productos que son tóxicos en sí mismos y cuyo impacto en el medio es enorme, como es el caso de las pilas de mercurio o cadmio. En Perú, la Municipalidad de Surco en la Región Lima, es la única entidad que emprende una tarea de reciclaje de pilas y acumuladores, al emplearlos como parte de la formación de concreto, para veredas y pavimento.

⁽¹³⁾ Fuente:WWW.En la mira - Semarnap Quincenal 71.htm

V. DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE PILAS SECAS

En esta etapa veremos como es el proceso de producción de las pilas secas R-20 y R-6 en la Empresa Panasonic Peruana S.A., se describirá todas las etapas, desde el ingreso de insumos químicos y materia prima al Almacén Central de la Empresa, hasta la obtención de la pila como producto final, su almacenaje y venta.

5.1. RECEPCION E INSPECCION DE INSUMOS EN ALMACEN CENTRAL

Se considera a esta etapa como la iniciadora en la producción de las pilas secas ya que es en ella donde se reciben y es la encargada de distribuir todos los insumos que van a formar parte de las pilas en las distintas etapas. Entre los insumos como materia prima que ingresan a almacén se encuentran específicamente descritos en el Anexo 3. Y entre los insumos críticos que son inspeccionados por el Departamento de Control de Calidad, para su mejor control, garantizar el empleo de insumos en óptimas condiciones y asegurar la calidad se inspeccionan los siguientes insumos:

Zinc Electrolítico, Dióxido de Manganeso Electrolítico y Natural, Cloruro de Amonio, Cloruro de Zinc, Humo de Acetileno, etc. A continuación se presenta el diagrama de flujo en la producción de pilas R-20.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PILAS R - 20



5.2. PREPARACION DE MEZCLA Y SOLUCIONES ELECTROLITICAS

5.2.1. PREPARACION DE SOLUCIONES 106, 130 Y 135

A. SOLUCION 106

Para la preparación de la solución 106, se lleva a cabo en un Tanque de 10000 L de capacidad, y su preparación es como sigue:

1. Se adiciona al Tanque 600 L de agua, la cual es calentada de 50 a 60 °C con vapor de agua.
2. Se adiciona Cloruro de amonio 175 Kg (7 bolsas de 25 Kg c/u).
3. Se agita y se adiciona 1 Kg de zinc en polvo.
4. Se agita por unos 30 minutos y se regula la densidad con agua, por ejemplo:
Para una temperatura de 37 °C, la densidad debe ser de 1.060 g/ml \pm 0.002.
(ver Anexo 4 - Tabla de densidades).

B. SOLUCION 135

La preparación de esta solución es de la siguiente manera:

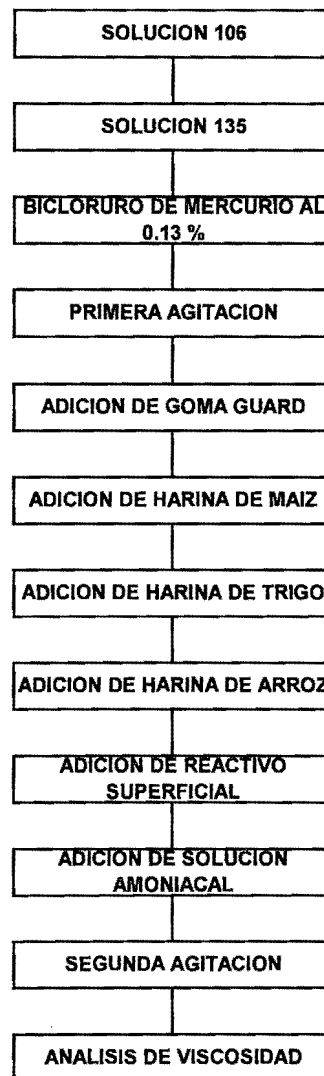
1. Adición de 500 L de cloruro de zinc al 45.5 %, en un tanque. Se calienta de 75 a 80 °C.
2. Se adiciona 300 Kg de cloruro de amonio (12 bolsas de 25 Kg c/u). Agitación y adición de 1 Kg de zinc el polvo.

3. Se agita por unos 30 minutos y se regula la densidad con agua, por ejemplo:
Para una temperatura de 38 °C la densidad debe ser de 1.326 g/ml \pm 0.002.
(ver Anexo 4 - Tabla de densidades).

5.2.2. PREPARACION DE PASTA ELECTROLÍTICA

Esta descrito en el siguiente flujo grama:

FORMULACION DE LA PASTA ELECTROLITICA PARA PILA R -20 CON Hg = 0.13 %



La pasta electrolítica es un componente de la pila R-20, se obtiene mezclando la Solución 106 y 135 en un tanque de PRE-mezclado, de la siguiente manera:

1. 515 L de solución 106.
2. 200 L de solución 135, con agitación.
3. Se adiciona 1.35 Kg de bicloruro de mercurio.
4. 50 Kg de harina de arroz mezclado con 3 Kg de goma Guar.
5. 50 Kg de harina de trigo.
6. Luego de 2 minutos de batido, se adiciona 150 Kg de harina de maíz.
7. Adición de 1.80 Kg de reactivo superficial.
8. 6 Kg de solución amoniacal.
9. Se agita por 1 hora para luego medir la viscosidad de mezcla que debe estar entre los 60 ± 10 segundos, previamente este es filtrado.

5.2.3. PREPARACION DE MEZCLA ELECTROLÍTICA

A. PREPARACION DE MEZCLA PILA SECA MODELO R-6

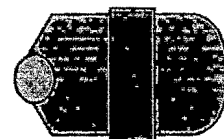
1. Pesar 3.8 Kg de oxido de zinc, previamente tamizado.
2. Inclinar y añadir a la mezcladora N° 1, la cantidad especificada, en este orden: GCA, GZO, GMT, GME y L-130, de acuerdo a la formulación (ver Tabla N° 3).
3. Poner horizontalmente la mezcladora y realizar el mezclado en seco durante 7 minutos aproximadamente (fig. N°10).

4. Finalizado el mezclado en seco, la mezcladora es inclinada a 15° para inyectar la solución 130. Verificar el tiempo de inyección del L-130.
5. Seguidamente proceder, al mezclado en húmedo, por un minuto.
6. Antes de descargar el batch de mezcla, coger una muestra de aprox. 10 g de la parte superior, media e inferior de la mezcladora, se mide el voltaje y presión de humedad a cada una y registrar los valores en formato.

TABLA N° 3 - Composición Química de las Pilas R-6

N°	MATERIAL	CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD
1	Humo de Acetileno	GCA	60.00	Kg
2	Oxido de Zinc	GZO	3.80	Kg
3	Dióxido Manganeso Natural	GMT	100.00	Kg
4	Dióxido Manganeso Electrífico	GME	275.00	Kg
5	Solución Liquida 130 (230 L)	L-130	298.77	Kg
	ZnCl ₂		86.42	Kg
	NH ₄ Cl		3.25	Kg
	H ₂ O		209.10	Kg
6	Peso Total de Mezcla		737.57	Kg

Fig. N° 10 Tolva de Preparación Mezcla R-6



7. Descargar la mezcla en cajones y rotular en pizarra acrílica el número de batch, fecha/hora de producción, voltaje y humedad para su identificación.
8. Al inicio de cada batch, llevar el control de uso de materiales en formatos, registrándose el nombre y número de guía de remisión del proveedor. A su vez la mezcla debe regirse a la siguiente especificación (ver Tabla N° 4):

Tabla N°4 - Especificación Técnica Mezcla R-6

Voltaje	Presión
1.650 ±0.05 V	2.5±0.5 Kg/cm ²

B. PREPARACION DE MEZCLA PILA SECA MODELO R-20

1. Pesar oxido de zinc, previamente tamizado, de acuerdo a Tabla N° 5.
2. Inclinar y añadir a la mezcladora numero 2, la cantidad especificada, en este orden: GME, GMT, GCA, GZO, GNC, L-135 y H₂O, de acuerdo a la formulación (ver Tabla N° 5).
3. Cerrar la tapa superior, poner horizontalmente la mezcladora y realizar el mezclado en seco durante 6 minutos aproximadamente. (fig. N°11).
4. Iniciar la inyección de la solución electrolítica 135 por aproximadamente 6'20" ± 20". Verificar el tiempo de inyección del L-135.

Fig. N° 11 Tolva de Preparación Mezcla R-20

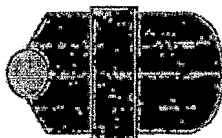


TABLA N° 5 - Composición Química de la Mezcla R-20

MODELO	R-20HT	R-20SH	R-20XT
N° MATERIAL	PESO	PESO	PESO
1 GME	600.00 Kg	200.00 Kg	200.00 Kg
2 GMT	0.00 Kg	550.00 Kg	550.00 Kg
3 GCA	75.00 Kg	105.00 Kg	105.00 Kg
4 GZO	14.00 Kg	6.00 Kg	6.00 Kg
5 GNC	100.00 Kg	150.00 Kg	150.00 Kg
6 L-135(140 L)	187.04 Kg	245.82 (184L) Kg	245.85 (184L) Kg
ZnCl ₂	86.42 Kg	71.09 Kg	71.09 Kg
NH ₄ Cl	3.25 Kg	62.50 Kg	62.50 Kg
H ₂ O	209.10 L	112.24 L	112.24 L
7 H ₂ O	105.00 L	120.00 L	120.00 L
Peso Total	1081.04 Kg	1376.82 Kg	1376.82 Kg

5. Seguidamente proceder, al mezclado en húmedo, por un minuto.
6. Descargar el batch de mezcla en la tolva, identificando el tipo de mezcla, con fecha/hora de producción, voltaje y humedad para su identificación en línea.
7. Una vez elaborado la mezcla electrolítica, se pesa 10 g, de mezcla y se añade en un recipiente formador de bobbin, y este por acción de la presión, procede a arrojar valores de voltaje y humedad de mezcla, el cual debe estar en el siguiente rango (Ver Tabla N° 6):

Tabla N°6 - Especificación Técnica Pilas R-20

Estandar	Voltaje	Presión
UM-1SH/1SHX/1XT	1.630 ± 0.050 V	3.5 ± 0.5 Kg/cm ²
UM-1HT	1.640 ± 0.050 V	3.0 ± 0.5 Kg/cm ²
UM-3SH/3SHX/3MXT	1.650 ± 0.050 V	2.5 ± 0.5 Kg/cm ²

5.3. SECCION DE FUNDICION Y FORMACION DE VASIJA DE ZINC

Comprende las siguientes etapas:

5.3.1. HORNO DE FUNDICION Y LAMINACION DE Zn-Pb

La sección de fundición cuenta con un horno de una capacidad de 5.2 Tm, este opera a gas y funcionamiento eléctrico. El horno, permanece encendido las 24 horas del día por los 364 días del año, siendo apagado para su respectivo mantenimiento. La temperatura del horno internamente debe mantenerse idealmente a 509 +/- 10 °C, para que la fusión del zinc electrolítico sea una solución

estable. El flujo de inyección a la rueda de la mezcla líquida de Zinc electrolito con plomo es alrededor de 12 Kg/Min. La alimentación del horno se efectúa suministrando cada 15 minutos una cantidad equivalente de zinc electrolítico en barras, de 5 lingotes más 550 g de Pb, a su vez al horno ingresa por recirculación, mediante fajas transportadoras el residuo o parte sobrante del troquelado de los pellets. Cuando la mezcla líquida es inyectada a la rueda, este posee un sistema de refrigeración que es el agua, y este no tiene ningún contacto con la mezcla líquida que por movimiento circulatorio arrastra a la mezcla líquida para luego por enfriamiento pasar a estado sólido. El horno y todo el sistema es de diseño Japones (Ver Anexo N°5). Este opera en automático a 450 °C, mediante el cual se observa el incremento de un día a otro del plomo, este fenómeno debido a que el plomo por ser un elemento químico, con un punto de fusión de 327.4 °C respecto al punto de fusión del zinc de 419.5 °C , y siendo el plomo con un peso atómico de 207.2 g, mas pesado que el zinc de 65.38 g. Para obtener las vasijas, los pellets son precalentados y embutidos o extruidos, luego se corta para mantener una vasija uniforme en tamaño y estos pasan a la línea de producción. La lamina formadora es llamada Bushbar la cual al pasar por rodillos debe mantener un espesor de acuerdo al tipo de pellets a producir (Ver Tabla N° 7).

Tabla N° 7 - Espesor de Lamina (bushbar)

MODELO	ESPESOR
R-20 HT	5.50 ± 0.10 mm
R-20 SH	4.00 ± 0.10 mm
R-20 Exp	3.80 + 0.10 mm
R-6 SH	5.25 ± 0.10 mm

El suministro de plomo se debe a la elasticidad o flexible que resulta ser para cuando se extruye la vasija, mientras que con poca cantidad de plomo , al momento de troquelar los pellet, no llegan a obtener la longitud adecuada los vasos, debido a que el zinc es mas duro, muy difícil que los punzones de la máquina extractora pueda formar los vasos apropiados. Anteriormente se adicionaba el cadmio para dar a los vasos mayor dureza y tenacidad, este fue sustituido por el plomo, por dos factores, el primero que desgastaba los punzones mas rápidamente y el segundo que es contaminante.

La inyección de la mezcla líquida desde el brazo del horno a las poleas o rueda es de unos 6 a 10 cm, longitud apropiada para ser vertida y formar la lámina. El horno presenta termocuplas, el cual mide la temperatura del horno interiormente. La velocidad de la rueda o polea de laminación es de 950 rpm (p/exportación), mientras que la velocidad del laminador es de 1700 rpm (es lo máximo). La velocidad de la rueda para modelo R-20 es de 1050 rpm. La velocidad de rueda para R-6 es de 800 rpm (para que troquele lento). La faja que hace girar y moldea la rueda debe continuamente ser limpiado debido a que continuamente se impregna partículas de mezcla así como carbonatos.

Durante el proceso de laminado y troquelado de la mezcla sólida no se encuentra mayor inconveniente salvo, que ciertos pellets, puedan salir rajados o mal formados, lo cual no es de consideración ya que esta etapa ha sido superada. Durante el proceso de lubricado, se tamborea 500 Kg de pellets con grafito y ácido bórico por espacio de 1 hora.

5.3.2. EXTRUCCION DE PELLETS R-20 Y R-6

Una vez producido el laminado de la aleación Zn-Pb, este pasa por la máquina troqueladora prevista de una matriz y con punzones regulados, forman los pellets, de acuerdo al requerimiento. Para nuestro caso requerimos pellets, con dimensiones en R-20 y R-6, y se aprecia en la Figura N° 12 y Tabla N° 8.

Fig. 12 Extrucción de Pellets

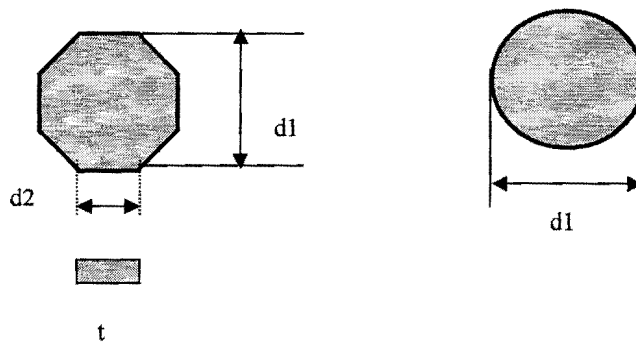


Tabla N° 8 Dimensiones de Pellets

Estandar	R-20 SH	R-20 HT	R-6
d1 (mm)	30.5 ± 0.2	30.5 ± 0.2	12.9 ± 0.1
d2 (mm)	26.4 ± 0.2	26.4 ± 0.2	-
t (mm)	4.0 ± 0.1	5.5 ± 0.1	5.25 ± 0.1
Peso (g)	17.00 ± 0.3	23.50 ± 0.3	4.60 ± 0.15

5.3.3. LUBRICACION DE PELLETS

Previamente el pellet a sido precalentado, en los calentadores de la máquina de extrusión, esperando 10 a 15 minutos, antes de iniciar el proceso de extrusión. Las condiciones óptimas de trabajo de los pellets se

alcanzan con los siguientes rangos de Amperaje y temperatura (Ver Tabla N° 9):

Tabla N° 9 Pre calentamiento de Pellets

MODELO	CONDICIONES
R-20 SH	10 ± 2 Amp / 400 °C ± 10 °c
R-20 HT	14 ± 2 Amp / 420 °C ± 10 °c
R-6	10 ± 2 Amp / 250 °C ± 10 °c

5.3.4. FORMACION DE VASIJA DE Zn-Pb

Una vez lubricado el pellet, pasa a una máquina extractora para formar la respectiva vasija. Esta máquina, se encuentra con una matriz regulada para las características requeridas, tanto de altura, espesor de lado y espesor de fondo de vasija, tal como se muestra en la Figura N° 13 y Tabla N° 10:

Fig. 13 Vasija de Zinc -Plomo

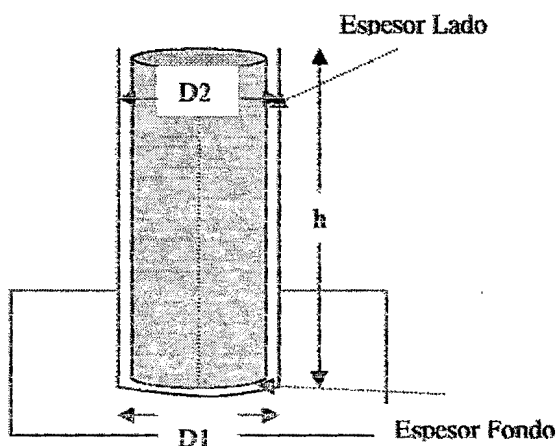


Tabla N° 10 Dimensiones de Vasija de Zinc - Plomo

Estandar	R-20 SH	R-20 HT	R-6
D1 (mm)	30.74	30.74	
D2 (mm)	30.04 ± 0.1	29.5 ± 0.2	
h total	54.5 ± 0.3	54.5 ± 0.3	44.7 ± 0.2
Espesor Fondo(mm)	0.50 ± 0.10	0.50 ± 0.10	0.50 ± 0.10
Espesor de Lado(mm)	0.30 ± 0.03	0.45 ± 0.05	0.28 ± 0.03
Peso (g)	14.5 ± 0.5	20.5 ± 0.5	4.1 ± 0.3
h cuello (mm)	7.5 ± 0.2	7.5 ± 0.2	
Profundidad Cuello	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	

5.3.5. ENVOLTURA METALICA

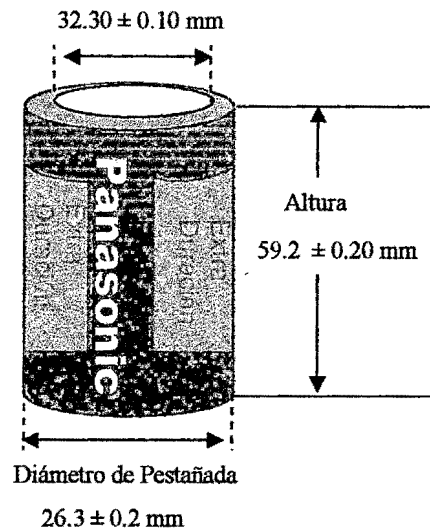
- A. Este proceso se inicia con el corte de la hojalata impresa en tiras (plaquetas)
Estas pasan por la BODY MAKER.
- B. Corte de las plaquetas; debe mantener la siguiente medida (Tabla N° 11).
- C. Doble de las plaquetas; se inicia con la alimentación de las plaquetas cortadas a la máquina, a la cual se le procede a troquelar las cuatro esquinas de la plaqueta, donde seguidamente se le hace el primer doblez, en el extremo de la plaqueta, y un segundo doblez en un extremo de la plaqueta. Finalmente cerrando la envoltura. Seguidamente se verifica el diámetro interior del cilindrado (Ver Tabla N° 11).

Tabla N° 11 Envoltura Metalica

DIMENSION	R-20	R-6
Largo	112.27 ± 0.05 mm	106.0 ± 0.1 mm
Ancho	61.30 ± 0.05 mm	48.9 ± 0.2 mm
Espesor	0.20 ± 0.01 mm	0.20 ± 0.01 mm
Diametro Interior	32.30 ± 0.1 mm	
Altura	59.2 ± 0.2 mm	48.9 ± 0.20 mm
Diametro Pestañad	26.3 ± 0.2 mm	11.0 ± 0.2 mm

- D. El cilindrado y pestañado de envoltura R-20; se forma a partir de la plaqueta cortada. Ver Fig. N° 14.

Fig. N° 14 Envoltura Metálica de la Pila



5.4. PRODUCCION DE PILAS R-20

Para producir pilas R-20, se requiere de la mezcla electrolítica, descrito en el punto 5.2.3., el cual por una faja transportadora es llevado a la línea de producción, tal como se describe en la Tabla N° 5 y Tabla N° 6, que hacen referencia a la composición química y parámetros de Voltaje / Amperaje de la mezcla electrolítica.

5.4.1. FORMACIÓN DE BOBBIN

La formación del bobbin consiste en compactar la mezcla a manera de una bobina, insertar centralmente la varilla de carbón formando el bobbin. En esta inserción también se le coloca una guía (chucking jig), en el tope de la varilla de carbón del bobbin para su transporte a la siguiente operación.

Se agrega mezcla electrolítica a la tolva de la máquina, esta debe compactar la mezcla en el molde e insertar la varilla de carbón en el centro (Ver Fig. N° 15), al producto obtenido se le llama bobbin. Inmediatamente se realizan mediciones de las características importantes según lo especificado (ver Tablas N° 12 y N° 13). Así mismo chequear la condición del bobbin (rebarbas, hombro deformado, carbón quebrado, pedazos de mezcla, compactación, etc). para medir la compactación del bobbin tire con las manos de los puntos A y B (Ver Fig. N° 15), la cantidad de mezcla adherida a la varilla de carbón debe tener más de 2 mm de espesor alrededor de ella. En esta etapa se evitan los siguientes defectos:

a. Mezcla:

- Altura fuera de estandar (bobbin grande o chico).
- Quebrada (bobbin roto).
- Rebarbas (parte superior o inferior).
- Seca (más de 30 minutos al medio ambiente).
- Rajado (con grietas en el cuerpo del bobbin).
- Cuello alrededor de la varilla (mas de 2 mm).
- Con impurezas o partículas sin disolver.

b. Varilla de Carbón:

- Poca adherencia en parte superior o inferior (menos de 2 mm por debajo de la altura de bobbin).
- Varilla de carbón defectuoso (quebrada o con menor diámetro).
- Varilla de carbón descentrada, muy alta/baja o con residuo de mezcla, aceite.
- Las dimensiones de la varilla de carbón, se visualiza en la tabla N° 13.

Tabla N° 12 Puntos de Chequeo del Bobbin

Puntos Chequeo Bobbin	Estandar R-20
Altura de hombro	39.50 ± 0.50 mm
Altura Total	$57.00 \pm 0.50/-0$ mm
Peso	43.0 ± 1.0 g
Adherencia	Visual
Diámetro	$25.9 + 0.5/-0$ mm

Fig. 15 Condiciones Estándar del Bobbin

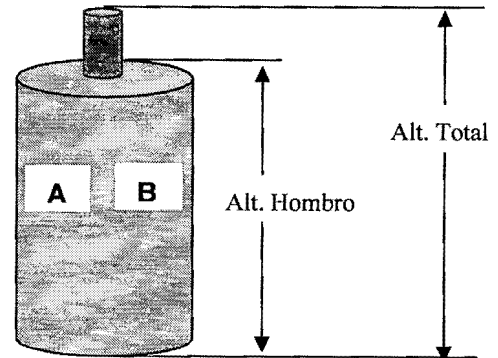


Tabla N° 13 Puntos de Varillas de Carbon

Puntos Chequeo Varilla Carbón	Estandar
Largo	57.0 ± 0.15 mm
Diámetro	8.0 ± 0.05 mm

5.4.2. COCIDO DE PILAS

Se inicia con la inserción a la línea de las vasijas de zinc, mediante una faja transportadora, a la cual en un proceso continuo se va ensamblando la pila de la siguiente forma:

A. Inyección de pasta electrolítica; La faja transportadora que transporta la vasija de zinc, pasa por una máquina donde se inyecta la pasta electrolítica con un peso ya regulado por la misma máquina que debe pesar de acuerdo al modelo de pila a producir, según Tabla N° 14 (Ver Fig. N° 16)

Fig. N° 16 Cocido de una Pila

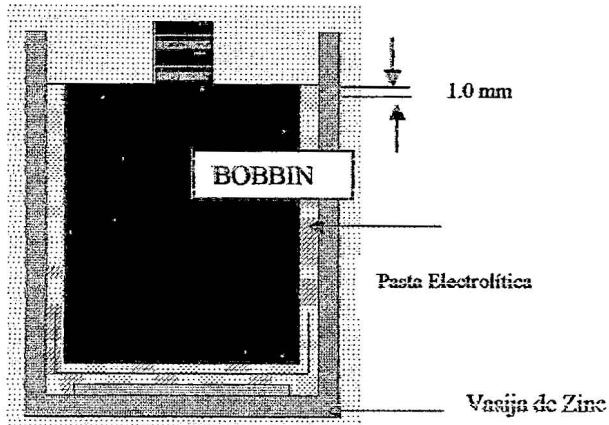


Tabla N° 14 Peso de Pasta Electrolítica

MODELO	PESO
UM1-SH1X	8.50 ± 0.50 g
UM1-HT	8.00 ± 0.50 g

El nivel de la pasta debe estar a la altura del hombro del bobbin o como mínimo a 1mm por debajo de el. En esta etapa se debe tener en cuenta que la pasta electrolítica no debe salpicar ni manchar la vasija y/o carbón.

B. Inserción de aislador de fondo; se coloca en el interior de la vasija de zinc sobre la pasta electrolítica. Este es insertada automáticamente por la máquina. El diámetro exterior se visualiza en la Tabla N° 15 y Fig. N° 17.

Fig. N° 17 Aislador de Fondo

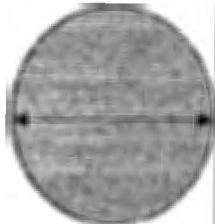


Tabla N° 15 Aislador de Fondo

Diam. Exterior = 23.60 ± 0.10 mm
Peso (g) = 8.5 ± 0.5

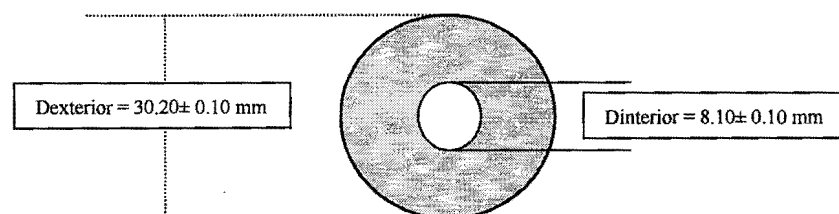
C. Inserción de papel guía y bobbin; se produce cuando se inserta en la vasija de zinc, contenida con pasta electrolítica y aislador de fondo. El papel guía protege al bobbin de los bordes de la vasija al introducirse en ella.

D. Ingres a la cadena de cocido; la pila continua con el recorrido ingresando a la línea de cocido que viene a ser una tina con agua blanda temperada con $T = 70 - 75 \text{ }^\circ\text{C}$, para efectuar la cocción y compacto de la pasta electrolítica que de estado líquido pasa a ser un gel que sujeta al bobbin y no permite su balanceo. El recorrido por la tina de agua caliente es de 60 segundos.

E. Ingres a la cadena de enfriamiento; a la salida de la cadena de cocido este pasa por una etapa de enfriamiento, depositándose en discos que giratorios con ventilación, para enfriar y gelar la pasta en la pila.

F. Inserción del aislador superior; en el recorrido a la pila se le inserta un aislador superior para aislar la parte inferior del bobbin, debido a que en la parte superior se depositará el asfalto. El diámetro se describe en la Fig. N° 18.

Fig. N° 18 Aislador Superior



5.4.3. ASFALTADO DE LA PILA R-20

Una vez puesta el aislador superior, la pila pasa por la etapa de asfaltado, en la cual el asfalto es inyectado a una temperatura de 225 ± 10 °C, este es un asfalto del tipo IV. Solo en cinco segundos, pasa esta etapa y se suministra un sistema de enfriamiento con ventiladores, por el cual el asfalto líquido se solidifica en la parte superior de la pila y este no permitirá la fuga de los gases internos que suscitaran posteriormente cuando la pila empieza a reaccionar emitiendo energía.

A. Inserción de Placa de Cabeza; se le inserta en la parte superior de la pila, sobre la varilla de carbón. Sus dimensiones esta descritas en la Tabla N° 16 y se ilustra en la Fig. N°19.

Fig. N° 19 Placa de Cabeza

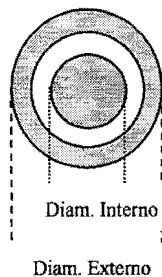


Tabla N° 16 Placa de Cabeza

Diam. Exterior = 31.15 ± 0.15 mm
Diam. Interior = $11.50 +0.5/-0$ mm
Altura = 2.60 ± 0.20 mm

5.4.4. PRIMERA INSPECCION

Consiste en verificar, a través de una máquina chequeadora el voltaje y amperaje de la pila luego que esta a reposado mas de 24 horas, desde el tiempo de cocido.

5.4.5. ACABADO DE LAS PILAS

A. Inserción de Placa de fondo – Aislador inferior y PVC; prosiguiendo con la formación de la pila. Se le inserta la placa de fondo luego un aislador inferior que va en la parte inferior de la pila y este es cubierta por un tubo de PVC. Pasa por una etapa de calentamiento donde el PVC se contrae y envuelve a la placa de fondo y el anillo blanco. Sus dimensiones son (Ver Tablas: N° 17, N° 18 y N° 19):

Fig. N° 20 Aislador Inferior

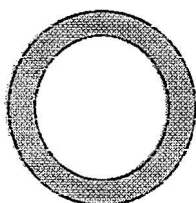


Fig. N° 21 Placa de Fondo

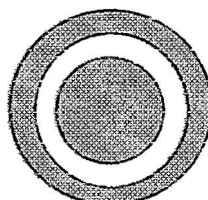


Fig. N° 22 Envoltura de PVC



Tabla N° 17 Aislador Inferior

Diam. Exterior = 29.70 ± 0.15 mm
Diam. Interior = 23.60 ± 0.10 mm

Tabla N° 18 Placa de Fondo

Diam. Exterior = $30.20 + 0/-0.2$ mm
Altura = 1.50 ± 0.10 mm

Tabla N° 19 Envoltura de PVC

Ancho = 51.1 ± 0.60 mm
Espesor = 0.08 ± 0.01 mm
Contrac. Largo = 87.0 ± 4.0 mm ($13\% \pm 4\%$)
Contrac. Ancho = 29.5 ± 2.0 mm ($13\% \pm 4\%$)

B. Inserción del anillo rojo R-20; que se inicia en el troquelado del anillo rojo para todos los modelos R-20, la materia prima son rollos de polietileno laminado de un mismo espesor. Son troquelados de acuerdo a las especificaciones técnicas (Ver Tabla N° 20). Los principales puntos de inspección son verificar el cumplimiento de las siguientes medidas de lo contrario son rechazados como defectuosos (Ver Fig. N° 23):

Fig. N° 23 Anillo Rojo

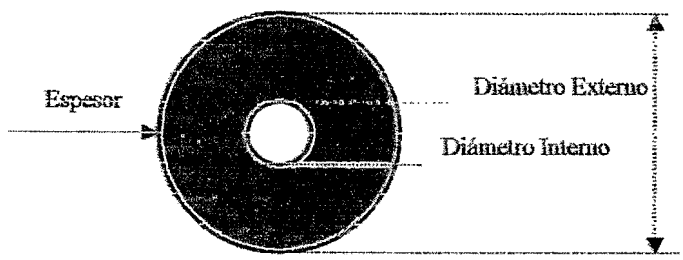


Tabla N° 20 Anillo Rojo
Diam. Externo = 31.20 ± 0.20 mm.
Diam. Interno = $8.25 +0/-0.10$ mm.
Espesor = 0.80 ± 0.05 mm.

C. **Anillo Blanco;** Es insertada en la parte superior de toda la pila como la última cubierta, la pila es bordeada finalmente. Sus dimensiones (Ver Tabla N° 21 y Fig. N° 24):

Fig. N° 24 Anillo Blanco

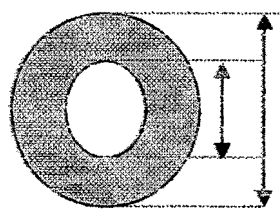
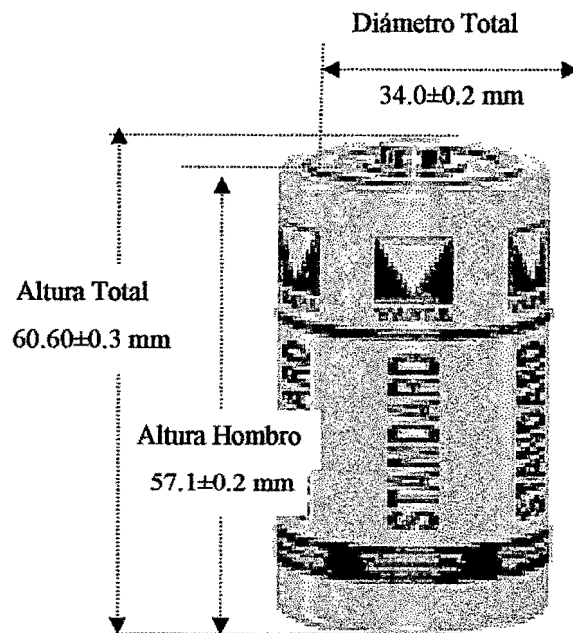


Tabla N° 21 Anillo Blanco:
Diam. Externo = 29.70 ± 0.15 mm
Diam. Interno = 23.60 ± 0.10 mm

D. **Dimensiones Externas de la Pila;** finalmente la pila debe quedar y cumplir ciertas características dimensionales por la que fue elaborado. De acuerdo a la siguiente Fig. N° 25, se aprecia sus medidas:

Fig. N° 25 Dimensiones Externas de una Pila Seca



5.4.6. EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

A. **Encajonado;** ensamblada la pila este pasa a ser empaquetado de a dos con laminas de PVC termoencogible, para luego ser encajonadas de acuerdo a los requerimientos. Manteniendo las siguientes características (ver Tabla N° 22):

Tabla N° 22 Lamina de PVC

Ancho	230 ± 2 mm
Espesor	30 um
Contracción	20 - 40 %
Longitud	100 m.

B. **Almacenaje (envejecimiento);** finalmente encajonados, son almacenados por siete días, previa una inspección son puestas al mercado local o internacional.

5.5. PRODUCCION DE PILAS R-6

Para la producción de pilas R-6, se aprecia en el diagrama de flujo siguiente, y producir pilas el cual cuenta con las siguientes etapas:

5.5.1. INSERCIÓN DEL PAPEL SEPARADOR Y BOBBIN EN LAS VASIJAS

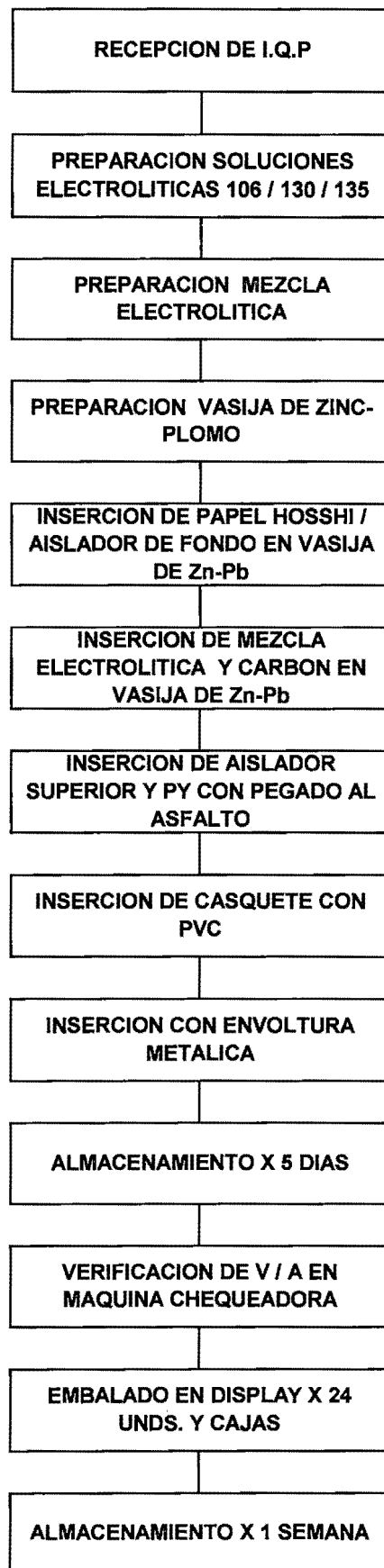
Esta etapa se inicia con la inserción del papel separador y el aislador de fondo en la vasija de Zn-Pb y seguidamente se introduce la mezcla electrolítica, mediante la boquilla de la máquina de bobbin rotatorio. Para esta etapa se ajusta a la máquina, verificando el nivel de aceite de lubricación y la presión de aire entre 3 y 4 Kg/cm²., una vez en operación, los sensores funcionan haciendo ingresar a las vasijas y estos son llenados con la mezcla electrolítica. Parte de la inspección rutinaria es coger 36 vasijas con mezcla y verificar el peso de la mezcla este dentro de la especificación (Ver Tabla N° 23). Se debe separa los siguientes defectos:

- a. Bobbin chico o grande
- b. Vasijas sin papel separador.
- c. Pilas chancadas, golpeadas o deformadas.

Tabla N° 23 Puntos de Inspeccion

Punto	n	Frecuencia	Especificación
Peso de Mezcla	36	1 Vez x día	8.45 ± 0.2 g

DIAGRAMA DE FLUJO DE PILAS R - 6



5.5.2. ETAPA DE COCIDO

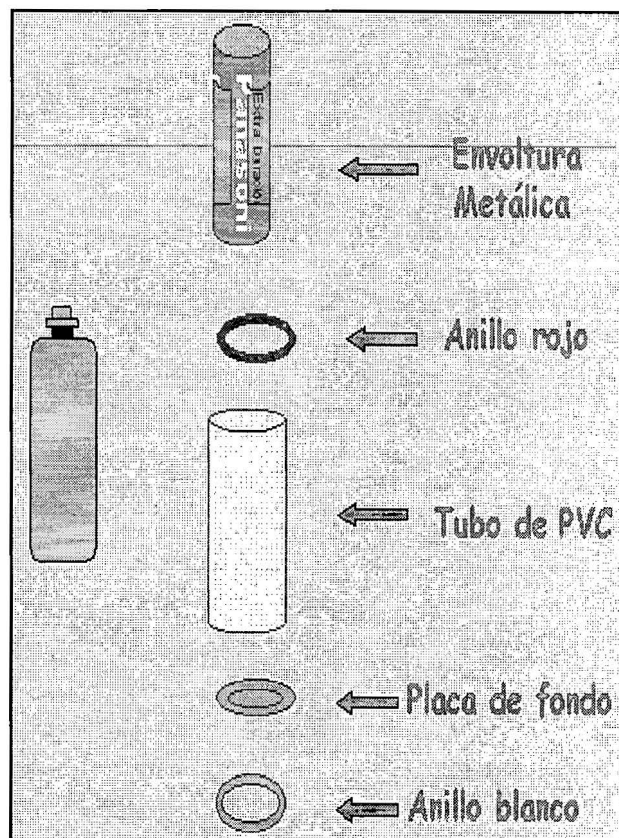
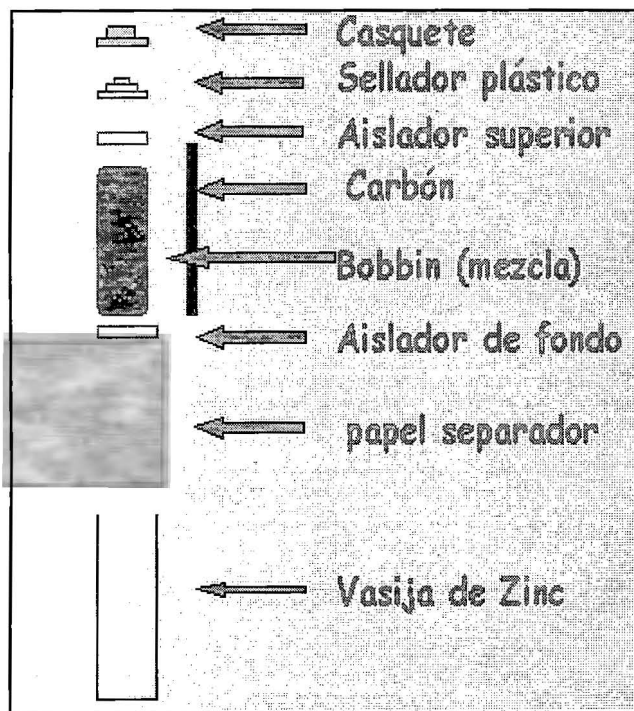
Consta de los siguientes pasos (ver Tabla N° 24 y Fig. 26):

La vasija de zinc es alimentado a la línea R-6, mediante faja transportadora. Se produce la alineación de la vasija y la inserción del papel HOSSHI. Inserción del aislador de fondo. Inserción de mezcla electrolítica. Inserción de aislador inferior, con respectiva apisonamiento de bobbin. Inserción de varilla de carbón. Inserción de Aislador Superior. Inserción de Sellador Plástico. Inserción del Casquete.

Tabla N° 24 Componentes de la Pila Seca R-6

COMPONENTE	DIAGRAMA	INSPECCION	ESPECIFICACION
Aislador de Fondo R-6		Diam. Exterior	16.00 ± 0.10 mm
Aislador Superior R-6		Diam. Exterior Diam. Interior Espesor	12.30 ± 0.10 mm 5.00 ± 0.10 mm 0.60 ± 0.05 mm
Anillo Balnco R-6		Diam. Exterior Diam. Interior	12.70 ± 0.10 mm 8.25 ± 0.10 mm
Casquete R-6		Diam. Exterior Diam. Interior Altura	11.70 ± 0.10 mm 3.95+0.02/-0.01mm 3.30 ± 0.10 mm
Placa de Fondo R-6		Diam. Exterior Altura	12.8 +0/-0.2 mm 1.45 ± 0.05 mm
Tubo de PVC R-6		Ancho de Tubo Espesor de Tubo Contraccion Longit Contraccion Ancho	22.90 ± 0.30 mm 0.07 ± 0.01 mm 71.0 ± 4.0 mm (29%±4%) 12.0 ± 1.0 mm (48%±5%)

Fig. N° 26 Partes de una Pila R-6

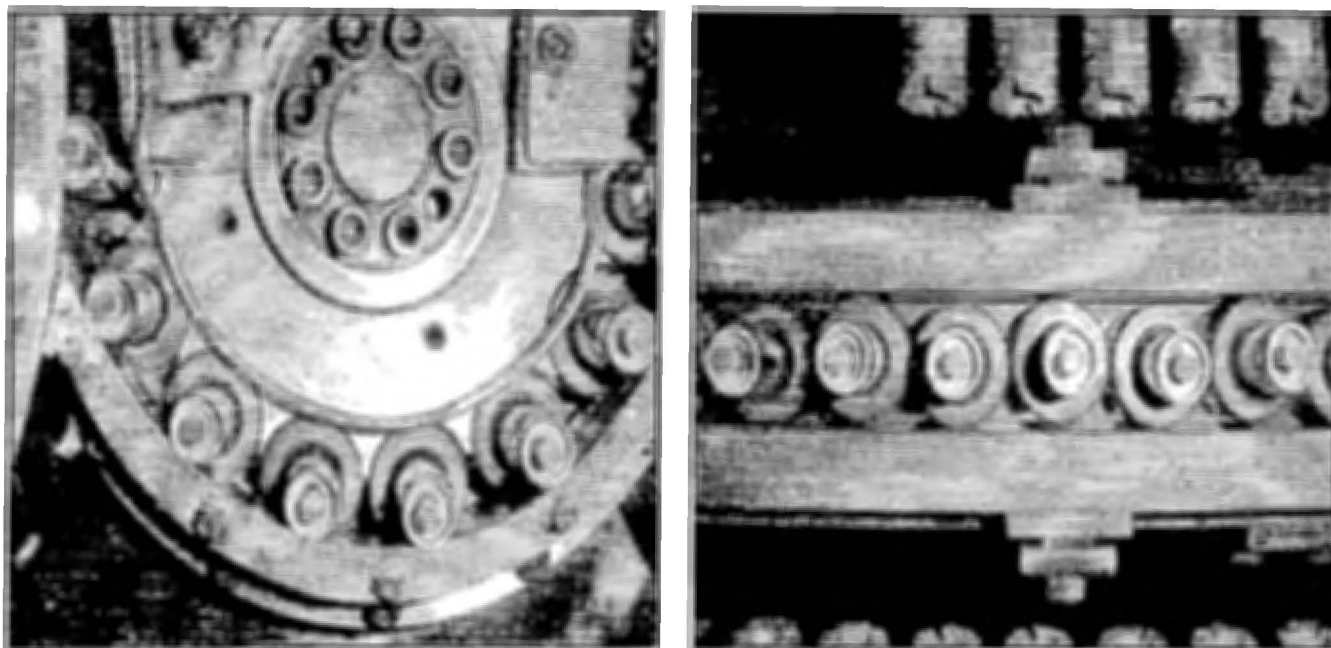


5.5.3. ASFALTADO DE LAS PILAS

El asfalto líquido, es aplicado en el entorno de la varilla de carbón y en el borde de la vasija R-6. Previamente a la máquina se a alimentado con asfalto sólido el cual con un sistema de calentamiento, la temperatura debe estar entre 120 a 170 °C.

El asfalto esta completamente fluido y es depositada alrededor de la varilla y sobre el borde de la vasija de zinc. El empleo de asfalto debe estar en la relación de Asfalto - Aceite Mobilsol 30 de 2 a 1 (6 Kg de asfalto por 3 Kg de aceite). Con una alimentación continua. Se aprecia en la fig. N° 27.

Fig. N° 27 Asfaltado de Pilas R-6



5.5.4. SELLADO DE LAS PILAS R-6

En esta etapa de la producción de pilas secas modelo R-6, la máquina procede a insertar la pila en el interior de la envoltura metálica, coloca el casquete y el anillo rojo y le da el sellado a la pila. La máquina automáticamente, procede a insertar el anillo rojo sobre la parte superior de la pila es decir, por el carbón, seguidamente procede a la inserción de las pilas con la envoltura metálica, e insertando a su vez el casquete integrado. Una vez realizado este procedimiento, el personal que opera la máquina en esta etapa procede a la inspección rutinaria de las pilas, cogiendo 30 pilas antes y después del sellado y midiendo la altura de la pila con PVC y casquete, el cual es registrado en formatos de control, a su vez de esta muestra se cogen 6 pilas para

verificar las medidas de altura de hombro y altura total (Ver Tabla N° 25 y Fig. N° 28), de acuerdo a la siguiente característica:

Fig. N° 28 Dimensiones Pila R-6

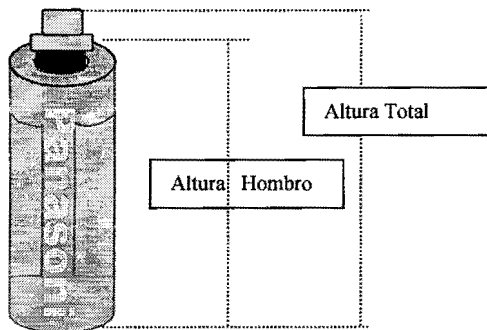


Tabla N° 25 Dimensiones Pila R-6

Características	Especificaciones
Altura de Hombro	47.60 ± 0.05 mm
Altura Total	50.20 ± 0.10 mm
Apariencia	Visual

La máquina durante su operación puede detenerse ante algún problema, el cual se detecta mediante sensores que activan luces en el diagrama de control de la máquina, indicando el lugar del problema. Los insumos empleados en esta etapa son: Pasa por el HORNO 1, produciéndose la contracción del PVC (parte superior). Inserción el anillo blanco. Inserción de placa de fondo. HORNO 2, contracción final de PVC. Inserción de tubo de PVC. Inserción de anillo rojo. Inserción envoltura metálica. Sellado. Inspección final, encajonado automático y almacenaje (envejecimiento).

5.5.5. ACABADO DE LAS PILAS

En esta etapa de la producción de pilas secas R-6, se procede a la inserción de la blinda metálica y el chequeo de su voltaje y amperaje, comparado con el promedio del lote. Para lo cual se verifica y registra la calibración de la máquina y su operatividad, empleando 24 pilas patrón de voltaje, amperaje, al inicio de cada producción, sea cual

sea la hora. Se identifica el lote de pilas antes de empezar el proceso de acabado asegurándose que tenga un periodo de almacenamiento de 5 días como mínimo. Consta de los siguientes pasos:

- A. Suministro de pilas.
- B. Chequeadora de voltaje y amperaje.
- C. Inspección visual y orden de sensor.
- D. El embolsado es de 2 en 2, las pilas con lámina de PVC termoencogibles (Ver Tabla N° 26), esta con las siguientes características:

Tabla N° 26 Lamina de PVC R-6	
Ancho	180 ± 2 mm
Espesor	25 um
Contracción	10 - 50 %
Longitud	1000 m.

- E. HORNO 1, se produce la contracción final de PVC.
- F. Llenado de 24 piezas en caja.
- G. Embalaje, mediante el encintado.
- H. Almacenaje de productos terminados; en esta etapa se procede al acabado, con la alimentación al disco donde se alimenta a la máquina para que automáticamente proceda al chequeo y acabado de las pilas. Previamente, el Inspector del Dpto. de Gestión de la Calidad y Ambiente, coloca en el selector respectivo el valor de Voltaje y Amperaje del lote (Ver Tabla N° 27):

Tabla N° 27 V / A Minimo de Pila R-6

Voltaje Min. (V)	1.550 V
Amperaje Min (A)	4.5 A

Las pilas que salen rechazadas por la máquina chequeadora V/A, serán pasados nuevamente por la chequeadora a las 24 horas con un nuevo promedio de voltaje: $V_{min} = 0.010$ V; de estas pilas, las rechazadas son chequeadas manualmente por voltaje y amperaje y luego se identifica aquellas que tienen problemas de leak. Finalmente se deja vacío el disco de alimentación y hacer que todas las pilas atraviesen la chequeadora, asegurándose que no ingrese al proceso ninguno de los siguientes productos no conformes:

- a. Pilas con ralladura en la envoltura metálica.
- b. Pilas chancadas.
- c. Pilas sin placa de fondo , sin casquete.
- d. Pilas sin PVC, sin anillo rojo.
- e. Pilas con PVC largo, con casquete chancado.
- f. Pilas con bajo voltaje o amperaje.
- g. Pilas con casquete descentrado, con envoltura abierta.
- h. Pilas con defectos de impresión y envoltura invertida.

5.5.6. EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

A. EMBALAJE

En esta etapa, se procede al embolsado y llenado en cajas o display, con 20 pilas de a dos pilas embolsadas y un total de 64 display por caja. Las cajas son encintadas, colocando la fecha de producción y el número de caja. El peso registrado por cada pila, display y caja, se describen en la Tabla N° 28:

MODELO	PILA X Und Kg	PILAS X 2 Pzs C/PVC (Kg)	DISPLAY 20 PILAS Kg	CAJA 12 DISPLAY Kg
UM- 3 SH	0.018	0.037	0.376	4.610

En esta etapa se inspecciona visualmente, asegurando que no exista ningún defecto, ya que la máquina que embala puede ocasionar algunos daños a la pila como:

- a. La pila se golpea o deforma
- b. Mala impresión o defectos en la impresión
- c. Pila sin anillo rojo descentrado
- d. Pila sin casquete integrado o descentrado
- e. Pila mal sellado en la parte superior.
- f. Pila con fondo sucio.

5.6. ANÁLISIS EN EL LABORATORIO

Dentro del proceso de la producción de pilas secas, en la planta industrial Panasonic Peruana S.A., el Laboratorio Químico, desempeña un papel muy importante en el presente estudio y análisis de todos los componentes e insumos que forman parte de la pila seca. Los análisis comunes que se desarrollan para evaluar el presente proyecto de investigación son los siguientes:

5.6.1. ANALISIS DE PELLETS

Los pellets, son analizados por el Laboratorio Químico, este es una composición de Zinc-Plomo, el cual también puede tener cobre, y fierro por contaminación. El muestreo se hace dos veces al día una a primera hora de inicio de operación del horno de fundición y la segunda a la mitad de la jornada de trabajo, se toma una muestra de 5 unidades de pellet en un tiempo de 5 minutos. Se virutea el pellet con una broca carburada y se pesa 1.0 g, el cual es atacado con ácido nítrico (1:3), este es llevado a una plancha de calentamiento, aforado en fiola de 100 ml, y se mide la absorbancia que da lectura en el equipo de Absorción Atómica, previamente se a calibrado con patrones de 20, 40 y 60 ppm de Pb; 1, 2 y 3 ppm de Fe; 1, 2 y 3 de Cu. La concentración es calculada por la siguiente fórmula:

Formula N° 1. Concentración de Metales en Pellets

$$C = \frac{L}{W \times 100}$$

Donde:

C = Porcentaje en peso del elemento en el pellet (% de composición química)

L = Lectura de la concentración en el equipo de Absorción Atómica.

W = Peso del Pellet tomado para análisis.

La especificación requerida del porcentaje en composición química de los metales está descrita en la tabla N° 29, Anexos: N° 7 y N° 8.

Tabla N° 29 Composición Química de Pellets

ELEMENTO	UNIDAD	COMPOSICION
Plomo	%	0.40 ± 0.10
Fierro	%	< 0.003
Cobre	%	< 0.002

5.6.2. ANALISIS DE CLORURO DE ZINC

El cloruro de zinc es un insumo químico en solución al 45.5 % de $ZnCl_2$, que viene a formar la parte electrolítica de la pila, es un insumo nacional, debe ser analizado en laboratorio para constatar su calidad. Se emplea en la elaboración de soluciones electrolítica y mezcla química. Para lo cual se establece parámetros al cual debe estar sujeto este insumo, tabla N° 30. Se realizan los siguientes análisis:

1. Toma de Muestra; el cual es tomado de los tanque por cada ingreso de cloruro de zinc en solución líquida.

2. Medición de la densidad y Temperatura; se emplea un densímetro de escala de 1.480 –1.540 g/ml y una probeta de 1000 ml. Dentro de la probeta se vierte la solución y se sumerge el densímetro, a su vez se sumerge el termómetro simultáneamente a la medición de la densidad. Inmediatamente se registran los valores leídos de densidad y temperaturas en formatos de control. Además se aprecia la curva de densidad del ZnCl₂ versus Temperatura en el Anexo N° 6.

3. Determinación de pH; previamente es calibrado el pH-metro, empleando soluciones buffer de pH 7.0 y pH 4.0, se introduce el electrodo del pH-metro a la solución de cloruro de zinc y se anota el valor registrado por el instrumento (ver Tabla N° 31).

4. Determinación de Metales; dentro del análisis de metales en el cloruro de zinc se verifican presencia de Hierro, Cobre, Plomo y sodio, principales agentes negativos. Para lo cual se transfiere 20 ml de solución de ZnCl₂ a una fiola de 100 ml, empleando pipeta volumétrica, luego agregar 5 ml de ácido nítrico 1:3, enrasar con agua destilada. Preparar curva de calibración con patrones de 1, 2, 3 ppm de Fe, Cu, Pb y Na. Los parámetros de los metales son descritos en los Anexos: N° 7 y N° 9. Luego calcular los ppm de Fe, Cu, Pb, y Na, de la siguiente fórmula:

Formula N° 2 Concentración de Metales en ZnCl₂

$$C = L * f_d$$

Donde:

C = ppm de Pb, Fe, Cu y Na en ZnCl₂.

L = Absorbancia registrada por el equipo de Absorción Atómica.

f_d = Factor de Dilución del Cloruro de Zinc.

5. Las características físicoquímicas del ZnCl₂, se describen en la Tabla N° 30 y son las siguientes:

Tabla N° 30 Parámetros Físicoquímicos del ZnCl

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES
pH	-	2.5 -3.0
Densidad	g/ml	1.495±0.005
Temperatura	°C	20
Plomo	ppm	< 3 ppm
Hierro	ppm	< 5 ppm
Cobre	ppm	< 0.5 ppm
Sodio	ppm	< 2000 ppm

6. La adición de cloruro de zinc es beneficiosa en varios aspectos:
- Como sustancia higroscópica, mantiene la humedad del electrolito, que seca más lentamente, y por consiguiente la pila tiene mayor duración.
 - Da una cierta acidez al electrolito, lo cual hace más constante la fuerza electromotriz de la pila.
 - Favorece la gelatinización de la mezcla de almidón y harina.
 - Por combinarse con el gas amoníaco producido en la pila, disminuye el desprendimiento de gases, favoreciendo así la despolarización.

5.6.3. ANALISIS QUIMICO DE SOLUCIONES 106, 130 Y 135

Para la preparación de las soluciones 106, 130 y 135. De acuerdo al instructivo de trabajo de la empresa, el Laboratorio Químico, analiza los siguientes parámetros : pH, densidad, temperatura, fierro, cobre, plomo y sodio, en ppm. La toma de muestras se realiza en frascos de vidrio de 500 ml de capacidad, una vez por semana, cuando el operario de planta culmina con la preparación de las soluciones. Los análisis efectuados a las soluciones químicas son:

A. MEDICION DE LA DENSIDAD Y TEMPERATURA

Para lo cual se emplea una probeta de 1000 ml, para verter las soluciones electrolíticas y los siguientes densímetros para los casos:

Solución 106, escala de 1.000 – 1.200 g/ml,

Solución 130, escala de 1.200 – 1.400 g/ml,

Solución 135, escala de 1.200 – 1.400 g/ml.

Para el análisis de las soluciones se sumerge el densímetro en la probeta con la solución respectiva, se lee la densidad que registra el densímetro, respecto a la temperatura del líquido, el cual debe estar en concordancia de la tabla de densidades (Ver Anexo N° 4).

B. DETERMINACION DE pH

Para la determinación de la acidez de las soluciones, previamente, este es calibrado con buffers de pH. 4.00 y pH. 7.00, y luego se introduce el electrodo del pH-Metro y se registra la lectura obtenida por el equipo (Ver Anexo N° 4).

C. DETERMINACION DE METALES PESADOS EN LAS SOLUCIONES

De acuerdo al instructivo de trabajo, recomienda, emplear 20 ml, de solución enrasados en una fiola de 100 ml con 5 ml de ácido nítrico al 30 %, enrasado con agua destilada. Luego esta muestra es llevado al equipo de Absorción Atómica, para detectar las cantidades en ppm de Fe, Cu y Pb, los parámetros establecidos para la elaboración de las soluciones electrolíticas, se describen en las tablas: N° 31, N° 32 y N° 33:

Tabla N° 31 Solución 106

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES
pH	-	6.3±0.3
Densidad	g/ml	Ver Tabla
Temperatura	°C	Ver Anexo 4
Plomo	ppm	<3 ppm
Fierro	ppm	<5 ppm
Cobre	ppm	<0.5 ppm

Tabla N° 32 Solución 130

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES
pH	-	4.3±0.3
Densidad	g/ml	Ver Tabla
Temperatura	°C	Ver Anexo 4
Plomo	ppm	<3 ppm
Fierro	ppm	<5 ppm
Cobre	ppm	<0.5 ppm

Tabla N° 33 Solución 135

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES
pH	-	4.5±0.3
Densidad	g/ml	Ver Tabla
Temperatura	°C	Ver Anexo 4
Plomo	ppm	<3 ppm
Fierro	ppm	<5 ppm
Cobre	ppm	<0.5 ppm

5.6.4. ANALISIS DE ZINC ELECTROLÍTICO

El zinc electrolítico es un insumo químico de suma importancia en el proceso de elaboración de las pilas secas. Cada lote de ingreso de Zinc electrolítico es previamente analizado en el Laboratorio de Control de Calidad. Este insumo es de procedencia nacional, los análisis químicos se desarrollan de acuerdo al Listado de Estándares de Calidad para el Zinc electrolítico (Ver Anexos: N°7 y N° 8). Y es analizado similar al punto 5.6.1.

5.6.5. ANALISIS DE DIOXIDO DE MANGANESO ELECTROLITICO Y NATURAL

Para el análisis tanto del Dióxido de Manganeso Electrolítico (GME) y Natural (GMT), se emplea el método JIS - K 1467 – 1984 (Norma de Estandar de la Industria Japonesa).

5.6.5.1. OBJETIVO

La Norma de la Industria Japonesa, especifica para el dióxido de manganeso electrolito y natural empleado para pilas secas, de acuerdo a la calidad del manganeso, el cual será analizado de acuerdo con el punto 4.

5.6.5.2. METODO DE MUESTREO

Sacar una muestra al azar de sacos por lote de ingreso, la muestra será de 500 g, la cual representará el total del lote. Esta será puesta dentro de un recipiente limpio, seco y almacenado con tapa.

5.6.5.3. METODO DE ENSAYO

Para analizar el Porcentaje de Dióxido de Manganeso, se añade solución de Ácido Oxálico, luego es separado la muestra por calentamiento, un exceso de ácido oxálico para enjuagar la muestra, luego es titulado con solución de permanganato de potasio y el contenido de dióxido de manganeso es obtenido por la cantidad de ácido oxálico, que ha reaccionado con la muestra.

5.6.5.4. REACTIVOS

Los reactivos a emplear son los siguientes:

1. Solución de Acido Oxalico (0.7 w/v %), Pesar 9.8 g de Acido Oxalico, especificado en el JIS8519, disuelto con 800 ml de agua y añadir 2000 ml de ácido sulfúrico (1 1).

2. Solución de Permanganato de Potasio 1/50 mol/l (N/10)

a. Preparación: Pesar 3.2 g de permanganato de potasio, especificado en el JIS K 8247, dentro de un frasco de fondo blanco, disolver adicionando 1050 ml de agua y lentamente hervir por un tiempo de 1 a 2 horas. Dejar enfriar en un lugar oscuro

por una noche, al día siguiente filtrar la solución preparada, empleando un embudo de vidrio (no lavar con agua antes y después de la filtración). Colocar la solución dentro de una botella de color ambar, por aproximadamente 30 min. Para ser empleado.

b. Estandarización: Pesar aprox. 0.3 g de oxalato de sodio, especificado en el JIS K 8005, dentro de un frasco Erlenmeyer de 500 ml, y disolver adicionando 80 ml de agua y 20 ml de ácido sulfúrico (1:1). Titular con 1/50 mol/l (N/10) de solución de permanganato de potasio.

Separadamente adicionar 20 ml de ácido sulfúrico (1:1), con 80 ml de agua, correr el blanco respecto al ensayo, calentar de 55 a 60 °C y calcular el factor de 1/50 mol/l (N/10) de solución de permanganato de potasio, de la siguiente formula N° 3:

Formula N° 3 Factor de Solución del KMnO_4

$$F = \frac{m * (N / 100) * 1000}{(a - b) * 134.0 * (1 / 20)}$$

Donde:

f = factor de 1/50 mol/l (N/10) de solución de permanganato de potasio.

m = masa de oxalato de sodio (g).

N = contenido de oxalato de sodio en (%).

a = cantidad de 1/50 mol/l (N/10) de solución de KMnO_4 , gastado en la titulación.

b = cantidad de 1/50 mol/l (N/10) de solución de KMnO_4 , gastado en la titulación del blanco.

5.6.5.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Pesar aproximadamente 0.25 g de muestra en un Erlenmeyer de 500 ml y adicionar con una pipeta volumétrica 50 ml de solución de ácido oxálico (0.7 %).
2. Cubrir con una luna de reloj y disolver la mezcla con agitación, empleando un agitador magnético de 15 a 20 minutos, mientras tanto regular la temperatura de la solución en un baño de agua, a temperatura de la solución entre 55 a 60 °C.
3. Lavar la solución dispersa en el interior y pared de la superficie del erlenmeyer, y la pared interna del frasco y regular la cantidad de solución aproxim. a 60 ml.
4. Controlar la temperatura a 30 °C y adicionar 1/50 mol/l (N/10), solución de permanganato de potasio agitando.
5. Se mantiene una continua agitación hasta que desaparezca el color rojo; continuar la titulación mientras tanto calentar de 55 a 60 °C y observar que el color rojo tenue no desaparezca por 30 segundos, para luego finalizar ⁽¹⁴⁾.
6. Ensayar un blanco, separadamente tomar 50 ml de solución de ácido oxálico (0.7 w/v %), con una pipeta volumétrica y diluir la cantidad de solución cerca de 60 ml, con adición de agua, enseguida proseguir con la operación de los puntos (4) y (5).

5.6.5.6. CALCULOS

El dióxido de manganeso será calculado por la siguiente formula:

Formula N° 4 Contenido de Dióxido de Manganeso (%)

$$A = \frac{(b - a) * 0.004347 * f}{S * ((100 - H) / 100)} * 100$$

Donde:

A = Porcentaje de dióxido de manganeso (%).

a = Cantidad de 1/50 mol/l (N/10) solución de KMnO₄, requerido para titular la muestra problema (ml).

b = Cantidad de 1/50 mol/l (N/10) solución de KMnO₄, para titular el blanco (ml).

f = factor de 1/50 mol/l (N/10) solución de permanganato de potasio.

S = masa de muestra (g).

H = contenido de agua en muestra obtenida en 5.6.5.7.

0.004347 = dióxido de manganeso, cantidad equivalente de 1/50 mol/l (N/10) solución de permanganato de potasio (g/ml).

5.6.5.7. CONTENIDO DE AGUA

El contenido de agua es obtenido, cuando una muestra es secada por calentamiento en una estufa eléctrica a 107 ± 2 °C por 2 horas.

(14) Añadir gota a gota, cerca de 0.5 ml, antes y después de finalizar gotas de permanganato de potasio, hasta que desaparezca. JIS K 1441 -1986.

a. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

1. Horno: Este es capaz de controlar la temperatura de 107 ± 2 °C.
2. Placa Petri: De tamaño nominal de 50 x 30 mm, especificado en JIS R 3503.

b. PROCEDIMIENTO

1. Pesar aproximadamente de 5 g de muestra en una placa petri, expandir la muestra de tal manera que se mantenga uniforme, cubrir y medir la masa con una aproximadamente. de 1 mg.
2. Secar por calentamiento por 2 horas graduando el horno a 107 ± 2 °C, cubrir la placa petri, poniendo dentro de un secador y dejar en cuarto fresco.

c. CALCULOS

El contenido de agua, será calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

Formula N° 5 Contenido de Agua en MnO ₂
$\% H = \frac{S - S_o}{S} * 100$

Donde:

H = Contenido de Agua (%)

S = Masa de muestra (g)

S_o = Masa de muestra después de secado.

5.6.5.8. DETERMINACION DE METALES (Fe, Pb, Cu Y Na)

Una muestra es disuelta con HCl y el contenido de metales es obtenido empleando una longitud de onda de 248.3 nm, para el caso de fierro, Cu = 324.8 nm, Pb = 217 nm y Na = 589 nm. de acuerdo al método de la llama, aire-acetileno, del equipo de Absorción Atómica.

a. REACTIVOS

1. Ácido Clorhídrico, concentrado al 37 % de pureza.
2. Cloruro de Manganeso, especificado en JIS 8160.
3. Solución Standard de Fierro (1 mg Fe/ ml): Obtenido de Fe 1000 ppm.
4. Solución Standard de Plomo (1mg Pb/ml): Obtenido de Pb 1000 ppm.
5. Solución Standard de Cobre (1 mg Cu/ml): Obtenido de Cu 1000 ppm.
6. Solución Standard de Sodio (1 mg Na/ml): Obtenido de Na 1000 ppm.

b. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

1. Equipo de Absorción Atómica.
2. Lámpara de cátodo hueco de Fe, Cu, Pb y Na.

c. PROCEDIMIENTO

1. Pesar 10.0 g de muestra dentro de un vaso de 500 ml.

2. Adicionar 50 ml de HCl, cubrir con luna de reloj, disolver por calentamiento y evaporar hasta poco antes de secarlo.
3. Después dejar enfriar, adicionando 10 ml de HCl y 50 ml de agua, disolver la sal soluble con calentamiento.
4. Filtrar la solución empleando un papel de filtro de clase 5B y lavar con agua caliente. Recibir el filtrado en un frasco de 250 ml y adicionar agua hasta enrasar y leer la solución de muestra en el equipo de Absorción Atómica.
5. La muestra de la solución es atomizado por el equipo de Absorción Atómica de dentro de la llama de Aire – Acetileno.

d. CALCULOS

La cantidad de metales será obtenida dentro de la curva preliminar preparada y será calculado de la formula siguiente:

Formula N° 6 Contenido de Metales en MnO₂ (%)

$$I = \frac{M * (1/1000)}{S} * 100$$

Donde:

I = Contenido de Fe, Cu, Pb o Na (%).

M = Contenido de Fe, Cu, Pb o Na, obtenido de la curva de trabajo (mg).

S = Masa de muestra (gr).

5.6.6. ANALISIS DE CLORURO DE AMONIO

De acuerdo al Estándar Industrial Japonés JIS K 1441-1986, para el análisis de Cloruro de Amonio, debe estar de acuerdo a las especificaciones de la tabla N° 34.

Tabla N° 34 Composición Química del Cloruro de Amonio

ITEM	ESPECIFICACION PARA USO GENERAL	ESPECIFICACION PARA PILAS SECAS
% NH ₄ Cl	Min. 98.9	Min. 99.0
% Humedad	Max. 0.7	Max. 0.5
% Hierro	Max. 0.02	Max. 0.0005
% Plomo	-	Max. 0.005
% Ion Sulfato	-	Max. 0.02
%Residuo de Ignición	Max. 0.4	Max. 0.4
pH	4.0 a 6.5	4.0 a 5.5

5.6.6.1. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE CLORURO DE AMONIO

Para determinar el porcentaje de cloruro de amonio existente en una cantidad de muestra se requiere los siguientes reactivos:

a. **SOLUCION AZUL DE THYMOL (C₂₇H₃₀O₅S)**

Disolver 0.1 g de Azul de Thymol, con 20 ml de etanol y enrasar con agua destilada a una fiola de 100 ml.

b. SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO (0.1 N)

Diluir 100 ml de Hidróxido de sodio 1 N en solución con agua destilada libre de Dióxido de Carbono, enrazado en fiola de 1 L. Y respectivamente estandarizarlo disolviendo de 2 a 2.5 g de ácido Amidosulfúrico, previamente secado en un desecador por 48 horas.

Disolver con agua herbida libre de CO₂ y enrazar en fiola de 250 ml. Coger 25 ml con pipeta volumétrico, dentro de un Erlenmeyer. Adicionar gotas de Azul de Thymol, y titular con Hidróxido de Sodio 0.1 N hasta que vire el color de Azul a Amarillo.

Calcular el factor de 0.1 N de Solución de Hidróxido de Sodio de acuerdo a la fórmula N° 7:

Formula N° 7 Factor del Hidróxido de Sodio en Solución

$$f = \frac{G \times (P/100) \times (25/100)}{V \times 0.009709}$$

Donde:

f = Factor de 0.1 N Hidróxido de Sodio en solución.

G = Peso de Ácido Amidosulfúrico (g)

P = Contenido de Ácido Amidosulfúrico (%)

V = Volumen consumido en la titulación con 0.1 N solución de NaOH (ml)

0.009709 = Cantidad de Ácido Amidosulfurico equivalente a 0.1 N NaOH.

5.6.6.2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento experimental se lleva a cabo, pesando en un vaso de vidrio 5 g de muestra, este es disuelto con agua y enrasado en una fiola de 1 litro. Previa agitación se coge 25 ml con pipeta graduada, de la solución preparada en un Erlenmeyer, adicionar 10 ml de solución Formalin (1 + 1), agitar y adicionar 0.5 ml de solución de Azul de Thymol como indicador, titular con la solución de Hidróxido de Sodio 0.1 N, agitando observar el cambio de color de amarillo a azul. Anotar el volumen gastado. Separadamente tomar 25 ml, de agua dentro de un Erlenmeyer, y correr el blanco similar a la muestra problema.

5.6.6.3. CALCULO

El porcentaje de Cloruro de Amonio es calculado de con la Fórmula N° 8.

Formula N° 8 Contenido de Cloruro de Amonio (%)

$$A = \frac{0.005349 \times (B - C) \times f}{S \times (25/100)} \times 100$$

Donde:

A = Porcentaje de Cloruro de Amonio (%)

B = Volumen consumido de la solución de NaOH 0.1 N, con la muestra (ml).

C = Volumen consumido con la solución NaOH 0.1 N, con el Blanco (ml).

S = Peso de la muestra (g)

f = Factor de 0.1 N de solución de NaOH.

0.005349 = Cantidad de NH_4Cl , a 1 ml o 0.1 N solución de NaOH.

5.6.6.4. CONTENIDO DE HUMEDAD

La humedad se determina, pesando 5 g de NH_4Cl , en una placa petri, y se lleva a una estufa eléctrica por 3 horas a una temperatura de 100 – 105 °C. Sacar y dejar enfriar a temperatura ambiente en un desecador, y calcular el contenido de humedad:

Formula N° 9 Contenido de humedad en el Cloruro de Amonio

$$D = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

Donde:

D = Contenido de agua (%)

M1 = Peso de la muestra húmeda (g)

M2 = peso de la muestra después de las 3 horas de secado (g)

5.6.6.5. DETERMINACIÓN DE pH

Se determina pesando 10.0 g de muestra en un Erlenmeyer, y disolver dentro con 50 ml de agua fría sin contenido de dióxido de carbono. Agitar y

controlar la temperatura de la solución a 25 °C, proceder a obtener el pH de acuerdo a la lectura que registra el pH-Metro.

5.6.6.6. DETERMINACIÓN DE FIERRO EN NH₄Cl

Entre los reactivos empleados tenemos:

a. SOLUCIÓN DE CLORURO DE HIDROXILAMINA (100g/l)

Disolver 10 g de cloruro de hidroxilamina, con agua en fiola de 100 ml.

b. SOLUCION DE ACETATO DE AMONIO (250 g/ l) (CH₃COONH₄)

Disolver 25 g de acetato de amonio con agua destilada en fiola de 100 ml.

c. SOLUCION DE 1-10 PHENANTROLINA (1 g/l)

Disolver 0.12 g de cloruro de o-phenantrolina, con agua en fiola de 100 ml.

d. SOLUCION ESTANDAR DE FIERRO (0.01 mg Fe/ml)

Pesar 8.63 g de Sulfato de Fierro amoniaco (III).12-H₂O; adicionar 10 ml de ácido nítrico (1+6). Disolver con agua destilada y aforar en fiola

1000 ml. Coger una alícuota de 10 ml de la solución y enrasar en fiola de 1 l adicionando 10 ml de HNO₃ (1+6).

e. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Pesar 1 g de muestra, en un Erlenmeyer. Adicionar 0.5 ml de HCl cc. Con 30 ml agua destilada, hacer hervir y enfriar. Filtrar la solución y lavando en vaso llevar a fiola de 100 ml, previamente adicionar 1 ml de cloruro de hidroxilamina; 5 ml de solución de 1-10 phenantrolina; 10 ml de acetato de amonio en solución. Diluir y aforar con agua destilada. Agitar por 20 minutos. Leer en equipo de Absorción atómica a 510 Nm. El porcentaje de fierro es determinado de acuerdo a la formula N° 10:

Formula N° 10 Contenido de Fierro en Cloruro de Amonio(%)

$$C = \frac{A}{S} \times 100$$

Donde:

C = Porcentaje de Fierro (%)

A = Cantidad de Fierro detectado en muestra (g).

S = Peso de la muestra.

5.6.7. ANALISIS DE OXIDO DE ZINC

En este punto es importante analizar el contenido de metales existentes en el oxido de zinc.

5.6.7.1. ANÁLISIS DE METALES EN ZnO

La determinación de metales en ZnO, tales como Pb, Fe, Cu y Cd, es muy importante y se prosigue de la siguiente manera:

- a. Pesar 5 g de ZnO, en un vaso de precipitado de 250 ml.
- b. Adicionar 30 ml de agua destilada, seguidamente 10 ml de HNO₃ concentrado.
- c. Llevar a la plancha eléctrica, hasta disolver.
- d. Enfriar y enrasar en fiola de 50 ml, con agua y homogenizar.
- e. Proceder a leer en el equipo de Absorción atómica, haciendo el cambio de las lámparas de cátodo hueco de Pb, Fe, Cu y Cd.
- f. El cálculo es realizado de acuerdo con la Formula N° 11.

Formula N° 11 Contenido de Metales en Cloruro de Amonio (%)

$$\text{Ppm de metal} = \frac{\text{Absor (Nm)} \times \text{Venrase (ml)}}{\text{W peso de muestra (g)}}$$

5.6.8. ANALISIS DE HUMO DE ACETILENO

De acuerdo al Estándar Industrial Japonés JIS K 1469 – 1966, para el análisis de Humo de Acetileno, se analiza lo siguiente:

5.6.8.1. ANÁLISIS DE HUMEDAD

Pesar 1 g de la muestra del Humo de Acetileno, dentro de una placa petri, previamente tarado, se lleva a una estufa eléctrica, donde se deshumedece a una temperatura de 105 –110 °C por 2 horas, luego del cual se lleva a un desecador hasta temperatura ambiente. Finalmente se pesa y se calcula el porcentaje de humedad contenida en 1 g de muestra, de acuerdo a la formula N° 12.

Formula N° 12 Contenido de Humedad (%)

$$H = \frac{W - W_o}{W}$$

Donde:

H = Porcentaje de humedad (%).

W = Peso inicial de la muestra original (g).

Wo = Peso final seco de muestra (g).

5.6.8.2. DENSIDAD APARENTE

Para este análisis se emplea una probeta plástica de 100 ml, previamente tarado y se pesa una cantidad de muestra, luego por espacio de 5 minuto se golpea la probeta sobre una base sólida, con el objeto que se contraiga u ocupe menor volumen dentro de la probeta. Se da lectura al nuevo volumen de la probeta y se calcula de acuerdo a la formula N° 13.

Formula N° 13 Densidad Aparente

$$D = \frac{W}{V}$$

Donde:

D = Densidad Aparente (g/cc).

W = Peso de la muestra original (g).

V = Volumen de la muestra después de golpear por 5 minutos (cc).

5.6.9. ANALISIS DE ASFALTO O BREA

El método para el análisis del punto de fusión del Asfalto de tipo IV, es adaptado de acuerdo con la Norma ASTM-D-312,, lo cual indica lo siguiente:

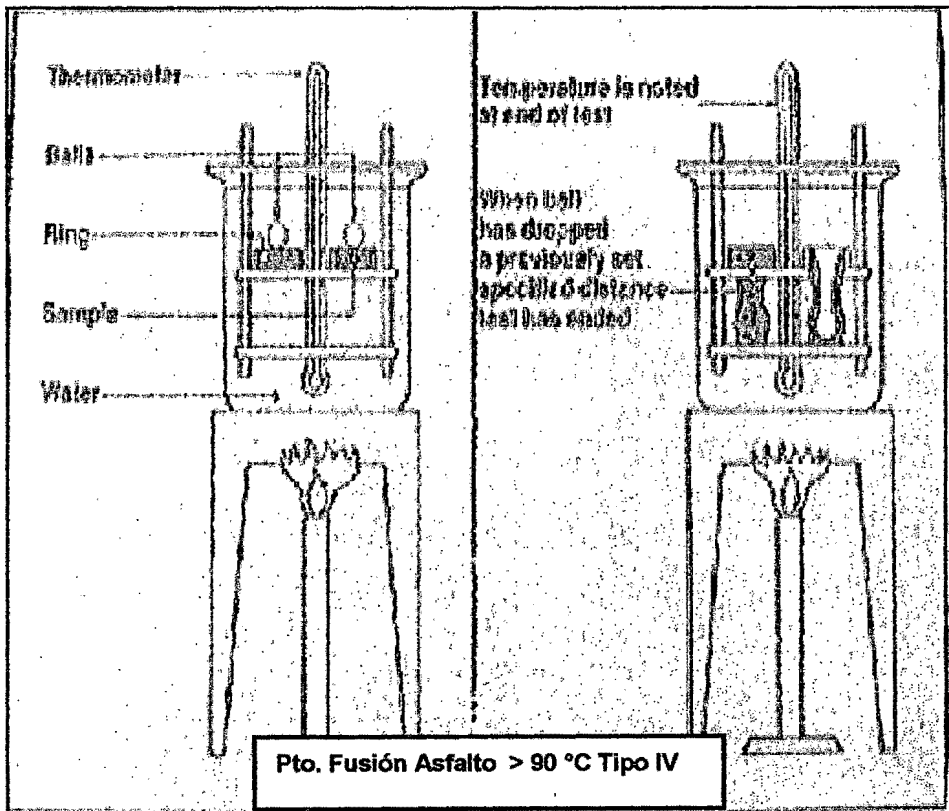
- a. Tomar una muestra representativa del lote del asfalto tipo IV, del cual 200 g, es puesto en un vaso de 250 ml, y sometido a una plancha eléctrica, hasta que el asfalto se derrita completamente. Ver Tabla N° 35.
- b. El asfalto líquido es vertido dentro de la superficie interna de un anillo, este debe estar sobre una superficie aceitada para que no se pegue el asfalto cuando se solidifique.
- c. Dentro de otro vaso de precipitado de unos 500 ml, debe introducirse una base metálica con ranura circunferencial, del mismo diámetro del anillo y este es puesta sobre la ranura.
- d. Sobre el anillo con asfalto sólido es puesto una bola metálica de acero de menor diámetro interno del anillo.

- e. Una vez elaborado este sistema, se procede a adicionar agua potable, hasta cubrir toda la superficie de anillo con la bola metálica.
- f. El vaso que contiene el anillo con agua, es llevado a una plancha eléctrica para someterle calor hasta que el agua hierva y por ende el asfalto comienza a derretirse.

Tabla N° 35 Clasificación del Asfalto

TIPO I		TIPO II		TIPO III		TIPO IV	
Min. °C	Max. °C	Min. °C	Max. °C	Min. °C	Max. °C	Min. °C	Max. °C
57.2	66.1	70	80	85	96.1	98.9	107.2

Figura N° 29 Esquema del Análisis de Brea



6. A medida que transcurre el tiempo de calentamiento del agua, se va controlando la temperatura con un termómetro de 100 °C, y por especificación del tipo del asfalto, este debe derretirse y hacer hasta la base interna del vaso.
7. Una vez ocurrido este hecho, se procede a anotar la temperatura final, cuando la bola con el asfalto, ha caído al fondo del vaso.
8. Si el punto de fusión del asfalto analizado supera los 90 °C, este es aceptable.
9. De acuerdo a las especificaciones técnicas del asfalto ASTM – D 312 – Método de análisis D 36; clasifica al tipo de asfalto de acuerdo a la Tabla N° 35.

5.6.10. ANALISIS DE AGUA

Para procesar y ahorrar costos la empresa opta por emplear agua de pozo, este con alta cantidad de sales minerales y metales pesados, el cual no es conveniente emplear directamente, más aún en esta etapa que se emplea el mercurio en menor porcentaje, por ello es conveniente tratar el agua de la planta, con un equipo llamado Osmosis Inversa, que hace del agua más pura. De acuerdo a las especificaciones técnicas que son recomendadas por la casa matriz de Japón, recomiendan para este tipo de pila sin mercurio una calidad de agua que reúna las características, de acuerdo al Anexo N°10 y Tabla N° 36 ⁽¹⁵⁾.

⁽¹⁵⁾ Tabla N° 1, del Manual de Matsushita Battery Industrial Co. 1972

Tabla N° 36 Especificaciones Fisicoquímicas para el Agua en Pilas

ESPECIFICACIONES DEL AGUA		
PARAMETROS	CALIDAD REQUERIDA	METODO DE ENSAYO
Turbiedad	< 10 ppm	JIS K 0101
pH	7.0 ± 2.0	JIS K 0101
Fierro	< 1 ppm	JIS K 0101
Cobre	< 0.03 ppm	JIS K 0101
Plomo	< 0.1 ppm	JIS K 0101
Residuos Evaporados	< 150 ppm	JIS K 0101

En este punto se detallan los distintos tipos de análisis al agua de planta y los tipos de agua que se presenta en la producción de pilas secas, a saber:

5.6.10.1. AGUA DE POZO

Esta agua se obtiene del subsuelo, el cual proporciona el suministro potable a toda la integridad de la planta, con ello se desarrolla el proceso de producción de pilas, este tipo de agua no ingresa directamente a la planta, previamente es tratado por un sistema de Osmosis Inversa purificando el mismo. Para un mejor control y estudio se ha desarrollado periódicamente un análisis de metales y sólidos totales en la misma el cual se encuentran descritos en el Anexos: N° 10 y N° 11.

5.6.10.2. AGUA OSMOSIS INVERSA

La termodinámica de equilibrio describe a la presión osmótica y la define como la presión requerida para mantener un sistema de estado de equilibrio. Es decir el agua que ingresa al equipo de ósmosis, con una concentración de metales,

caliche, sales, impurezas, etc, pasan por un cartucho de carbón activado, el cual atrapa las partículas metálicas, dando por consiguiente una calidad de agua superior. De acuerdo al presente estudio se detallan datos (Ver Anexos: N° 10 y N° 11) de distintos puntos de muestreo en la planta de tratamiento, el antes y después del sistema de ósmosis, para la reducción de mercurio.

5.6.10.3. VAPOR DE AGUA CONDENSADO

Los datos estadísticos, obtenidos del análisis del agua para adecuar sus características fisicoquímicas, se encuentran en los Anexos: N° 10 y N° 11:

5.6.11. ANALISIS DE EFLUENTES LIQUIDOS Y SÓLIDOS

Periódicamente se realizan análisis de efluentes líquidos y sólidos, que resultan de la producción de pilas secas. Tal como se visualiza en los anexos: N° 12 y N° 13. El cual describe, la importancia de mantener un continuo seguimiento en el monitoreo del contenido de metales pesados que se vierten al desagüe, ocasionando una grave contaminación si no se controla en especial el mercurio, plomo, manganeso, etc. De la misma manera con los gases emanados al aire por la chimeneas de la caldera y horno de fundición.

El anexo N° 12.2, indica el monitoreo de productos no conformes en la producción de pilas R-20, es decir los objetivos a reducir en un periodo de tiempo, para reducir mermas en la producción, de acuerdo a la grafica se cumple con los objetivos trazados.

El anexo N° 13, indica los resultados de los análisis realizados a la muestra de lodo de la poza de sedimentación donde los metales incluyendo el mercurio exceden los límites permitidos.

5.7. CONTROL DE CALIDAD DE LAS PILAS

El Dpto. de Control de Calidad es la encargada de verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad de los insumos y productos terminados de pilas secas que ingresan a los almacenes de insumos y Producto Terminado de PANAPERU. De acuerdo a la pirámide de la Fig. N° 30.



Existen 8 características principales con las cuales debe contar una pila, y todas estas se resumen que para mantener una buena performance de la pila, debe contar con una alta calidad de Insumos y componentes; para garantizar mayor tiempo de duración de las pilas. Su producción y control deberán ser capaces de resistir a derrames, condiciones extremas del medio ambiente, etc.

5.7.1. INSPECCION Y CONTROL EN EL PROCESO DE LA PILA

La evaluación del Control de Calidad en el proceso de la pila, se inicia desde la inspección de los insumos, en el proceso y producto terminado.

5.7.1.1. INSPECCION DE INSUMOS

La identificación de los Insumos inspeccionados se realiza de sgte. Manera:

- a. Materias primas y/o P.T. conformes: Etiqueta de color verde.
- b. Materias primas y/o P.T. no conforme: Etiqueta de color rojo.

Si el insumo y/o P.T. es conforme el inspector de GCA, da la conformidad sellando la guía de remisión de proveedores nacionales o factura en caso de los proveedores importados e informa al Jefe de Almacén para su recepción. Si el insumo no es conforme proceder con devolver el producto ingresado a la planta. Para lo cual se solicita el reporte de saldo de ordenes de compras de insumos nacional e importado al asistente de Departamento de Logística. En el reporte

mencionado se identifica los insumos a inspeccionar del mes en curso y de acuerdo a la lista de insumos críticos, Anexo N° 3.

Una vez ingresado el producto o material a la planta, se procede a inspeccionar, registrando el número de guía de remisión de los proveedores nacionales o el número de factura de los proveedores importados, en los registros correspondientes. En caso de material no químico el inspector de GCA realiza la toma de muestra y procede a realizar la inspección de las características y atributos de acuerdo a los estándares de calidad de los insumos (Ver Anexo N° 3). Los resultados se registran en sus correspondientes registros de inspección de insumos no químico, y reporte de análisis químico de insumos.

5.7.1.2. INSPECCION EN EL PROCESO DE LA PILA

En esta etapa se inspecciona en los siguiente puntos:

A. COCIDO R-20:

- **Bobbin**; se mide la altura de hombro con n = 5 pzs/máq. Se verifica su peso, diámetro y adherencia y se registra y discute los valores.
- **Inyección de Asfalto**; medir la temperatura en el tanque de inyección de asfalto 2 veces/día e inspeccionar el peso de asfalto n = 5 pzs.
- **Inserción de casquete y bordeado**; medir la altura con casquete y altura de bordeado de la pila de n = 5 pilas de cocido.

- **Voltaje y Amperaje;** se mide el Voltaje – Amperaje (V-A) de la pila de cocido sacando una muestra de $n = 20$ pilas cada 2 horas y registrando en modo de histograma. Y debe estar dentro del rango de acuerdo a Tabla N° 37.

Tabla N° 37 Condiciones de la Pila R-20 en la Etapa de Cocido

CONDICION	RANGO COCIDO	RANGO ACABADO
Voltaje Pila	$1.580 \leq V_{pila} \leq 1.725$ Voltios	$1.550 \leq V_{pila} \leq 1.725$ Voltios
Amperaje Pila	Apila ≥ 4.5 Amperios	Apila ≥ 4.5 Amperios

B. ACABADO R-20

- **Contracción de PVC y Trazabilidad;** Inspección de la contracción del tubo de PVC y la trazabilidad de $n = 5$ pzs.
- **Pila Terminada;** Medir la Altura de hombro y altura total de $n = 5$ pzs de la pila terminada R-20, verificar simultáneamente su apariencia y acabado.
- **Embolsado y Embalaje;** Inspección de atributos.

C. COCIDO R-6

- **Inyección de Mezcla;** medir peso del bobbin de $n = 10$ pzs/día.
- **Adherencia;** Inspección visual la adherencia de mezcla en el papel separador de $n = 5$ pzs después de la presión de mezcla.
- **Bordeado e Inspección de Varilla de Carbón;** medir la altura A3 de $n = 10$ pzs/día, así mismo medir la altura de bordeado, altura de carbón de $n = 5$ pzs.

- **Aplicación de Asfalto;** verificación del asfalto en el carbón y borde de la vasija sea la correcta de $n = 5$ pzs.
- **Inserción de Sellador Plástico;** medir la altura desde el borde superior del PY hasta el borde inferior de la vasija de $n = 5$ pzs.
- **Contracción de PVC y Trazabilidad;** inspección visual de la contracción del tubo de PVC y la trazabilidad de $n = 5$ pzs.
- **Altura de Hombro y Altura Total;** medida de altura de hombro y altura total $n = 5$ pilas de cocido R-6, verificando visualmente su apariencia y acabado.
- **Voltaje Amperaje;** de acuerdo a la Tabla N° 38 de Cocido R-6.

D. ACABADO R-6

- **Inspección del embolsado y embalaje de la pila R-6.**
- **Aprobación del Registro del lote de cocido;** se hace de acuerdo a los resultados de Voltaje – Amperaje, mostrados en un histograma respectivo y comparado con la Tabla N° 38, indicando la aprobación o rechazo del lote.

E. APROBACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

- La Aprobación del Producto final de los modelos R-6 se hace mediante muestreo con la finalidad de liberar el producto, cogiendo 20 pilas, cada 2 horas. Se mide el V-A y se verifica su apariencia externa, haciendo su histograma respectivo, de acuerdo a la Tabla N° 38:

Tabla N° 38 Condiciones de la pila en producto Final R-6

CONDICION	RANGO DE APROBACION
Voltaje Pila	1.55 ? Vpila ? 1.725 Voltios
Amperaje Pila	Apila ? 4.5 Amperios

- Una vez aprobado y con la conformidad respectiva, las pilas pasan a un almacén por dos semanas del cual se extraen muestras de cada lote producido para una última inspección final, haciéndolos pasar por una máquina chequeadora de V / A.

5.7.1.3. INSPECCION DE PRODUCTO TERMINADO

Determinamos la aceptación o rechazo de las pilas por lote de cocido. Para lo cual se solicitar el retiro del almacén de los Productos Terminado (pilas secas) y se procede a la inspección. Hacer las siguientes pruebas, para los modelos R-20 y R-6:

- a. Para determinar la aceptación o rechazo de las pilas en toda etapa de cocido se emplea un histograma de Voltaje-Amperaje (V-A), con una muestra que dependa del lote de producción y será como minimo $n = 50$ pilas/lote, en un formato, y se halla el voltaje y amperaje promedio (V_{prom} , A_{prom}). Seguidamente se puede determinar el voltaje y amperaje minimo (V_{min} , A_{min}), mediante la regla en la Tabla N° 39:

Tabla N° 390 Determinacion del V_{min} y A_{min} en Producto

$$\begin{aligned} V_{min} &= V_{prom} - 0.01 V \\ A_{min} &= A_{prom} - 1.0 A \end{aligned}$$

- b. Con los valores obtenidos del lote ajustar los controles de V-A, externos de la máquina chequeadora. En caso de que estos valores se determinan por batch; el orden de ingreso de los batches al proceso de acabado será de menor a mayor voltaje promedio.
- c. Las pilas rechazadas de cada lote por modelos serán pasadas por acabado al final de cada lote de la siguiente manera:

Modelo R-20: Después de 7 días de almacenamiento como mínimo, Tabla N° 40:

Tabla N° 40 Determinación del V'_{\min} y A'_{\min} en Pilas Rechazadas

$$V'_{\min} = V'_{\text{prom}} - 0.05 \text{ V}$$

$$A'_{\min} = A'_{\text{prom}} - 1.0 \text{ A}$$

Donde:

V'_{prom} (voltaje promedio nuevo) determinado por un nuevo histograma de voltaje de las pilas de las muestras guardadas del lote.

Modelo R-6: Como mínimo se pasa al día siguiente que pasa el lote por acabado, Tabla N° 41:

Tabla N° 41 Determinación del V_{\min} y A_{\min} en Pilas Rechazadas

$$V_{\min} = V_{\text{prom}} - 0.02 \text{ V}$$

$$A_{\min} = A_{\text{prom}} - 1.0 \text{ A}$$

- d. Evaluación de la duración de las pilas; se realiza semanalmente, efectuando un ensayo de descarga continua (Ver Anexo N° 14).
- e. Las pilas muestreadas se almacenan a temperatura ambiente.
- g. Se emplea un voltímetro analógico, para la medición de voltaje.
- h. Para la descarga se emplea un tablero de pruebas con resistencias de descarga de acuerdo al modelo de la pila, según Tabla N° 42:

Tabla N° 42 Cuadro de Descarga Continua

MODELO	RESISTENCIA	VOLTAJE CORTE
R-20	3.9 Ω	0.9 V
R-6	10 Ω	0.9 V

- i. Se hace la medición de voltaje cada 60 minutos, hasta que llegue el voltaje de corte igual a 0.9 V (Ver Anexo N° 14)
- j. Hacer los cálculos de duración de la pila.
- k. La evaluación de las pilas de almacenamiento; se efectúa solo mediciones de voltaje y amperaje desde el primer día de producido la pilas hasta 2 años de almacenamiento.

5.7.2. CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DE LAS PILAS

Para el cumplimiento de la calidad de las pilas secas se requiere mantener las siguientes características:

5.7.2.1. ESTABILIDAD DIMENSIONAL

Cuando las pilas son descargadas en condiciones normales de ensayo, sus dimensiones deben ser aquellas especificadas.

a. HERMETICIDAD

Cuando las pilas son descargadas en condiciones normales de ensayo, no deben excederlas, se debe recomendar al usuario retirar las mismas de sus equipos al final de su vida útil.

b. TERMINALES

Los terminales de las pilas deben hacer y mantener buen contacto toda vez en prueba.

c. PROPIEDADES MAGNETICAS

El suministro y utilización de las pilas no magnéticas están sujetas a los acuerdos entre fabricante y consumidor.

d. TENSIÓN MÁXIMO EN CIRCUITO ABIERTO

La tensión máxima en circuito abierto no debe exceder los valores mostrados en la tabla N° 43. Reconociendo que el derrame de las pilas es la principal causa

de insatisfacción del usuario. Después de una serie de ensayos aplicados a cerca de 50000 pilas representando una producción de los 15 fabricantes de pilas más grande del mundo. Se concluyo que la experiencia práctica es el único indicador. Las pilas correctamente producidas no derraman y se observan las condiciones de almacenaje y uso. Entretanto todas las pilas con tendencia a derrame bajo ciertas condiciones. Ya que nunca un ensayo en el laboratorio es capaz de simular la variedad de condiciones de uso por consumidores de todas las edades, no se ha podido describir un método de ensayo detallado para el derrame.

Tabla N° 43 Tension Maximo en Circuito Abierto

SISTEMA ELECTROQUIMICO	TENSION MAXIMA A CIRCUITO ABIERTO PARA ELEMENTOS EN SERIE (V)
Dióxido de Manganeso	15 % de la Tensión Nominal
Cloruro de Amonio	
Cloruro de Zinc	
Zinc	
L (diám.máximo de contacto negativo)	15 % de la Tensión Nominal

5.8. DISPOSICION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LIQUIDOS EN PANASONIC PERUANA S.A.

La disposición de residuos sólidos y líquidos y todos los contaminantes producidos durante el proceso de producción de pilas, en Panasonic Peruana S.A., son dispuestos de acuerdo con los requisitos legales y regulaciones adoptadas vigentes con la Ley Peruana (Ver Anexos: N° 1, N° 2 , N° 12, N° 13 y N° 15,)

5.8.1. DISPOSICION DE PASTA ELECTROLÍTICA DE LIMPIEZA

La disposición de los desechos de pasta electrolítica y de agua proveniente de la limpieza de la máquina inyectora, del equipo lavador de vasijas de zinc y de los tanques de almacenamiento de la línea de cocido, son recogido en un balde plástico, registrándose la cantidad, y entregados a los encargados al personal de almacén para posteriormente ser reprocesados, para lo cual se lleva un control con un registro adecuado. Cabe remarcar que en la pasta electrolítica es donde se encuentra el mercurio y es de mayor cuidado su tratamiento y manipulación.

La acumulación de pasta electrolítica, como residuo se lleva acabo por el lavado periódico, mediante la limpieza de la máquina inyectora, limpieza del tanque de almacenamiento de línea, y el lavado de vasijas de zinc, con pasta electrolítica. El lavado es llevado a cabo con agua potable, el lavado obtenido es entregado a la sección de Almacén de Residuos Sólidos, para su disposición final, empleándolo en la preparación de la mezcla de concreto en la eliminación de los productos no conformes.

Entre las posibles causas del aumento de la concentración de mercurio (ppm Hg) en el agua de lavado de vasija la cual es tratada con sal de soda, son:

- a. Falta del control de volumen inicial del lavado de vasija con el que se inicia el tratamiento.
- b. Posibles deficiencias en el proceso de escurrido de la pasta que se realiza en la sección de cocido (pasta adherida a la vasija).

- c. Falta de control de pH del agua de lavado de vasija antes y después del tratamiento.
- d. Inexactitud en la medición del volumen de agua y peso de sal de soda con el que se realiza el tratamiento.

5.8.2. DISPOSICIONES DE OTROS RESIDUOS

En el caso de otros residuos son clasificados de acuerdo a su naturaleza, es decir si es residuo metálico, plástico, cartón, madera, etc. Son clasificados y dispuestos, para su reciclado por otras compañías de acuerdo al rubro al cual se dedique. Los materiales peligrosos son descritos en el Anexo N° 3.

5.9. COSTOS DE PILAS

Para el análisis de costo de las pilas en los modelos R-20 y R-6, se detallan los costos de los componentes principales, así como los más complejos, los cuales conforman parte del costo de las pilas. Los componentes de pilas se describen en los anexos: N° 16, N° 17 y N° 18:

5.10. ESTUDIO DE MERCADO DE LAS PILAS SECAS EN PERU

La demanda de pilas se mantiene en aumento en los últimos años. Se estima que las ventas totales del producto bordean los ciento cuarenta millones de unidades al año. Este acumulador de energía que comunica a los lugares más apartados del país, es considerado un producto de consumo necesario, a nivel

nacional se estima en el 94% de los hogares urbanos. Esto lo convierte en un producto imprescindible sobre todo en las zonas rurales, en donde es utilizada principalmente en radios y linternas. Los dos tipos de pilas más usados en nuestro medio son los de carbón/zinc y las alcalinas.

Las pilas son ofrecidas en tres tamaños, grandes, medianas y pequeñas, los que se identifican con una denominación específica, como R-20 para el tamaño grande, R-12 para las medianas y R-6 para las pequeñas. Otra denominación para el producto por tamaño es AAA, AA, C y D. Al momento de elegir una determinada marca de pila, el usuario tiene en cuenta la calidad, duración, marca, costumbre y precio. Ver tabla N° 44.

Tabla N° 44 Marcas de Pilas en el Peru

Marca	Consumidores / encuestados	
	Personas	%
Panasonic / National	90	23.81%
Philips	62	16.40%
Duracel	61	16.14%
Ray - O- Vac	38	10.05%
Toshiba	35	9.26%
Kodak	29	7.67%
Sony	21	5.56%
Casio	12	3.17%
Energizer	8	2.12%
Otras	22	5.82%
Total	378	100.00%

Las marcas más representativas en nuestro mercado son Panasonic, Ray-O-Vac, Duracell, Philips, Casio, Sony, Toshiba, Kodak y Energizer, existiendo adicionalmente un buen número de marcas de procedencia asiática, con más fuerza en el segmento de carbón y en los tamaños grandes y pequeños. Cabe destacar que el mercado alcalino es reducido, cubriendo aproximadamente el 7% del volumen total, el 93% restante corresponde a las de carbón/zinc. Otro tipo de baterías con un reducido segmento de mercado son las recargables y las de uso en telefonía. Los tamaños de mayor venta son las pequeñas y grandes, sustentando estas últimas su consumo en las zonas rurales. Marcas de pilas en Perú ⁽¹⁶⁾. En cuanto al estudio de mercado desarrollado por la Planta de Pilas Panasonic Peruana S.A a diciembre del 2002, en dos puntos principales que son los mayoristas como en el Mercado Central y la Parada, los precios difieren tal como se aprecia en el Anexo N° 18.

5.11. PROPUESTAS PARA EL TRATAMIENTO DE PILAS EN DESHUSO

En el país la empresa Panasonic Perú fabrica un sólo tipo de pila que es la Pila Seca:

Modelos: R-20, R-6, con una producción anual aproximada a los 140 millones de unidades al año (65% de la demanda nacional) las cuales son vendidas en todo el mercado nacional. Esta empresa debido al control de calidad especializado del producto que presenta al mercado, y a la política de reducción de sustancias tóxicas en su elaboración ha sido galardonada recientemente con el certificado de calidad de producto ISO 14 000 e ISO 9001 Versión 2000.

5.11.1. FORMA CORRECTA DE GESTIONAR LAS PILAS

Según información recabada en la misma empresa, está siendo monitoreada por la empresa ECOLAB, así mismo parte del producto elaborado que no reúne las condiciones óptimas para venta es comprado por empresas que lo utilizan para la elaboración de un concreto especial con lo que se está elaborando bancas, concreto asfáltico y otros. Además, existe en Cieneguilla un relleno sanitario de condiciones especiales para la deposición de pilas en desuso la cual presenta las siguientes características:

- a. Zanja recubierta por PVC para proteger del paso de sustancias tóxicas hacia los suelos. Sobre esta superficie se depositan las pilas en desuso y las que no han pasado el control de calidad para su venta. Luego, estas se mezclan con cemento y agua formando el relleno de concreto.

- b. En el Perú, específicamente en el municipio de Surco, de la región de Lima, de acuerdo a un artículo publicado en el diario El Comercio de fecha 3 de agosto del 2003, dice:

Que de acuerdo a Aduanas, que en el primer semestre del año 2003, ingresaron a Perú 2.892,5 toneladas de pilas, sin contar lo que ingresa por contrabando. Y el 70 % se consume en provincia, y estas se vuelven tóxicas cuando cumplen su ciclo de vida y producen derrames desde su interior.

⁽¹⁶⁾ Fuente : M & O (*): A Diciembre '01 - Lima.

Un caso ejemplar es del Municipio de Surco, que emprendió el año 2000, la campaña denominada "Ponte las Pilas", que consiste en recoger las viejas pilas y baterías que los vecinos depositan en cestos que han sido ubicados estratégicamente en centros comerciales o en locales municipales. Luego todo el producto acopiado es confinado en bloques de concreto, con lo que se hacen bancas para parques o se llevan a rellenos sanitarios adecuados para su respectivo tratamiento.

Otro ejemplo claro es la disposición final que viene dando la Municipalidad de Mendoza en Argentina, la cual a desarrollado un programa de disposición final de las pilas y micro pilas, que cumplen dos finalidades ECOLÓGICAS primordiales: " La reutilización de los elementos y la eliminación de todo peligro futuro de contaminación ".

- c. Para cumplir estas premisas las pilas y micropilas recolectadas, son colocadas en bolsas de plástico de 100 micrones de espesor y de 5 x 20 x 20 cm de dimensiones máximas. Junto con la pila se incorpora un agente químico estabilizador que elimina, por medio de una reacción, las características peligrosas de los componentes de cualquier tipo de pila.

- e. Una vez colocado el estabilizador, las bolsas son termoselladas y depositadas en un molde para la fabricación de bloques intertrabados para la realización de pisos, en especial al aire libre (caminos, plazas, pavimentación en playas de estacionamiento, etc.).

f. El proceso asegura el perfecto sellado de los elementos y evita mediante tres barreras de seguridad su posible filtración y contaminación, prestando al mismo tiempo una gran utilidad a la sociedad. Junto con las pilas o baterías confinadas de plástico de 100 micrones se le incorpora previo a su extracción de aire y posterior sellado, tres agentes químicos estabilizadores que neutralizan los componentes peligrosos de los distintos tipos de pilas o baterías que se comercializan. En base al estudio desarrollado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERIA AMBIENTAL EN ARGENTINA, se encontraron tres agentes estabilizadores que neutralizan el plomo, mercurio, el ácido sulfúrico y el cadmio, principales componentes contaminantes de las distintas pilas o baterías que existen en el mercado:

- Para el **Plomo** actúa como neutralizante los **Sulfuro de Sodio (Na_2S)**, obteniéndose la siguiente reacción química:



- Para el Ácido Sulfúrico, el agente estabilizador es el Hidróxido de Sodio ($NaOH$), produciéndose la siguiente reacción química:



- Para el Cadmio, el agente de estabilización es el Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), produciendo la reacción química:



- Para el Mercurio, el agente de estabilización es el Sulfuro de Sodio (Na_2S), produciendo la siguiente reacción química:



- g. Colocando como neutralizadores o estabilizadores al sulfuro de sodio, hidróxido de sodio y carbonato de sodio, en partes iguales, tendremos la seguridad de inhibir a los elementos contaminantes de cualquier tipo de pila o batería, sin necesidad de realizar la clasificación previa de las mismas, a veces dificultosa por el estado de deterioro de su cubierta y por los riesgos de su manipuleo.

5.11.2. QUE HACER CON LAS PILAS

A. RECOLECCION

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.

B. 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.

C. 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. Para recordar :

- 1) No tiremos las pilas en la basura de nuestra casa, pues el relleno sanitario no esta preparado técnicamente para su disposición.
- 2) No abramos las pilas, por que contienen sustancias peligrosas para la salud.
- 3) No arrojemos las pilas al fuego, ya que éstas desprenden gases Tóxicos.
- 4) Compremos pilas que tengan la leyenda: LIBRE DE MERCURIO.
- 5) No arrojemos las pilas y baterías a cursos de agua.
- 6) No mezclemos pilas y baterías, nuevas y viejas.
- 7) No guardemos las pilas en el refrigerador, por que contaminan los alimentos.
- 8) Retiremos las pilas de los artefactos cuando no los vamos a utilizar.
- 9) No recarguemos las pilas, a menos que su recarga este específicamente indicada.

Si tomamos en cuenta que, sólo en Estados Unidos se eliminan 200 millones de pilas por año, nos daremos cuenta que el tema es más que preocupante.

Nuestro país, que no ha escapado a esta corriente, con el uso creciente de pilas, sin haber desarrollado métodos adecuados para la eliminación o reciclado de estos elementos. Hoy en día se utiliza menos del 10 % del mercurio que se utilizaba en Estados Unidos, durante 1991, se realizó una prueba piloto de recolección de pilas, iniciándose en dos ciudades, Florida y Chicago, el primer lugar con una amplia población de ancianos que utilizaban audífonos por lo que se esperaba recolectar pilas botón que surten esos artefactos, la segunda localidad con la mayoría de población joven. Las compañías de recolección de residuos se encargaron de recoger las cajas con las pilas usadas y clasificarlas según su clase. El resultado fue el retorno de solo el 5 % de estas. Además en ambos casos, se comprobó que el 85 % de la pilas eran de tipo común de carbón y zinc y alcalinas. Solo el 15 % eran potencialmente reciclables.

En la Argentina y según el INDEC, ingresaron en el año de 1991, 4.013.539 millones Kg de pilas. No existen iniciativas gubernamentales tendientes a buscar soluciones a pesar de considerar a la pila un residuo peligroso según la ley nacional 24051. La ley llama sustancias ecotóxicas a todo aquel desecho que si se libera, produce efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente.

En Suiza se consideran residuos peligrosos y está prohibido enterrarlas o depositarlas en rellenos sanitarios. En este país se recupera el mercurio, el zinc y el manganeso para ser reciclados, además de alentar el uso de equipos con pilas recargables, teniendo dichos aparatos un descuento del 10% y una etiqueta con el símbolo ISO, que alerta al consumidor sobre la peligrosidad de las pilas, recordando al usuario que una vez agotadas deben retornar al punto de venta.

En España; Los principales fabricantes de pilas de España han formalizado en Madrid la constitución de la Fundación ECOPILAS para la Gestión Medioambiental de las Pilas y Baterías, el primer sistema integrado de gestión en el sector de la electrónica. Las seis empresas (Cegasa, Duracell, Energizer, Philips, Kodak y Sony), agrupadas en la Asociación Multisectorial de Empresas Españolas de Electrónica y Comunicaciones (ASIMELEC), pretenden implantar un sistema de recogida y reciclaje de pilas y baterías al final de su vida útil, en cumplimiento de la Ley Marco de Residuos Urbanos.

El director general adjunto de ASIMELEC, Gonzalo Torralvo, definió a Efe el acto de hoy como "un paso de gigante" en la gestión de este tipo de residuos porque "sin ese compromiso conjunto de la industria difícilmente se podría llegar a hacer esta tarea". A partir de ahora ECOPILAS, que está en trámites para entrar en el registro de fundaciones del Ministerio de Medio Ambiente, intentará llegar a acuerdos con las Comunidades Autónomas. Su función sería seleccionar las pilas, separando las peligrosas de las inocuas y llevando a centros de reciclaje aquellas que se pudieran reconvertir. El Patronato de ECOPILAS lo constituyen las seis empresas promotoras, las grandes y medianas empresas de distribución (ANGED), la Unión de Consumidores de España (UCE) y la propia ASIMELEC a través de su comisión de pilas. Para concluir es preciso tener en cuenta la Ley Nacional de Residuos Peligrosos número 24051⁽¹⁷⁾, la cual incluye con la categoría de desechos peligrosos a aquellos que tengan como constituyentes, compuestos de zinc, cadmio, mercurio, etc.

⁽¹⁷⁾ Derechos reservados © 1999-2002 EcoPortal.net / Reproducción autorizada solo mencionando la fuente EcoPortal.net

5.11.3. RECICLADO DE LAS PILAS A NIVEL INTERNACIONAL

Idealmente, deberían volver al fabricante para que éste se encargue de reciclar y reutilizar lo que le sea útil mediante la implementación de tecnologías adecuadas a tal fin. En términos prácticos, la gestión de las pilas usadas comienza por la recolección en forma separada y continúa por su envío a disposición final en rellenos de seguridad o a plantas donde se realice su reciclado.

5.11.3.1. RECUPERACION DE PILAS

Diversos estudios han sido desarrollados en países industrializados y hoy puesto en práctica, como es el caso de la Unión Europea, que reaprovecha el residuo de pilas como: el zinc, dióxido de manganeso, mercurio, plomo, para emplearlos en diversos usos. La forma de reaprovechamiento, fue presentado como un proyecto europeo, el cual ha demostrado que es posible recoger y reciclar de manera industrial los principales componentes de las baterías usadas (Zn, MnO₂, Hg, Pb y acero inoxidable), para utilizarlos en mercados de mucho valor añadido como pinturas anticorrosivos, nuevas baterías y colorantes.

Las reglas de UE obligan desde 1991 a recoger las baterías usadas y su tratamiento consiguiente, será obligatorio a partir del año 2000. en la UE⁽¹⁸⁾ se consumen anualmente más de 3000 mil millones de baterías alcalinas, de célula seca y de zinc-aire, lo que representa unas 20000 mil toneladas de zinc y 33000 mil toneladas de dióxido de manganeso. Solo una pequeña parte se recicla hoy y a costo elevados por que los productos resultantes no valen mucho. La originalidad

del proceso de refinado del zinc y del dióxido de manganeso estriba en que se usa un tratamiento húmedo (hidrometalúrgia), que permite una ingeniería química sencilla y muy selectiva, una recuperación de alta calidad, un reciclado de todos los componentes de la batería y bajos costos de tratamiento (1/10 de lo que cuesta hoy) ⁽¹⁸⁾.

5.11.3.2. DISPOSICION DE PILAS USADAS

En nuestro país no existen iniciativas gubernamentales tendientes de buscar soluciones a pesar de considerar la pila un residuo peligroso. Se estima que la demanda nacional bordea los 150 millones de pilas anuales a los que se consideran peligrosas por su alto potencial contaminante es por ello que resulta imprescindible fomentar campañas de reciclaje de pilas, prohibiendo enterrarlas o depositarlas en rellenos sanitarios, idear procesos en los que puedan ser recuperados el zinc, mercurio, cadmio, plomo, manganeso, etc. componentes de las pilas, además de alentar el uso de equipos con las pilas recargables que si bien son más caras y contienen cadmio su durabilidad las hace menos peligrosas ó mejor aun evitar el consumo de pilas.

⁽¹⁸⁾ Fuente: DGXII(UE) Email: <http://usuarios.intercom.es/rpastor/ecolind/colabor2.htm> (12/02/02)

VI. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL PARA PRODUCCION DE PILAS SECAS CON MERCURIO REDUCIDO 0.08%

Para la reducción de mercurio en pilas, es imprescindible, el control, análisis en ciertas etapas críticas de la preparación y proceso de la pila. Para esta prueba experimental a nivel de planta se empleo 3 pruebas en distintas fechas con un batch de producción por cada etapa, cada una de ellas consta con unas 38000 pilas, por batch preparado, del cual se procederá a detallar el mecanismo desarrollado y los resultados obtenidos:

6.1. PREPARACIÓN DE 3 BATCHS DE PRODUCCIÓN DE PILAS SECAS CON MERCURIO AL 0.08 %

6.1.1. CONTROL DEL AGUA – PROCESO DE OSMOSIS

Anteriormente la planta de producción de pilas secas, empleaba el agua de pozo, para todas las etapas de producción. A partir de la necesidad y los objetivos trazados tanto por la alta dirección de la empresa y por inquietud personal, fue el implementar un sistema de tratamiento de agua, ya que el agua de pozo, contenía altas cantidades de metales tales como: plomo, fierro, cobre y sodio, que por los volúmenes que se emplean en el proceso era un riesgo imperante. Entonces es importante mencionar que un agua bien tratada garantizará en gran parte el éxito cuando la pila se encuentre terminada. Los análisis Físico-químico realizados al agua, fueron: pH, Análisis de Metales: Fe, Pb, Cu y Na, (Ver Anexos: N°10 y N° 11). Los resultados obtenidos del agua dieron por resultado la siguiente Tabla N° 45:

Tabla N° 45 Resultados del Agua de Osmosis en Pilas Con Mercurio al 0.08 %

PARAMETROS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS 1	RESULTADOS 2	RESULTADOS 3
	DEL AGUA	AGUA/OSMOSIS	AGUA/OSMOSIS	AGUA/OSMOSIS
Plomo	Pb < 0.5 ppm	0.052	0.043	0.061
Fierro	Fe < 1.0 ppm	0.010	0.000	0.010
Cobre	Cu < 1 ppm	0.000	0.000	0.000
Sodio	Na < 5 ppm	1.300	1.560	1.450
pH	6.5 - 8.5	5.6	5.8	5.7

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N° 45, los parámetros de Plomo, fierro, cobre, sodio y el pH, cumplen con las especificaciones técnicas para el uso del agua.

6.1.2. CONTROL DEL MANGANESO ELECTROLITICO

Entre los insumos químicos que componen la pila, el dióxido de manganeso electrolítico es el principal, por sus características químicas otorga el voltaje en la pila, y cuanto más concentrado o en mayor porcentaje de mezcla, este dará un voltaje más elevado de la pila. En la preparación de la mezcla electrolítica (91% de pureza), este se mezcla con otros insumos entre ellos el GMT, un MnO₂ (75 % pureza). Para el presente estudio en la reducción de mercurio en las pilas secas implica analizar en laboratorio la composición química en metales pesados y ácidos. Así mismo, se recomendó a la Gerencia, gestionar la compra de este y otros insumos principales, con una reducción considerable en su composición de metales, tales como se observa en la Tabla N° 46 y Anexo: N° 19 y N° 20. A su vez se detallan los resultados obtenidos durante las tres pruebas:

Tabla Nº 46 RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO DEL DIOXIDO DE MANGANESO NATURAL Y ELECTROLITICO

PARAMETRO	PANAPERU		PRUEBA 1		PRUEBA 2		PRUEBA 3	
	GMT (%)	GME (%)	GMT (%)	GME (%)	GMT (%)	GME (%)	GMT (%)	GME (%)
MnO2	>75	>91	75.4	91.4	76.5	92.4	76.8	92.5
Pb	<0.032	<0.010	0.024	0.022	0.028	0.028	0.023	0.017
Fe	<3	<0.020	0.086	0.011	0.091	0.014	0.121	0.044
Cu	<0.035	<0.0005	0.01	0.009	0.012	0.007	0.01	0.006
Sodio	<200	<0.4	-	0.23	-	0.26	-	0.24
Humedad	<3	<3	2.6	2.9	2.3	2.5	3	2.7
Ph	4.0-5.5	4.0-5.6	4.4	4.8	4.9	5	5.1	5.2

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla Nº 46, los parámetros de metales pesados y acidez se encuentran dentro de los parámetros que se requiere para proseguir con el presente estudio. De no ser así, el fierro y cobre principalmente ocasionarían serios problemas en la estabilidad y el tiempo de vida de las pilas.

6.1.3. CONTROL DE CLORURO DE ZINC

Los resultados obtenidos durante las 3 pruebas experimentales indican, que los parámetros de metales pesados, acidez y densidad se encuentran dentro de los límites permisibles para elaborar Pilas con mercurio al 0.08%, se aprecia la tabla Nº 47. a su vez se aprecia el comportamiento estadístico del cloruro de zinc, en distintas fechas de análisis, de acuerdo al Anexo Nº 9.

Tabla N° 47 Resultados del Analisis Quimico del Cloruro de Zinc

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADO1	RESULTADO2	RESULTADO3
pH	-	2.5-3.0	2.62	2.86	2.75
Densidad	g/ml	1.495±0.005	1.500	1.498	1.510
Temperatura	°C	20	21.0	20.9	20.4
Plomo	ppm	< 3 ppm	2.960	2.410	2.760
Fierro	ppm	< 5 ppm	2.530	3.260	2.890
Cobre	ppm	< 0.5 ppm	0.500	0.420	0.289
Sodio	ppm	< 2000 ppm	786.000	1256.000	1102.000

6.1.4. CONTROL DEL HORNO DE FUNDICIÓN

Dentro de las posibilidades de contaminación de fierro, cobre en el horno de fundición son los sgtes:

- a. Ingreso de los sobrantes al Horno de fundición (mediante faja transportadora o manual). Es decir las vasijas cortadas o lubricadas, pellets mal formados.
- b. Rueda de la laminadora oxidada.
- c. Máquina troqueladora de pellets (zona de contacto con el bushbar oxidado).
- d. Cajas metálicas de almacenamiento de pellets oxidadas.
- e. Limpieza de las fajas transportadoras de pellets.
- f. Tapa de horno de fundición sin recubrimiento refractario.

Los resultados obtenidos en las tres pruebas dieron como resultado, la siguiente Tabla N° 48. Además se visualiza el comportamiento del Plomo Vs Tiempo, en la Curva del Anexo N° 5 y anexo N° 8.

Tabla N° 48 Resultados del Analisis Quimico de Vasijas de Zinc - Plomo

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADO1	RESULTADO2	RESULTADO3
Plomo	%	0.40 ± 0.10	0.459	0.484	0.428
Fierro	%	< 0.003	0.002	0.001	0.002
Cobre	%	< 0.002	0.000	0.000	0.010

La tabla N° 48, nos indica que los parámetros analizados: Plomo, fierro y cobre se encuentran dentro de los límites permisibles, en el muestreo realizado a la Vasija de Zinc – plomo.

6.1.5. CONTROL EN LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES QUIMICAS

En el presente estudio es de vital importancia controlar y conocer el porcentaje de contaminantes que interviene en la preparación de las soluciones electrolíticas. Entre los puntos de contaminación por fierro y cobre en esta etapa son:

- a. Válvulas de vapor oxidadas (en los tanques de solución 130, 135 y 106)
- b. Falta un plan de mantenimiento y limpieza de tanques de preparación y almacenamiento de las soluciones químicas 106, 130, 135, pasta electrolítica y ZnCl₂.
- c. Cambio de los pernos oxidados en los tanques de almacenamiento de las soluciones químicas en la sección de Mezcla.
- d. Falta un plan de limpieza y lavado de los filtros de las bombas para la soluciones 106, 130 y 135.

- e. Estructuras, soportes y bancadas oxidadas.
- f. Asas y sujetadores de las mezcladoras oxidadas.
- g. Cilindro de homogeneización del oxido de zinc oxidado.
- h. Limpieza y recubrimiento de la faja transportadora de la mezcla UM1.

Tabla N° 49 Resultados del Analisis Quimico de Solucion Electrolitica 106

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADO1	RESULTADO2	RESULTADO3
pH	-	6.3 ± 0.3	6.34	6.40	6.35
Densidad	g/ml	Ver Tabla	1.059	1.061	1.058
Temperatura	°C	Ver Tabla	39.0	37.0	43.0
Plomo	ppm	< 3 ppm	0.640	0.580	0.660
Fierro	ppm	< 5 ppm	0.600	0.510	0.620
Cobre	ppm	< 0.5 ppm	0.480	0.210	0.370
Sodio	ppm	< 2000 ppm	1354	1456	17546

De acuerdo a la Tabla N° 49 y Tabla N° 50, se aprecia que los metales pesados así como la densidad y acidez se encuentran dentro de los limites de esta manera garantizar la buena performance de la Pila.

Tabla N° 50 Resultados del Analisis Quimico de Solucion Electrolitica 135

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADO1	RESULTADO2	RESULTADO3
pH	-	4.5 ± 0.3	4.18	4.30	4.31
Densidad	g/ml	Ver Tabla	1.325	1.320	1.326
Temperatura	°C	Ver Tabla	41.0	50.0	38.0
Plomo	ppm	< 3 ppm	5.400	2.400	3.600
Fierro	ppm	< 5 ppm	1.300	1.210	1.100
Cobre	ppm	< 0.5 ppm	0.890	0.620	0.730
Sodio	ppm	< 2000 ppm	870.00	926.00	1110.00

Los resultados obtenidos de las tres pruebas para desarrollar pilas con bajo mercurio a 0.08%, no perjudica ni encarece el proceso. Además gráficamente se aprecia el comportamiento de sus parámetros en el Anexo N° 4.

6.1.6. CONTROL EN LA PREPARACIÓN DE MEZCLA ELECTROLITICA

Entre los puntos de contaminación por fierro y cobre en esta etapa son:

- a. Cambio de pernos de barredor en la funda de la olla donde deposita la mezcla electrolítica y tapa de guía centradora de bobbin.
- b. Faja transportadora del bobbin oxidada.
- c. Soporte del disco limpiador y receptor
- d. Las guías y soportes oxidados.
- e. Estructuras y soporte oxidados.
- f. Tina de baño María oxidado.
- g. Agua de baño María con fierro oxidado.

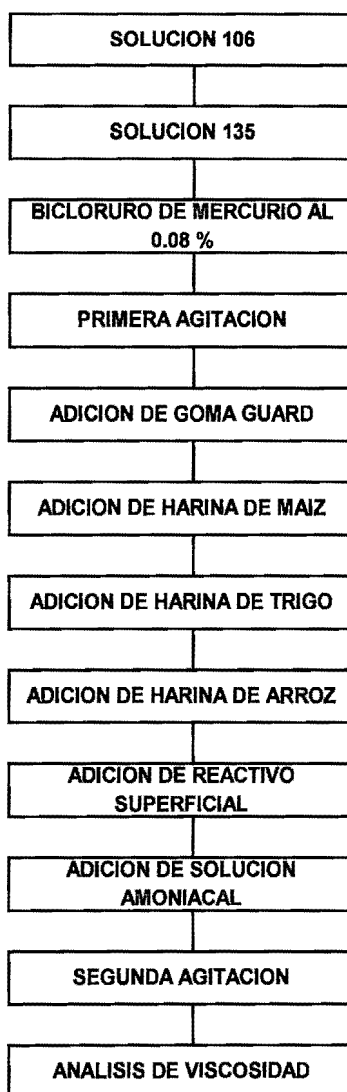
Para la obtención de pilas con bicloruro de mercurio al 0.08 % en peso, se formuló el balance de materia descrita en el Anexo N° 20. Se indica las proporciones de todos los componentes a ingresar en la preparación de la mezcla electrolítica. El segundo cuadro, indica los resultados de las condiciones de mezcla electrolítica para las tres distintas pruebas, donde se identifica los tiempos de mezclado, los resultados de Voltaje y Humedad. Concluyendo que todos se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo a la tabla N° 6.

6.1.7. CONTROL DE LA PREPARACIÓN DE LA PASTA ELECTROLÍTICA

La preparación de la pasta electrolítica, se encuentra descrito en el siguiente flujo grama, para un contenido de mercurio al 0.08%.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRODUCCION DE PILA R -20 CON Hg = 0.08 %

FORMULACION DE LA PASTA ELECTROLITICA



Para la preparación de la pasta electrolítica, se considero la secuencia descrita en la Tabla N° 51, la cual indica la proporción en peso de los insumos que intervienen, considerando el contenido del mercurio al 0.08 %. Se detallan las viscosidades obtenidas para cada prueba, dando como resultado tres distintas viscosidades los cuales se encuentran dentro del limite permisible de 60 +/- 10 segundos. Los resultados obtenidos son:

Prueba N° 1, Viscosidad de 58 segundos, El Patrón a 56 segundos.

Prueba N° 2, Viscosidad de 63 segundos, El Patrón a 59 segundos.

Prueba N° 3, Viscosidad de 59 segundos, El Patrón a 60 segundos.

Tabla N° 51 Formulación de pasta Electrolítica

N°	INSUMOS	PESO Hg 0.13 %			PESO Hg 0.08 %			OBSERVACION
		Peso	Unidad	%	Peso	Unidad	%	
1	Solución 106	547.24	kg	50.8%	547.24	kg	50.9%	
	NH4Cl	127.12	Kg	11.8%	127.12	Kg	11.8%	
	H2O	419.49	Kg	39.0%	419.49	Kg	39.0%	
2	Solución 135	267.20	kg	24.8%	267.20	kg	24.8%	
	ZnCl2	77.27	kg	7.2%	77.27	kg	7.2%	
	NH4Cl	67.93	kg	6.3%	67.93	kg	6.3%	
	H2O	121.09	kg	11.2%	121.09	kg	11.3%	
3	<i>Bicloruro de Mercurio</i>	1.35	<i>Kg</i>	0.13%	0.90	<i>Kg</i>	0.08%	<i>El Bicloruro de Mercurio</i>
4	Primer Tiempo de Agitación	2.00	Min.		2.00	Min.		el disuleto en caliente
5	Goma Guard	3.00	Kg	0.3%	3.00	Kg	0.3%	con Solución 135.
6	Harina de Maiz	150.00	Kg	13.9%	150.00	Kg	13.9%	
7	Harina de Trigo	50.00	Kg	4.6%	50.00	Kg	4.6%	
8	Harina de Arroz	50.00	Kg	4.6%	50.00	Kg	4.6%	Cada adición de 2 sacos
9	Reactivo Superficial	1.80	Kg	0.2%	1.80	Kg	0.2%	de Harina de Maiz se
10	Solución amoniacal	6.00	Kg	0.6%	6.00	Kg	0.6%	propcede a agitar
11	Segundo Tiempo de agitación	80.00	Min.		80.00	Min.		el tanque de mezcla.
12	Análisis de Viscosidad	56/59/60	Seg.		58 / 63 / 59	Seg.		
	TOTAL	1076.59	KG	100%	1076.14	KG	100%	

6.1.8. CONTROL DE VOLTAJE POR UN AÑO

Este control, es la esencia o el corazón del fundamento de la investigación que se realiza, en el Anexo N° 21, se aprecia el comportamiento de la caída de voltaje a través del tiempo es decir desde la fecha de producción hasta un año de almacenamiento. Cabe mencionar que mediante esta grafica se puede determinar que las pilas con contenido de Mercurio 0.08 %, pueden ser comercializadas, sin problema alguno, debido a que mantienen un comportamiento proporcional en la caída de voltaje en el tiempo respecto a las pilas normales de 0.13 % en mercurio.

Las muestras tomadas para cada prueba fueron de 100 pilas con mercurio al 0.08 % y otras cien pilas con mercurio al 0.13%. Los resultados de las 03 distintas pruebas demuestran lo mencionado ya que la caída de voltaje es proporcional al tiempo de almacenamiento y garantiza que después de 02 años de producida la pila, esta puede mantener aun el voltaje superior al 1.5 V, de acuerdo a las normas internacionales y la fuente reguladora de Peru como es INDECOPI.

6.1.9. CONTROL DE DESCARGA

Para el control de descarga, se tomo como muestra 06 pilas al azar para las 03 pruebas con mercurio reducido al 0.08% y 06 pilas como patrón con mercurio al 0.13 %. El tiempo de descarga por modelo debe estar sujeto a la tabla N° 42. Las pilas fueron sometidas a descarga continua en un tablero especial a una resistencia de 3.9 ohmnios, de la siguiente manera:

- Seleccionado las pilas se mide el voltaje inicial y amperaje.
- Para las descargas emplear un tablero de pruebas, empleando resistencias de 3.9 ohmios para descargas.
- Se hace la medición de voltaje cada 60 minutos hasta que llegue el voltaje de corte igual a 0.9 V.
- Los cálculos de duración de las pilas, se aprecia en el Anexo N° 14.
- Los resultados en la prueba de descarga de las pilas con mercurio al 0.08 % guardan la relación respecto con las pilas normales de 0.13 % en mercurio. Durando encima de los 320 minutos con resistencia continúa.

6.1.10. CONTROL DE DERRAME DE PILAS R-20

Esta prueba consiste en hacer un corto circuito de la pila, es decir en forma continúa en un tablero uniendo los dos polos de la pila con cable de cobre, a temperatura ambiente. Se selecciono 16 pilas para cada prueba. Se concluye cuando la pila derrama o su voltaje es inferior a 0.8 V. Por lo general esto sucede en más de una semana. Los resultados de nuestra prueba se aprecian en el Anexo N° 22, grafica en el cual se demuestra una ves mas que la pila con menor cantidad de mercurio mantiene el mismo tiempo de vida respecto con las pilas de 0.13 % en mercurio.

VII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo al estudio realizado a las 03 batch de pilas con mercurio reducido 0.08 % durante un periodo de 1 año y obteniendo los resultados en los Anexo N° 5, 8, 9, 10, 14, 19, 20, 21, 22 y 23, se demuestra el comportamiento adecuado y acorde con la performance de la pila seca con mayor porcentaje de mercurio. De esta manera podemos demostrar en base a los datos obtenidos y plasmados en gráficos, que es viable producir pilas secas con un contenido de mercurio al 0.08%. Se explica los resultados obtenidos en el presente estudio:

7.1. IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS DE CONTAMINACION EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE PILAS SECAS CON MERCURIO AL 0.08%

Para reducir el mercurio en la composición de las pilas secas, y como respuesta al Objetivo N° 1 de la presente investigación. No solo basta que los insumos a comprar sean de bajo contenido de fierro, cobre, sodio, etc. También implica mejorar y cambiar accesorios metálicos de las maquinarias del proceso que pueden desprenderse por desgaste e influir negativamente en la obtención de una adecuada pila. Entre las zonas más críticas y posibles de contaminación se mencionan en el Capítulo VI, los cuales se han cambiado y mejorado a medida que se ha implementado la reducción del mercurio al 0.08%. Cabe señalar que un aporte personal de gran trascendencia fue el haber implementado el sistema de tratamiento de aguas por el sistema de Osmosis inversa, garantizando que el agua de proceso se pueda usar sin riesgo a contaminación de metales.

7.2. MECANISMOS DE CONTROL CALIDAD EN LA PRODUCCION PILAS SECAS CON MERCURIO AL 0.08%

Los mecanismos de control para la viabilidad del presente estudio, es descrito en el Capitulo V, en el cual se aprecia e control de calidad que se le da tanto a los insumos que ingresan a la producción así como el control de todas las etapas desde que se inicia en la preparación de las mezclas electrolíticas hasta el embalaje final, adecuándonos siempre a las normas y especificación de la compañía.

7.3. ANALISIS DE RESULTADOS EN LA FORMULACION DE LAS PILAS R-20 CON MERCURIO AL 0.08%

Los resultados obtenidos en el presente estudio para la producción de pilas con mercurio al 0.08 % y descritos como objetivo N° 3, nos hacen ver que es viable la producción de pilas sin desmejorar la calidad y el tiempo de vida. La composición química esta dada en la Tabla N° 52 y Anexo N° 20, donde se formula la composición a emplear para la producción de mercurio al 0.08%.

Así mismo se establece la Tabla N° 52, como patrón para las posteriores batchs de producción de mezcla electrolítica, al demostrarse que no encarece el proceso y no perjudica la calidad de la pila R-20.

7.4. ANALISIS DE RESULTADOS EN LA PREPARACION DE 03 BATCH PARA PILAS R-20 CON MERCURIO AL 0.08%

El Anexo N° 21, es el corazón de nuestro estudio, en dicho histograma se toma como muestra 100 pilas con contenido de mercurio al 0.08 % y 100 pilas con mercurio al 0.13% por cada prueba realizada dando un total 600 pilas analizadas, en un periodo de 01 año, desde el cocido del mismo.

De acuerdo al histograma podemos apreciar los máximos y mínimos en la variación de voltaje a distintas fechas posterior a la producción, y el comportamiento para los 3 casos es la misma, manteniendo un mismo orden el cual es superior a los 1.50 V que pide la norma internacional con que debe estar sujetas las pilas para ser comercializadas. Para el presente estudio, es importante conocer que sucede con capa componente de la pila, es decir que implica tener más o menos en composición y la importancia de la misma.

- A. El MnO_2 , le da a la pila la variación de voltaje.
- B. El Carbono (negro o humo de acetileno) Carbón Black: provee al bobbin de capacidad de humectación para una mayor conductividad.
- C. El Cloruro de Amonio: da a la pila la conductividad a la mezcla. es beneficiosa por que, mantiene la humedad del electrolito, que se seca más lentamente, por consiguiente la pila tiene mayor duración. Le da una cierta acidez al electrolito, lo cual hace más constante la fuerza electromotriz de la pila. Favorece la gelatinización de la mezcla de almidón y harina. Por combinarse con el gas amoniaco en la pila,

disminuye el desprendimiento de gases, favoreciendo la despolarización.

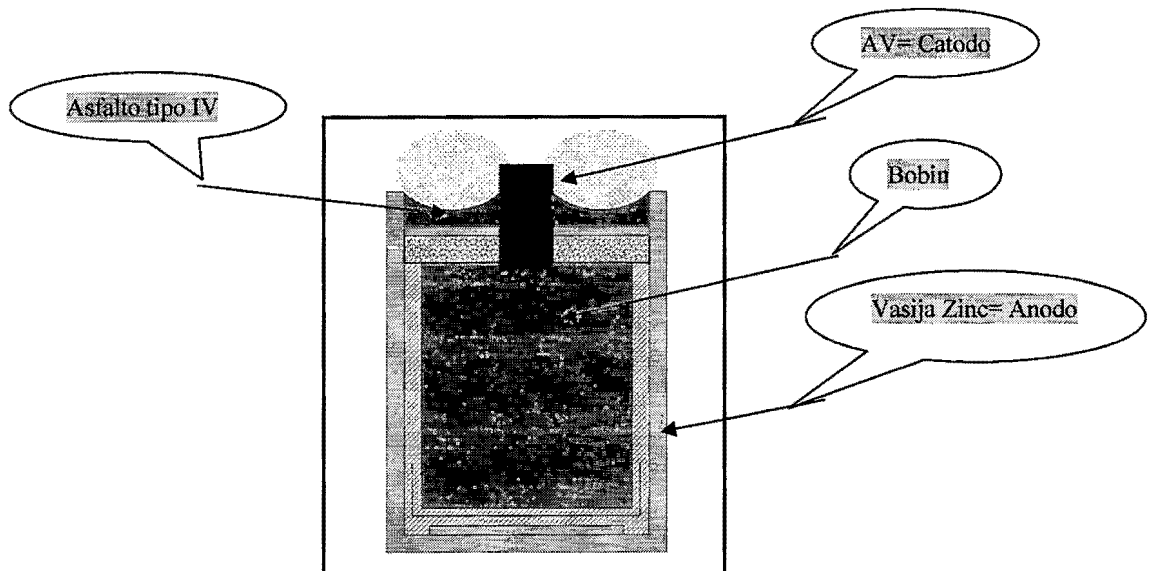
- D. El oxido de zinc: sirve de buffer (regulador de pH) está directamente relacionado con el control del voltaje en la mezcla:

> Oxido de zinc --> < Voltaje

< Oxido de Zinc --> > voltaje

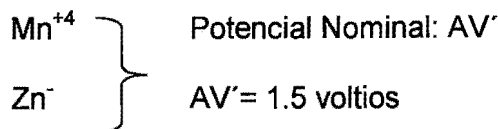
- E. Se debe controlar el voltaje de las pilas, por que un alto voltaje causaría problemas en los equipos de medición de pilas.

Fig. 31 Esquema de los Componentes de Unas Pila Seca



Donde:

$$AV = E' \text{ cátodo} - E \text{ ánodo}$$



F. SOLUCION 135

En cuanto a su composición diremos que:

Cloruro de Amonio (sólido)	}	Proveen la conductividad.
Cloruro de Zinc (45.5.%)		
Agua		

G. MEZCLA ELECTROLITICA

Diremos que la presión de mezcla nos dará la Humedad con equipo especialmente para medirla. Entonces:

> P mezcla -> < humedad

< P mezcla -> > humedad

H. Para la medición referencial del amperaje en la mezcla electrolítica diremos:

Para una mezcla correcta el % H = OK

< % H = Mezcla Seca = amperaje Bajo

> %H = Mezcla Húmeda (trae problemas en proceso, varía mucho).

I. PASTA ELECTROLITICA

Diremos lo siguiente en cuanto a sus componentes:

- Harina de Trigo** Son almidones que mantienen
- Harina de Maíz** } centrado el bobbin en la vasija
- Harina de arroz:** } Evita la formación de grietas (lo pone ligero)
- Goma Guar:** Espesa la pasta electrolítica (eleva la viscosidad).
- Reactivo Superficial:** Homogeniza la dispersión, mantiene en suspensión las harinas.
- HgCl₂:** Amalgama los metales pesados existente en la pila.
- Amoniaco:** Regula el pH.

VIII. CONCLUSIONES

1. Si es posible la reducción del mercurio en las pilas secas, sin necesidad de desmejorar la calidad, el tiempo de vida y sin encarecer los procesos. De acuerdo a la grafica del Anexo N° 21 la **AV > 1.570 V**, para después de 1 año de almacenada la pila con Hg. 0.08%. únicamente incidir en los controles tanto en la etapa de recepción de insumos químicos como en el control de proceso, que todo se lleve de acuerdo a lo descrito en los manuales de control de calidad y normas internacionales
2. Así mismo se cumple con el control de tiempo de descarga, superando los **300 minutos (Vmin. = 0.9 V de corte)**, sometidos a una resistencia de 3.9 ohms. Anexo N° 14.
3. En cuanto a la prueba de duración Anexo N° 22, los resultados demuestran que el tiempo de corte a **V = 0.8 V** superaron los 10 días de descarga continua, sin resistencia.
4. Se demuestra que llevar un control en base de histogramas y análisis químicos en todas las etapas de producción es tan importante para saber en que estado se encuentra. Las especificaciones parametrizan al fierro y otros metales pesados como el Cobre, fierro, Cadmio etc, estos causan problemas a las pilas como la disminución del voltaje, al reaccionar con la vasija de zinc producen agujeros, por ende perder el mercado ya ganado por décadas.

5. El mercurio ha sido desde hace mucho una materia prima valiosa. Su conductividad es excelente, permite mediciones precisas de la temperatura y la presión, sirve de catalizador y biocida y se empleaba como componente esencial de los procesos mineros tradicionales de extracción de plata y oro.
6. La reducción del Mercurio en la pila no afecta la Performance ni el costo de producción. De acuerdo al Anexo N° 16 se demuestra que el costo de producción es la mitad del costo de venta:

0.73 S/und = C. Producción Vs 1.50 S/und = Costo Venta

Demostrándose que se rentable a mas del 100 % producir pilas con mercurio al 0.08%.

7. Para la formación del bobbín, verificar la calidad de mezcla, empleando la mezcla del día. Verificar la altura y funcionamiento de la varilla de carbón. Regular las guías de inserción de bobin.
8. En la parte superior de la pila se cierra herméticamente con plástico, para evitar la entrada del aire en el interior de la pila, lo cual impide la corrosión del zinc. Las pilas responden a esa caracterización de sustancias peligrosas llamadas ecotóxicas porque son desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el empleo de pilas con menor contenido de mercurio y metales que son tóxicos al medio ambiente, luego de ser usado, debido a que no hay un control adecuado de las mismas.
2. Preferir pilas recargables.
3. Optar por pilas alcalinas.
4. Para enfrentar estos problemas de contaminación se deben integrar los vecinos en organizaciones de comunidades formando ecoclubes para exigir un tratamiento final a estos residuos. Podemos minimizar los impactos negativos provocados por el uso de estos. Pero la solución definitiva a este problema depende de la voluntad y acción de las autoridades responsables.
5. En nuestro país, por el momento, es preferible y más prudente arrojar las pilas con la basura doméstica, por cuanto esta irá a parar a los rellenos sanitarios y contaminará menos, ya que en ellos se cuenta con una cobertura para que los metales y otros elementos contaminantes no pasen a las ñapas.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Fuente: Libro "Estrategias Ambientales: Las decisiones ambientales y los protagonistas" 2° parte: Derecho a la Información Ambiental-Capitulo 5: crónicas de nuevos caminos. Autor: Nany Mac Kay – Año 2000

Email: nancy_mac@arnet.com.ar <http://usuarios.arnet.com.ar/nancymac/>

2. REPAMAR: Plan de Acción San Pablo 2000 Aporte REMAR

Tema : Minimización y Control de Pilas y baterías

Reuso y Reciclaje de Pilas y Baterías en Argentina

Aspectos Tecnológicos *Ing. Hugo Allevato*

3. **Estrategias Ambientales y los Protagonistas 2da Parte, Derecho a la Información Ambiental. Capítulo 5: Crónicas de Nuevos Caminos**

4. Paginas Web

Autor : Nancy Mac Kay. ©2000. nancymac@arnet.com.ar <http://usuarios.arnet.com.ar/nancymac/>

Proyecto para el tratamiento y disposición de pilas y micropilas <http://www.nezit.com.ar/Legales.htm>.

XI. ANEXOS

1. Anexo N° 1: Cuadro Resumen de Requisitos Legales del Medio Ambiente.
2. Anexo N° 2: Requisitos Legales para el Sistema de Gestión Ambiental.
3. Anexo N° 3: Lista de Residuos Peligrosos que Componen las Pilas Secas
4. Anexo N° 4: Tabla de Densidades de Soluciones Electrolíticas
5. Anexo N° 5: Diseño de La Laminadora de Fundición Modelo Japonés.
6. Anexo N° 6: Grafica de Concentración Vs. Densidad del Cloruro de Zinc.
7. Anexo N° 7: Lista de Estándares de Calidad de Insumos de Proceso.
8. Anexo N° 8: Análisis Químico del Comportamiento del Plomo.
9. Anexo N° 9: Análisis de Metales en el cloruro de zinc
10. Anexo N° 10: Análisis de Metales en el Agua de Producción de Pilas.
11. Anexo N° 11: Sustancias que Afectan la Calidad y Uso del Agua
12. Anexo N° 12: Plan de monitoreo de Efluentes Líquidos y Gases en Pilas
13. Anexo N° 13: Análisis de Metales y Líquidos en Lodos
14. Anexo N° 14: Control de Descarga Prueba con Mercurio Reducido al 0.08 %
15. Anexo N° 15: Resumen de Programa de Gestión Ambiental en Pilas
16. Anexo N° 16: Consumo de Recursos Naturales para Producción de Pilas.
17. Anexo N° 17: Costo de Insumos Químicos Importados.
18. Anexo N° 18: Estudio de Mercado de los Precios de las Pilas en Peru.
19. Anexo N° 19: Comportamiento de la Acidez Vs. Voltaje en MnO₂.
20. Anexo N° 20: Formula para la Preparación de la Mezcla electrolítica.
21. Anexo N° 21: Histograma de la Caída de Voltaje en pilas con Hg al 0.08%
22. Anexo N° 22: Prueba de Duración de Pilas R-20.
23. Anexo N° 23: Control de voltaje de Pilas de la competencia.
24. Anexo N° 24: Tabla de Referencia para la contracción del PVC de la Pila.

ANEXO N° 1 CUADRO RESUMEN DE REQUISITOS LEGALES Y OTRAS REGULACIONES ASOCIADAS AL MEDIO AMBIENTE

NORMA LEGAL	FECHA DE PROMULGACION	DETALLE DE LA NORMA
<p>DECRETO SUPREMO N° 033-2000-ITINCI</p> <p>RESOLUCION MINISTERIAL N° 277-2001</p>	<p>6-Nov-00</p> <p>26-Nov-01</p>	<p>ESTABLECEN DISPOSICIONES PARA LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MONTREAL RELATIVO A LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO</p> <p>Principales disposiciones relacionados con LA PLANTA DE PRODUCCION DE PILAS SECAS:</p> <p>Art.1.- De acuerdo con los compromisos asumidos mediante la adhesión al protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, a partir de la fecha de publicación del presente Decreto Supremo, el Estado Peruano controlará la reducción progresiva del ingreso, comercialización y usos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) que se asignan en el anexo I que forma parte integrante de esta norma.</p> <p>Art.2.- El cumplimiento de los compromisos asumidos con la adhesión al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, a partir de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo no se permitirá:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El ingreso al territorio nacional de CFC 11 y CFC 12 reciclados. 2. La producción nacional de SAO. 3. La fabricación nacional o el ingreso al territorio peruano, de equipos de refrigeración y congelamiento, otros equipos de producción de frío y aire acondicionado nuevos o usados de acuerdo al detalle consignado en el Anexo II, que contengan o requieran para su producción u operación, alguna de las SAO enunciados en el Anexo I del presente D.S. 4. El ingreso al territorio nacional de vehículos nuevos o usados que contengan equipos de aire acondicionado que operen con SAO en estado puro o mezcla; disposición que será de aplicación a nivel nacional, inclusiva para los casos de CETICOS. 5. La emisión intensional de SAO a la atmosfera. <p>Cabe señalar que los equipos importados de aire acondicionado que ingresan al territorio nacional de las diferentes marcas comerciales , son producidos de acuerdo a las regulaciones del Protocolo de Montreal y solamente usan el HCFC-22.</p>

**ANEXO N° 2 MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES Y REGULACIONES ADOPTADAS VIGENTES
RELACIONADOS CON EL SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL**

1/2

ASPECTO	LEY - PERU		VALOR MAXIMO PERMITIDO	REGISTRO
	Regulación Adoptada	Fecha		
AGUA (Líquidos) - Descarga de residuos industriales a las redes públicas de desague.	D.S. N° 28-60-SAPL (art. 2,3,4 y 5)	23-11-60	T = 35 °C Sólid.Sedim. : 8.5 ml/L-h Liqui.Grasos : 0.1 g/L DBD : 1000 ppm.	Informe Técnico de Monitoreo de afluentes líquidos (Trimestral)
- Calidad y Clasificación respecto a sus usos	D.S. N° 007-83-61 (Art. 1)	11-3-83	Pto.Ignición : 90 °C pH : 5.0 - 8.5	
- Descarga de metales pesados en afluentes líquidos (en redes públicas desague)	Norma Chilena: 409/1, Tabla N° 1.		Mercurio (Hg): 0.02 mg/L	Informe Técnico de Monitoreo de afluentes (Mensual)
AIRE - Concentración máxima de contaminantes en el aire (emisión)	D:S: N° 046-93-EM (Título XVII, Apéndice y Tabla 2)	10-11-93	Partículas: 120 ug/m3 CO: 35mg/m3/15mg/m3 H2S (1H): 30 ug/mg SO2 (24H): 300 ug/m3 NO (24H): 200 ug/m3 Hidrocar(24H): 15000 ug/m3	Informe Técnico de Monitoreo de emisiones gaseosas (Trimestral)
RUIDOS - Nocivos o Molestos	Ordenanza 015,del Consejo Prov. Lima (Art. 2)	3-7-86	Zonas: Industrial: 90 decibeles Comercial: 85 decibeles Residencial: 80 decibeles	Registro de Monitoreo (mensual)
- Control de emanaciones y residuos nocivos.	D.S. s/n, Reglamento de Ley 14084 (Art.2)	11-9-62		
DESECHOS - Disposición final de residuos en final.	D.S.N° 003-81SA, y D.Alcaldía N° 008 Ordenanza 001	3-12-81 16-2-86 10-1-85	Disposición Final: Sólo en rellenos sanitarios autorizados	Registro Control de Residuos Sólidos (consolidado Mensual)
- Ley general de Residuos Sólidos	Ley N° 27314	20-7-00		

INDECOPI	PILAS ELECTRICAS SECAS ESPECIFICACION	ANEXO 2
<p>1. OBJETIVO 1.1 La presente Norma tiene por objeto establecer los requisitos y los ensayos que deben someterse las pilas secas.</p> <p>2. DEFINICIONES Los términos técnicos utilizados en esta norma están definidos del 2.1 al 2.14.</p> <p>2.1 Pila: Generador de energía eléctrica obtenida por la conversión directa e irreversible de la energía química producida.</p> <p>2.2 Pila seca: Pila cuyo electrolito se encuentra inactivo.</p> <p>2.3 Tensión en circuito abierto: Diferencia de potencial entre el polo positivo y el polo negativo de una pila, cuando el circuito externo esta abierto.</p> <p>2.4 Tensión en circuito cerrado: Diferencia de potencial entre el polo positivo y el polo negativo de una pila, cuando circula una corriente por medio de un circuito externo.</p> <p>2.5 Tensión nominal: Valor de tensión adoptado para caracterizar un tipo de pila.</p> <p>2.6 Tensión Inicial: Es la diferencia de potencial de la pila medida entre los terminales de la misma, dentro de un período de 30 días después de elaborada y antes de ser sometida a cualquier descarga.</p> <p>2.7 Tensión final de descarga: Es la diferencia de potencial de la pila medida entre los terminales de la misma, cuando esta ha llegado a su límite de vida útil.</p> <p>2.8 Vida útil: Es el tiempo en el ensayo de vida útil de las pilas y baterías secas, durante el cual la tensión a circuito cerrado llega a ser igual o superior a la tensión final de ensayo especificada. En caso de descargas intermitentes, este tiempo es la suma de los tiempos netos de descarga.</p> <p>2.9 Descarga: Proceso mediante el cual una pila o batería entrega corriente a un circuito. Esta descarga puede ser continua o intermitente.</p> <p>2.10 Polarización: Es un fenómeno químico que reduce la fuerza electromotriz (f.e.m.) cuando una pila esta en uso.</p> <p>2.11 Capacidad: Duración de una pila bajo condiciones de ensayos especificados</p> <p>2.12 Vida de almacenamiento: El tiempo de almacenamiento bajo condiciones especificas en el que una pila conserva sus habilidades para suministrar una capacidad determinada.</p> <p>2.13 Polo negativo: Parte conductiva externa de una pila, a través del cual, durante la descarga circula una corriente del circuito exterior.</p> <p>2.14 Polo positivo: Parte conductiva externa de una pila, a través del cual durante la descarga, una corriente circula al circuito exterior.</p> <p>3. NOMENCLATURA La nomenclatura de una pila define claramente las dimensiones físicas, polaridad, tipo de terminales, el sistema electroquímico y la tensión nominal.</p>		

INDECOPI	PILAS ELECTRICAS SECAS ESPECIFICACION	ANEXO 2
-----------------	---	----------------

3.1 Pilas:

3.1.1 Una pila es designada por una letra mayúscula seguida por un número definiendo las dimensiones nominales. La letra R corresponde a la característica de:
- Pila cilíndrica - R

Nota: Estas letras son acompañadas por un número secuencial.
En la tabla 1 se pueden observar las diferentes designaciones o tipo se dan a las pilas secas.

Designación o tipo		
R-20	UM-1	D
R-14	UM-2	C
R-6	UM-3	AA

Tabla 1 – Equivalencia entre tipos

3.1.2 Para pilas de los tipos R-20, R-14 y R6. La duración mínima de esta categoría esta definido en la Tabla 2.

Tipos	Duración mínima
R – 20	5.0H
R – 14	2.5H
R – 6	40min

Tabla 2 – Duración mínima de pilas cilíndricas R-20, R14 y R6

3.2 Sistema electroquímico:

Sin letra, Sistema de dióxido de manganeso como electrodo positivo, cloruro de amonio y/o cloruro de zinc como electrólito y zinc como electrodo negativo, como se muestra en Tabla 2.

Electrodo positivo	Electrolito	Electrodo negativo	Tensión Nominal (V)
Dióxido de Manganeso	Cloruro de amonio y/o Cloruro de zinc	Zinc	1.5

Tabla 3 – Características del Sistema Electroquímico

4. DIMENSIONES DE PILAS

Las dimensiones de las pilas están perfectamente definidas por dos o tres dimensiones finales. Es por esto, que para las mediciones de dimensiones adicionales de las pilas se usan calibradores.

La asimetría de los terminales de la pila permite que su alojamiento sea protegido de tal forma que una pila solo pueda ser insertada de la forma correcta.

--	--

4.1 Diferencia de las dimensiones:

Los símbolos usados para definir las dimensiones son los siguientes, ver figura 2 y Tabla 3:

A = Altura máxima de la pila.

B = Diámetro mínimo entre los contactos positivos y negativos.

C = Diámetro mínimo externo de contacto negativo.

E = Profundidad máxima de entrada de contacto negativo.

F = Diámetro máximo y mínimo de contacto positivo considerando la protección especificada del contacto.

G = Protección mínima de contacto positivo.

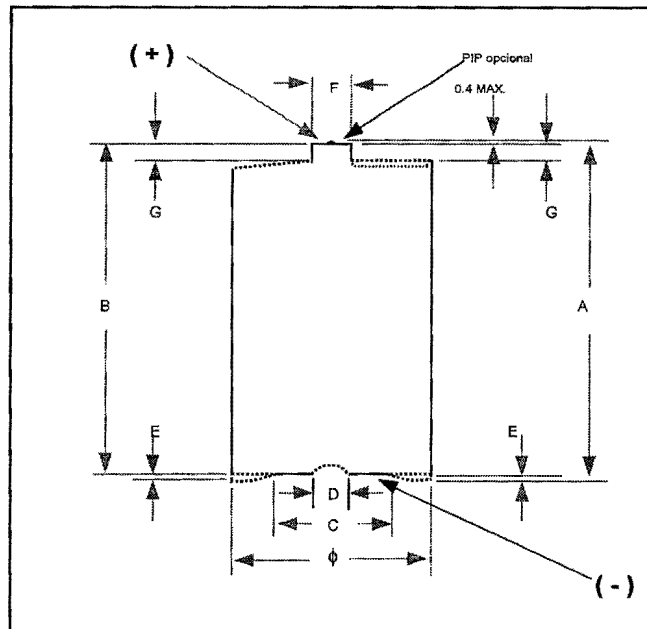


FIGURA 2 – Dimensiones de la Pilas

Dimensiones	R-20		R-14		R-6	
	Max.(mm)	Min.(mm)	Max.(mm)	Min.(mm)	Max.(mm)	Min.(mm)
A	61,5	-	50,5	-	50,5	-
B	-	59,5	-	48,5	-	49,0
C	-	18,0	-	13,0	-	7,0
D	-	-	-	-	-	-
E	1,0	-	0,9	-	0,5	-
F	9,5	7,8	7,5	5,5	5,5	4,2
G	-	1,5	-	1,5	-	1,0
∅	34,2	32,2	26,2	24,7	14,5	13,5

TABLA 4 - Indices definidos - Pila Eléctrica tipo R-20,R-14 y R-6 – 1,5V

5. TERMINALES

Cada pila debe ser construida con los terminales mencionados en los estándares.

5.1 Terminal superior e inferior.

INDECOPI	PILAS ELECTRICAS SECAS ESPECIFICACION	ANEXO 2
-----------------	---	----------------

Este tipo de terminal es usado en las pilas que tengan sus dimensiones de acuerdo a la figura 2 y que tienen sus dos terminales aislados.

6. MARCA

Toda pila debe contener la siguiente información:

- a) Designación.
- b) Marca del producto.
- c) Nombre del fabricante.
- d) Polaridad de los terminales.
- e) Tensión nominal.
- f) Mes/año de vencimiento.

7. CONDICIONES GENERALES DE FABRICACION

7.1 Estabilidad Dimensional:

Las dimensiones de las pilas no deben variar cuando son usadas en condiciones normales, sus dimensiones deben ser aquellas especificadas.

7.2 Hermeticidad:

Para evitar daños en sus equipos estos deben estar protegidas en su interior en forma total por una cubierta o tubo de PVC y que tenga un blindaje metálico exterior, la cual evitará la fuga del electrólito.

Se recomienda al usuario retirar las pilas de sus equipos al final de su vida útil.

7.3 Terminales:

Los terminales de las pilas deben hacer y mantener buen contacto durante su utilización y/o vida útil.

7.4 Tensión máxima en circuito abierto:

La tensión máxima en circuito abierto no debe exceder el valor mostrado en la tabla 4.

Sistema electroquímico	Tensión máxima a circuito abierto (V)
Dióxido de Manganeso, Cloruro de Amonio y/o Cloruro de Zinc y Zinc.	15% de la tensión nominal

Tabla 5 - Tensión Máxima

8. INSPECCION:

8.1 Muestreo:

8.1.1 Un muestreo debe ser elegido de acuerdo a los parámetros individuales a ser ensayados y los valores de nivel de calidad aceptables serán definidos entre el comprador y el fabricante. Mínimo 3 pilas del mismo tipo deben ser inspeccionadas para fin de aplicación.

8.1.2 Para verificar la conformidad de duración, media mínima, se especifica:

- a) Utilizar 9 pilas para ensayo de descarga.
- b) Calcular la media sin concluir ningún resultado;
- c) Si está es igual a un valor mayor que el especificado y no más de una pila presenta un resultado inferior al 60% del valor especificado, las pilas son consideradas conforme con la norma de ensayo de descarga.

--	--

INDECOPI	PILAS ELECTRICAS SECAS	ANEXO 2
	ESPECIFICACION	

- d) Si la media es menor que el valor especificado y una ó más pilas presentan resultado inferior al 60% de lo especificado, repetir el ensayo con una nueva muestra de pilas y calcular la media como en el paso anterior.
- e) Si la media de esta segunda muestra es igual o mayor que el valor especificado y no más de una pila presentan el resultado inferior al 60% del valor especificado, las pilas son consideradas conforme con la norma de ensayo de descarga.
- f) Si la media de esta segunda muestra es menor que el valor especificado y una ó más pilas presentan resultados inferiores al 60% del valor especificado, las pilas no son consideradas conforme con la norma, no siendo permitido nuevos ensayos.

8.2 Condiciones de ensayo:

8.2.1 Condiciones ambientales:

8.2.1.1 La temperatura normal debe ser de $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

8.2.1.2 La humedad relativa debe ser de $65\% \pm 10\%$.

8.2.2 Condiciones de descarga:

8.2.2.1 Cuando no se especifique los ensayos de descarga, estos son efectuados a una temperatura y humedad relativas normales. Todos los valores de duración mínima indicados en los ensayos referentes a pilas están bajo condiciones de temperatura y humedad relativas normales.

8.2.2.2 El ensayo de descarga inicial se realiza dentro los 30 días después de fabricado. Durante este periodo han sido mantenidas en condiciones ambientales normales.

8.2.3 Resistencia:

El valor de carga resistiva (la cual incluye todas las partes del circuito externo) especificado en los métodos de ensayo, debe tener una precisión dentro del $\pm 0.5\%$.

8.2.4 Periodos:

Los periodos en circuito abierto y cerrado son especificados en los métodos de ensayo.

8.2.5 Determinación de capacidad:

Para determinar la capacidad de la pila se descarga como esta especificado en los métodos de ensayo que refiere a la tensión con la carga que cae la primera vez por debajo de lo especificado última tensión. La capacidad se expresada horas.

Como se especifica en los métodos de ensayo, se considera que la pila que satisface dos ensayos, cumple con los requisitos de esta Norma.

8.2.6 Medida de la Tensión:

La precisión de la medida de tensión debe estar dentro de 0.01 V para 1.5 V. La resistencia del instrumento de medición por lo menos 10 veces superior a la resistencia de descarga con un mínimo de $1000 \Omega/\text{V}$ de escala.

8.3 Método de ensayo:

Una pila debe ser descargada obedeciendo el ciclo previsto en la tabla, en en circuito resistivo, dentro de las condiciones de ensayo.

Tipo	Resistencia de Descarga (Ω)	Tensión final de Ensayo (V)	Método de descarga	Duración mínima (h)
R-20	3,9	0,90	1h/d	5,0
R-14	3,9	0,80	1h/d	2,5
R-6	3,9	0,80	1h/d	40 min.

Tabla 6- Condiciones de ensayo de descarga

--	--

INDECOPI	<p style="text-align: center;">PILAS ELECTRICAS SECAS</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACION</p>	ANEXO 2
<p>8.4 Hermeticidad y deformaciones: Las pilas y baterías no deben presentar señales de pérdida del electrólito o deformación, durante los ensayos de vida útil especificada.</p> <p>9. GUÍA PRÁCTICA PARA EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO, USO Y SUSTITUCIÓN:</p> <p>9.1 Fabricación y distribución de la pilas.</p> <p>9.1.1 Embalaje: El embalaje debe ser adecuado para evitar daños físicos de la pila durante el transporte, manipuleo y apilamiento.</p> <p>9.1.2 Transporte y manipulación: El choque y la vibración deben ser evitados, al mismo tiempo las cajas no deben moverse en los camiones durante el transporte o colocadas en posición apiladas muy altas que puedan llevar a que las cajas se caigan.</p> <p>9.1.3 Almacenamiento y rotación de stock:</p> <p>9.1.3.1 El área de almacenamiento debe ser limpio, ventilado, seco y protegido de la intemperie.</p> <p>9.1.3.2 No deben ser almacenados las pilas próximos a fuentes de calor, depósitos de agua, expuestas al sol y próximas a sustancias que contengan cloruro de sodio (NaCl).</p> <p>9.1.3.3 Aunque la vida de almacenamiento de una pila a temperatura ambiente es satisfactoria, ella puede ser mejorada por almacenamiento a bajas temperaturas (equivalente a lugares fríos $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$), con precauciones especiales. Las pilas deben ser fechadas y embalada con protectores especiales (tales como bolsa plásticos ó similares) las cuales protegen las pilas durante la condensación y el tiempo que se mantengan a la temperatura ambiente. El calentamiento acelerado es perjudicial. Las pilas almacenadas en frío deben ser colocadas en uso lo más pronto que sea posible, después de retornar a temperatura ambiente.</p> <p>9.1.3.4 No deben ser almacenadas las pilas en los equipos.</p> <p>9.1.3.5 La altura de apilamiento de las pilas está en función de la resistencia del embalaje. Como guía general, la altura no debe exceder 1,5 m para embalaje de cajas de papel, y de 3m para cajas de madera.</p> <p>9.1.3.6 Estas recomendaciones son igual de válidas para condiciones de almacenamiento durante el transporte prolongado. Las pilas no deben ser almacenadas próximas a máquinas del navío o dejadas por largos periodos en contenedores metálicos no ventilados.</p> <p>9.1.3.7 Para permitir una rotación fácil de los lotes se debe utilizar el sistema de que el primero que entra es el primero que sale.</p> <p>9.1.4 Puesta en venta:</p> <p>9.1.4.1 Cuando las pilas son desempacadas, se deben tener cuidados para evitar daños físicos y contactos eléctricos, por ejemplo, no deben ser almacenadas a granel.</p> <p>9.1.4.2 Las pilas no deben ser colocadas en locales expuestos directamente al sol.</p> <p>9.1.4.3 El uso de equipos de medición en los puestos de venta no permite evaluar la capacidad que se puede obtener de pilas buenas de diferentes fabricantes diferentes. Estos éstos solamente pueden permitir detectar algunas fallas graves.</p>		

INDECOPI	<p style="text-align: center;">PILAS ELECTRICAS SECAS</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACION</p>	ANEXO 2
<p>9.2 <i>Diseño de equipos:</i></p> <p>9.2 <i>Elección, uso y cuidados:</i></p> <p>9.2.1 <i>Compra:</i> Conviene comprar una pila del tipo y tamaño que mejor se adapte a su uso previsto.</p> <p>9.2.1.1 Las pilas R-20 son indicadas para radios transistorizados y linternas portátiles.</p> <p>9.2.1.2 Las pilas R-14 S son indicados para radios transistorizados, linternas portátiles y relojes cuarzo.</p> <p>9.2.1.3 Las pilas R-6 S son indicadas para radios transistorizados, linternas portátiles, relojes de cuarzo, afeitadoras y cepillo de dientes.</p> <p>9.2.2 <i>Instalación:</i> Antes de colocar las pilas deben ser verificadas la limpieza y la posición correcta de los contactos del aparato y de la pila. Si es necesario debe limpiarse antes de instalar. Es muy importante que las pilas sean instaladas correctamente su polaridad (+ y -). El no cumplimiento de esta recomendación puede resultar en un mal funcionamiento y daños para el aparato y la pila.</p> <p>9.2.3 <i>Uso:</i> No es aconsejable utilizar o dejar un aparato a condiciones extremas de temperatura, como por ejemplo, expuesto a radiaciones de calor, o en un carro estacionado al sol, etc. Es aconsejable remover las pilas inmediatamente del aparato cuando no trabaje satisfactoriamente, o después de un largo periodo de no utilización (por ejemplo: cámara cinematográfica, flashes, etc). Aunque muchas pilas en el mercado son fabricadas con protección contra el derrame, una pila que halla sido parcial ó totalmente gastada tiene mayor tendencia a derramar que una que no a sido utilizada.</p> <p>9.2.4 <i>Sustitución:</i> Se deben sustituir todas las pilas de un aparato al mismo tiempo. Las pilas nuevas no deben ser mezcladas con pilas parcialmente gastadas. Pilas de diferentes sistemas electroquímicos ó de diferentes tipos no deben ser mezcladas. El no respetar estas indicaciones puede resultar en una excesiva generación de líquido en el interior de la pilas y aumentar la posibilidad de derrame.</p> <p>9.2.5 <i>Regeneración:</i> Las pilas gastadas no pueden ser regeneradas por ningún medio. Las pilas no deben ser cargadas, pues esta práctica puede causar derrame u explosión.</p> <p>9.2.6 <i>Cuidados:</i></p> <p>9.2.6.1 No se debe colocar las pilas al fuego o calor excesivo.</p> <p>9.2.6.2 No se deben abrir las pilas.</p> <p>9.2.6.3 No se deben guardar pilas gastadas</p> <p>9.2.6.4 <i>Recomendación:</i> <i>Se recomienda comprar pilas cuya procedencia sea de fabricantes que tengan certificación de Calidad ISO9000 y que en su proceso se controle la contaminación del Medio Ambiente, o sea que tenga certificación ISO14000.</i></p>		

ANEXO 3

LISTADO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUE COMPONEN LAS PILAS SECAS - INSUMOS IMPORTADOS

Planta de Pilas

2/2

N°	MATERIAL IMPORTADO	PROVEEDOR	TIPO	MODELOS										
				MATERIAL	1HD	1HD/2	1SH	1SH/1X	1PH	3SH	3X	3PH	PELL	
1	FLEJE PLACA DE FONDO UM-3	TOYOTA / MITSUI	METAL								o	o	o	
2	HUMO DE ACETILENO	SN2A	QUIMICO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
3	CARBON BLACK SUPER P	M.E.METAUX	QUIMICO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
4	CARTON KRAFT	MEI	CARTON								o	o	o	
5	VARILLA DE CARBON UM-1	TAIMATSU	CARBON	o	o	o	o	o	o					
6	VARILLA DE CARBON UM-3	TAIMATSU	CARBON								o	o	o	
7	LAMINA PVC UM-1	MEI	PLASTICO	MATERIAL DESCONTINUADO										
8	LAMINA PVC UM-3M	MEI	PLASTICO	MATERIAL DESCONTINUADO										
9	CASQUETE IMPORTADO	PANABRAS	METAL	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
10	LUBRICANTE "A"	MEI	QUIMICO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
11	MANGANESO ELECTROLITICO	SBELT	QUIMICO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
12	HOJALATA ELECTROLITICA	TOYOTA / MITSUI	METAL								o	o	o	
13	HOJALATA ELECTROLITICA	TOYOTA / MITSUI	METAL	o	o	o	o	o	o					
14	MANGANESO NATURAL	ERACHEM EUROPE	QUIMICO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
15	CLORURO DE AMONIO	BASF AG	QUIMICO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
16	SELLADOR PY	PANABRAS	PLASTICO								o	o	o	
17	POLIETILENO BAJA DENSIDAD	CARBIDE	PLASTICO	o	o	o	o	o	o					
18	COMPUESTO PVC INCOLORO	KARINA/BRASIL	PLASTICO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
19	FLEJE DE PLACA DE CABEZA UM-1	TOYOTA / MITSUI	METAL	o	o	o	o	o	o					
20	FLEJE PARA CASQUETE UM-3	TOYOTA / MITSUI	METAL								o	o	o	
21	FLEJE DE PLACA DE FONDO UM-1	TOYOTA / MITSUI	METAL	o	o	o	o	o	o					
22	ANILLO ROJO	MEI	PLASTICO								o	o	o	

ANEXO 4 TABLA DE DENSIDADES DE SOLUCIONES ELECTROLITICAS

Solución N° 130

SOLUCION 106

SOLUCION 135

Tolerancia ± 0.002

1/2

TEMPERAT	MAXIMA	ESTANDAR	MINIMA
3 °C	1.312	1.310	1.308
4 °C	1.312	1.310	1.308
5 °C	1.311	1.309	1.307
6 °C	1.310	1.308	1.306
7 °C	1.310	1.308	1.306
8 °C	1.309	1.307	1.305
9 °C	1.308	1.306	1.304
10 °C	1.308	1.306	1.304
11 °C	1.307	1.305	1.303
12 °C	1.306	1.304	1.302
13 °C	1.306	1.304	1.302
14 °C	1.305	1.303	1.301
15 °C	1.304	1.302	1.300
16 °C	1.303	1.301	1.299
17 °C	1.303	1.301	1.299
18 °C	1.302	1.300	1.298
19 °C	1.302	1.300	1.298
20 °C	1.301	1.299	1.297
21 °C	1.300	1.298	1.296
22 °C	1.299	1.297	1.295
23 °C	1.299	1.297	1.295
24 °C	1.298	1.296	1.294
25 °C	1.297	1.295	1.293
26 °C	1.297	1.295	1.293
27 °C	1.296	1.294	1.292
28 °C	1.295	1.293	1.291
29 °C	1.295	1.293	1.291
30 °C	1.294	1.292	1.290
31 °C	1.293	1.291	1.289
32 °C	1.293	1.291	1.289
33 °C	1.292	1.290	1.288
34 °C	1.291	1.289	1.287
35 °C	1.291	1.289	1.287
36 °C	1.290	1.288	1.286
37 °C	1.289	1.287	1.285
38 °C	1.288	1.286	1.284
39 °C	1.288	1.286	1.284
40 °C	1.287	1.285	1.283
41 °C	1.286	1.284	1.282
42 °C	1.286	1.284	1.282
43 °C	1.285	1.283	1.281
44 °C	1.284	1.282	1.280
45 °C	1.284	1.282	1.280
46 °C	1.283	1.281	1.279
47 °C	1.282	1.280	1.278
48 °C	1.282	1.280	1.278
49 °C	1.281	1.279	1.277
50 °C	1.280	1.278	1.276

TEMPERATU	MAXIMA	ESTANDAR	MINIMA
11 °C	1.069	1.068	1.066
12 °C	1.069	1.067	1.066
13 °C	1.069	1.067	1.066
14 °C	1.068	1.067	1.065
15 °C	1.068	1.067	1.065
16 °C	1.068	1.066	1.065
17 °C	1.067	1.066	1.064
18 °C	1.067	1.066	1.064
19 °C	1.067	1.065	1.064
20 °C	1.067	1.065	1.064
21 °C	1.066	1.065	1.063
22 °C	1.066	1.064	1.063
23 °C	1.066	1.064	1.063
24 °C	1.065	1.064	1.062
25 °C	1.065	1.064	1.062
26 °C	1.065	1.063	1.062
27 °C	1.065	1.063	1.062
28 °C	1.064	1.063	1.061
29 °C	1.064	1.062	1.061
30 °C	1.064	1.062	1.061
31 °C	1.063	1.062	1.061
32 °C	1.063	1.061	1.060
33 °C	1.063	1.061	1.060
34 °C	1.062	1.061	1.059
35 °C	1.062	1.061	1.059
36 °C	1.062	1.060	1.059
37 °C	1.062	1.060	1.059
38 °C	1.061	1.060	1.058
39 °C	1.061	1.059	1.058
40 °C	1.061	1.059	1.058
41 °C	1.060	1.059	1.057
42 °C	1.060	1.059	1.057
43 °C	1.060	1.058	1.057
44 °C	1.059	1.058	1.056
45 °C	1.059	1.058	1.056
46 °C	1.059	1.057	1.056
47 °C	1.059	1.057	1.056
48 °C	1.058	1.057	1.055
49 °C	1.058	1.056	1.055
50 °C	1.058	1.056	1.055

TEMPERATU	MAXIMA	ESTANDAR	MINIMA
11 °C	1.343	1.341	1.339
12 °C	1.342	1.340	1.338
13 °C	1.342	1.340	1.338
14 °C	1.341	1.339	1.337
15 °C	1.341	1.339	1.337
16 °C	1.340	1.338	1.336
17 °C	1.340	1.338	1.336
18 °C	1.339	1.337	1.335
19 °C	1.339	1.337	1.335
20 °C	1.338	1.336	1.334
21 °C	1.337	1.335	1.333
22 °C	1.337	1.335	1.333
23 °C	1.336	1.334	1.332
24 °C	1.336	1.334	1.332
25 °C	1.335	1.333	1.331
26 °C	1.335	1.333	1.331
27 °C	1.334	1.332	1.330
28 °C	1.334	1.332	1.330
29 °C	1.333	1.331	1.329
30 °C	1.333	1.331	1.329
31 °C	1.332	1.330	1.328
32 °C	1.331	1.329	1.327
33 °C	1.331	1.329	1.327
34 °C	1.330	1.328	1.326
35 °C	1.330	1.328	1.326
36 °C	1.329	1.327	1.325
37 °C	1.329	1.327	1.325
38 °C	1.328	1.326	1.324
39 °C	1.328	1.326	1.324
40 °C	1.327	1.325	1.323
41 °C	1.327	1.325	1.323
42 °C	1.326	1.324	1.322
43 °C	1.326	1.324	1.322
44 °C	1.325	1.323	1.321
45 °C	1.325	1.323	1.321
46 °C	1.324	1.322	1.320
47 °C	1.324	1.322	1.320
48 °C	1.323	1.321	1.319
49 °C	1.322	1.320	1.318
50 °C	1.322	1.320	1.318
51 °C	1.322	1.320	1.318
52 °C	1.321	1.319	1.317
53 °C	1.321	1.319	1.317
54 °C	1.320	1.318	1.316
55 °C	1.320	1.318	1.316
56 °C	1.319	1.317	1.315
59 °C	1.318	1.316	1.314
60 °C	1.317	1.315	1.313

ANALISIS DE pH DE SOLUCION 106

Tiempo de Estudio: 12 MESES (Mar/00 - Abril/01)

ESTANDAR DE pH					
pH					TOTAL
7.0					0
6.9					0
6.8					0
6.7					0
6.6	//				2
6.5	////				5
6.4	////////////////////				39
6.3	////////////////////////////////////				64
6.2	////////////////////////////////////				52
6.1	////////////////////////////////////				35
6.0	/				1
5.9					0
5.8					0
5.7					0
5.6					0
5.5					0
5.4					0
5.3					0
5.2					0
5.1					0
5.0					0
4.9					0
4.8					0
4.7					0
4.6					0
4.5					0
4.4					0
4.3					0
4.2					0
4.1					0
4.0					0
3.9					0
3.8					0
3.7					0
3.6					0
3.5					0
3.4					0
3.3					0
3.2					0
3.1					0
3.0					0
2.9					0
2.8					0
2.7					0
2.6					0
2.5					0
2.4					0
2.3					0
2.2					0
2.1					0
2.0					0
1.9					0
1.8					0
1.7					0
1.6					0
1.5					0
1.4					0
TOTAL					198

RESULTADO

N 200
 Max 6.60
 Min 6.00
 X 6.26
 R 0.6
 σ 0.114 3σ = 0.34
 Cp 4.386
 NF(+) 0
 NF(-) 0
 P 0%

Rango trabajo 6.3 ± 0.3 pH

ANALISIS DE Ph DE LA SOLUCION 130

Tiempo de Estudio: 6 MESES (Set/00 - Mar/01)

ESTANDAR DE pH					
pH					TOTAL
5.4					0
5.3					0
5.2					0
5.1					0
5.0					0
4.9					0
4.8					0
4.7					0
4.6					0
4.5	////////////////////				32
4.4	////////////////////////////////////				59
4.3	////////////////////////////////////				47
4.2	////////////////////////////////////				47
4.1	////////				13
4.0					0
3.9					0
3.8					0
3.7					0
3.6					0
3.5					0
3.4					0
3.3					0
3.2					0
3.1					0
3.0					0
2.9					0
2.8					0
2.7					0
2.6					0
2.5					0
2.4					0
2.3					0
2.2					0
2.1					0
2.0					0
1.9					0
1.8					0
1.7					0
1.6					0
1.5					0
1.4					0
TOTAL					198

RESULTADO

N 200
 Max 4.50
 Min 4.10
 X 4.32
 R 0.4
 σ 0.1145 3σ = 0.34
 Cp 4.3653
 NF(+) 0
 NF(-) 0
 P 0%

Rango trabajo 4.3 ± 0.3 pH

ANALISIS DE Ph DE SOLUCIO 135

Tiempo de Estudio: 7 MESES (Agost/00 - Mar/01) 2/2

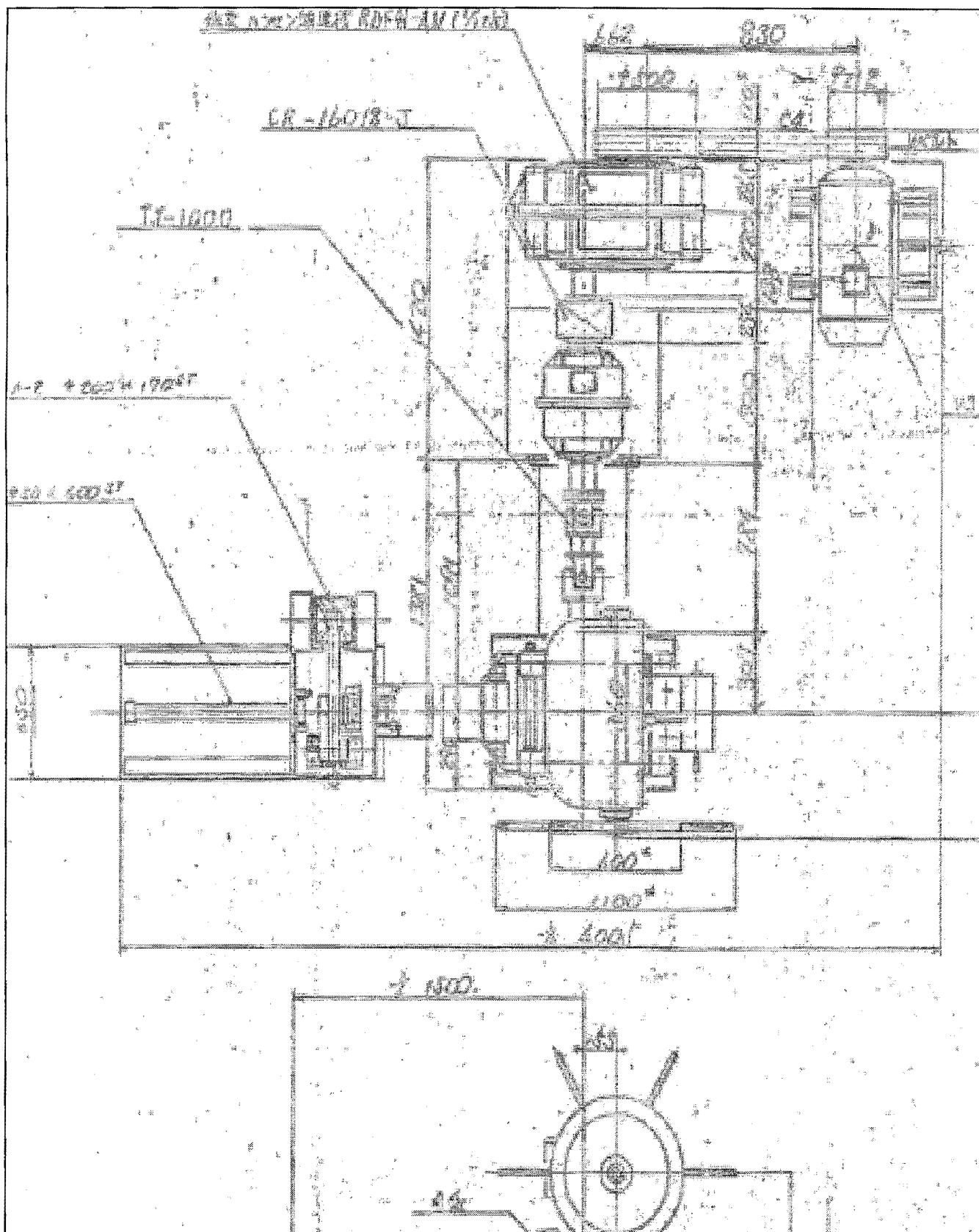
ESTANDAR DE pH					
pH					TOTAL
5.4					0
5.3					0
5.2					0
5.1					0
5.0					0
4.9					0
4.8					0
4.7					0
4.6	////////////////////////////////////				27
4.5	////////////////////////////////////				91
4.4	////////////////////////////////////				55
4.3	////////////////////////////////////				18
4.2	////////				7
4.1					0
4.0					0
3.9					0
3.8					0
3.7					0
3.6					0
3.5					0
3.4					0
3.3					0
3.2					0
3.1					0
3.0					0
2.9					0
2.8					0
2.7					0
2.6					0
2.5					0
2.4					0
2.3					0
2.2					0
2.1					0
2.0					0
1.9					0
1.8					0
1.7					0
1.6					0
1.5					0
1.4					0
TOTAL					198

RESULTADO

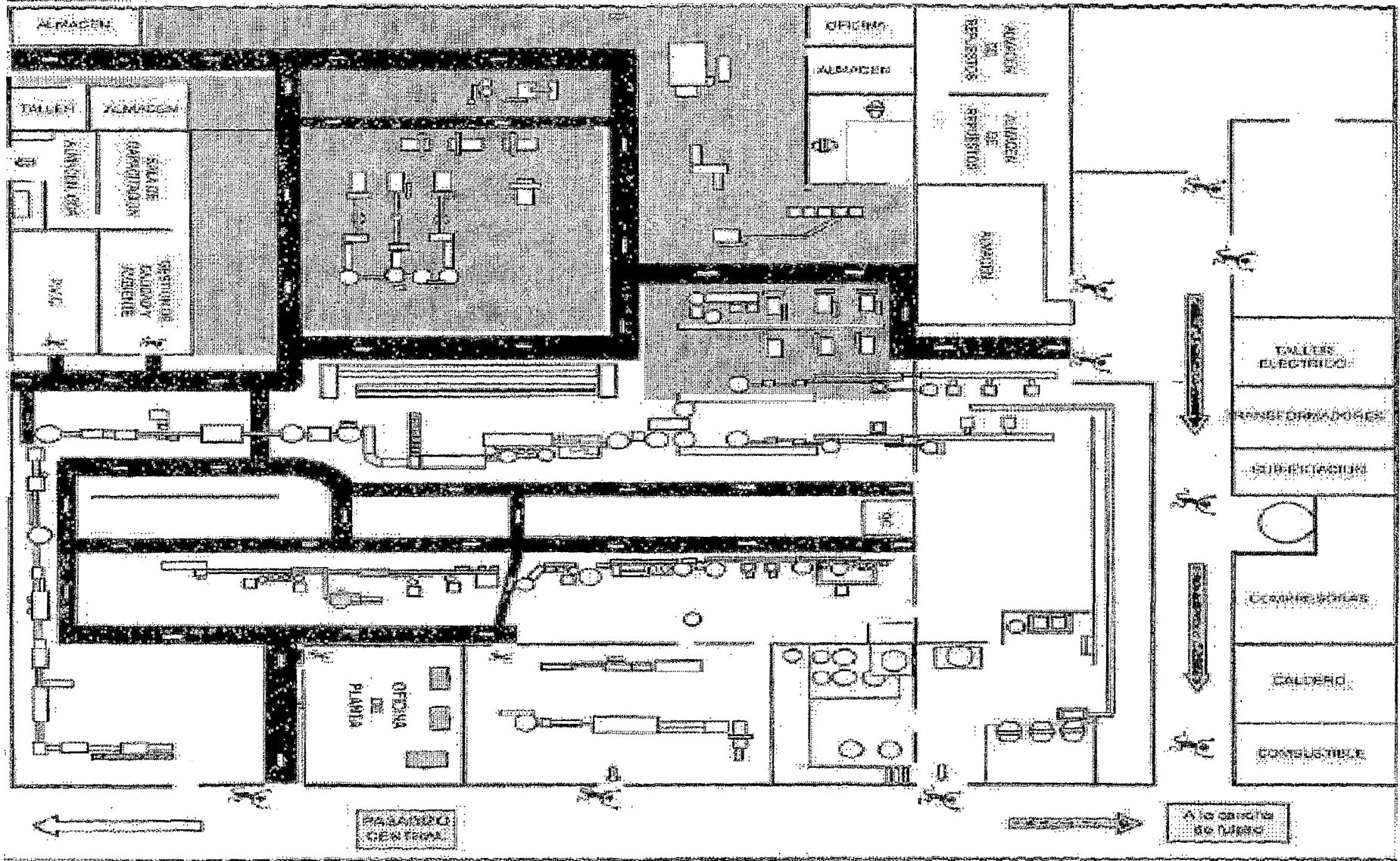
N 200
 Max 4.60
 Min 4.20
 X 4.45
 R 0.4
 σ 0.09261 3σ = 0.28
 Cp 5.39912
 NF(+) 0
 NF(-) 0
 P 0%

Rango trabajo 4.5 ± 0.3 pH

ANEXO Nº 5 DISEÑO DE LA LAMINADORA

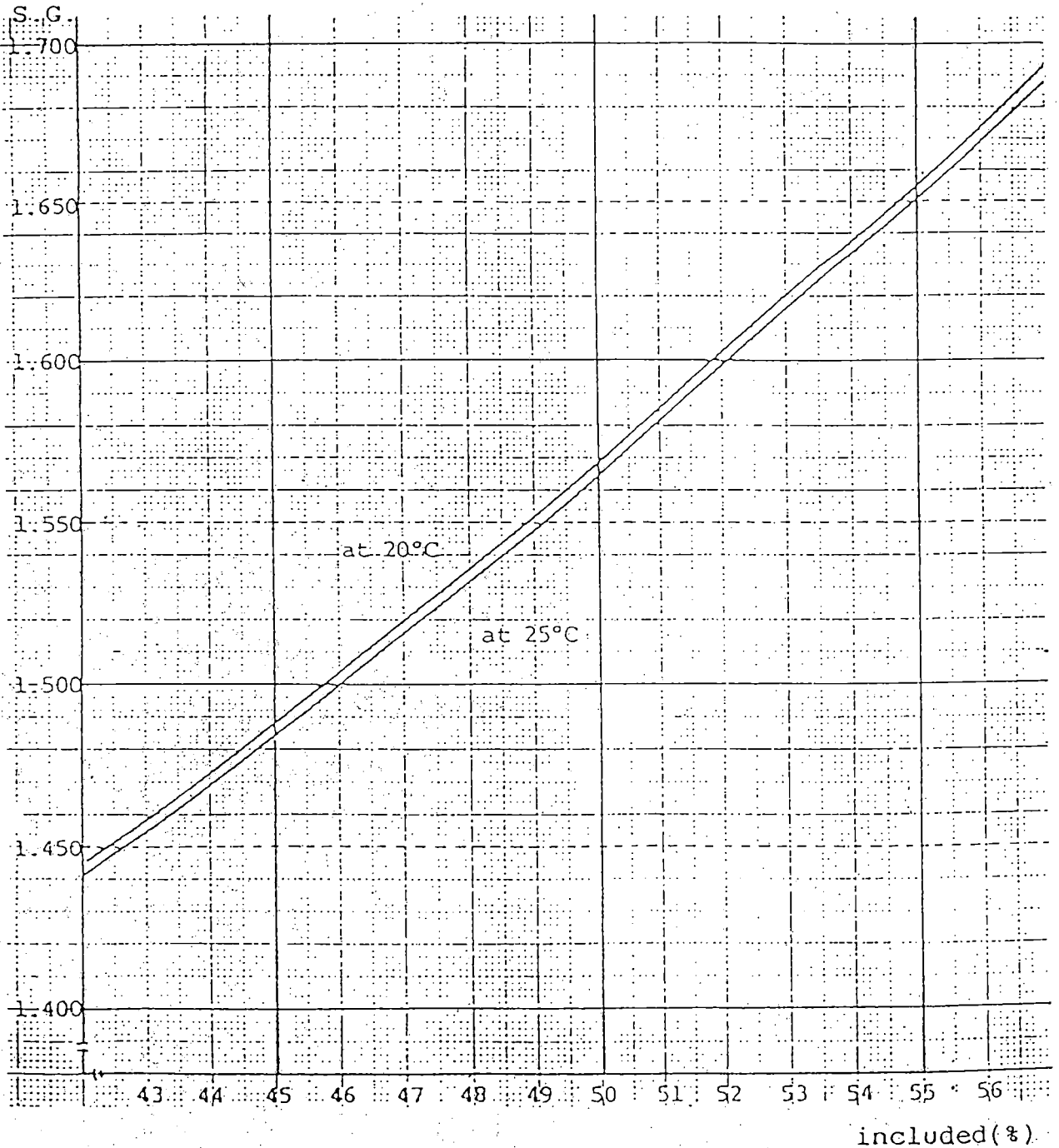


ANEXO 5.1. LAYOUT DE PROCESO DE LA PILA R-20



RAW MATERIAL TESTING METHODS		Spec. No. MT-3002
INDIVIDUAL RAW MATERIAL TESTING METHODS		Code : GZC-1
Name : Zinc chloride solution		

"Conversion chart of concentration---
specific gravity of zinc chloride solution (at 25°C)"



Date of stipulation	Stipulated	Described
		J. M

ANEXO N° 7 LISTADO DE ESTANDARES DE CALIDAD DE INSUMOS NACIONALES E IMPORTADOS

1/2

DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA BASF - ALEMANIA			ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU
CLORURO DE AMONIO ALEMAN BASF	NH4Cl	Min. 99.5	%	99.80	Min. 99.0 %
	Hierro	Max. 3.0	ppm	2.00	Max. 0.0005 %
	Fosforo	Max. 400	ppm	15.00	-
	Humedad	Max. 0.1	%	< 0.1	Max. 0.5 %
	Cenizas	Max. 0.25	%	< 0.025	-
	Ph	-		-	Min. 3.5

DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA ZINSA - PERU			ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU
OXIDO DE ZINC SELLO DORADO ZINSA -IEQSA	ZnO	Min. 99.9	%	99.80	99.5
	Pb	Max. 0.002	%	2.00	0.03
	Cd	0.0010	%	15.00	-
	Sn	0.0005	%	< 0.1	-
	Cu	0.0003	%	< 0.025	-
	Fe	0.0005	%		0.0005
	Total de Impurezas	0.0100	%		-
	pH	6.0	-		-
	Solubilidad HCl	100.0	%		-
	Solubilidad H2O	Insoluble			-
	Humedad 130 °C	0.1200	%		0.3
	Perdida de Ignición	Max. 0.36	%		-
	Gravedad Especifica	5.590	g/cm3		-
	Material Volatiles	Max. 0.19	%		-
	Area Especifica	Aprox. 4.6 - 6.7	MT2/g		-
	Malla 325	99.90	%		-
	Malla200	100.00	%		-
	Empaque en Bolsas de Polipropileno de 25 Kg. En paletas de 1000 K				-
	Prom. Tamaño de partículas: 0.21 micrones				-
Contenido de Oxido de Zinc : 80.1 %				-	
Contenido de Zinc Metálico : 0.0001				-	

DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA SBEL - BRASIL			ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU
DIOXIDO DE MANGANESO ELECTROLITICO BRASILEIRO	MnO2	Min. 89.0	%	89.79	Min. 91.0
	Fe	Max. 0.02	%	0.01	Max. 0.02
	SO4	Max. 2.0	%	1.15	-
	Mn	Min. 59.0	%	59.13	-
	Cu	< 0.001	%	0.00	Max. 0.0005 %
	Residuos Insolubles	Max. 0.35	%	0.33	-
	Pb				Max. 0.010
	Ni				Max. 0.001 %
	Humedad				Max. 3 %
	Densidad				1.48 - 1.58 g/cc
	pH				4.0 - 5.6
	Na				Max. 0.4 %
	Tamaño de Particula	-			Malla serie Tylor # 100: 100 % Malla serie Tylor # 350: > 85 %

ANEXO N° 7 LISTADO DE ESTANDARES DE CALIDAD DE INSUMOS NACIONALES E IMPORTADOS

2/2

DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA SBEL - BRASIL			ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU
DIOXIDO DE MANGANESO NATURAL	MnO2	Min. 75	%		Min. 75.0 %
	Fe	Max. 3	%		Max. 3 %
	Pb	Max. 0.032	%		Max. 0.032 %
	Cu	Max. 0.035	%		Max. 0.035 %
	Ni	Max. 0.06	%		Max. 0.06 %
	Ph	4.0 - 5.6	%		4.0 - 5.5
	Humedad	-	%		Max. 3 %
Tamaño de Particula	-			Malla serie Tylor # 100: < 3 % Malla serie Tylor # 350: > 60 %	

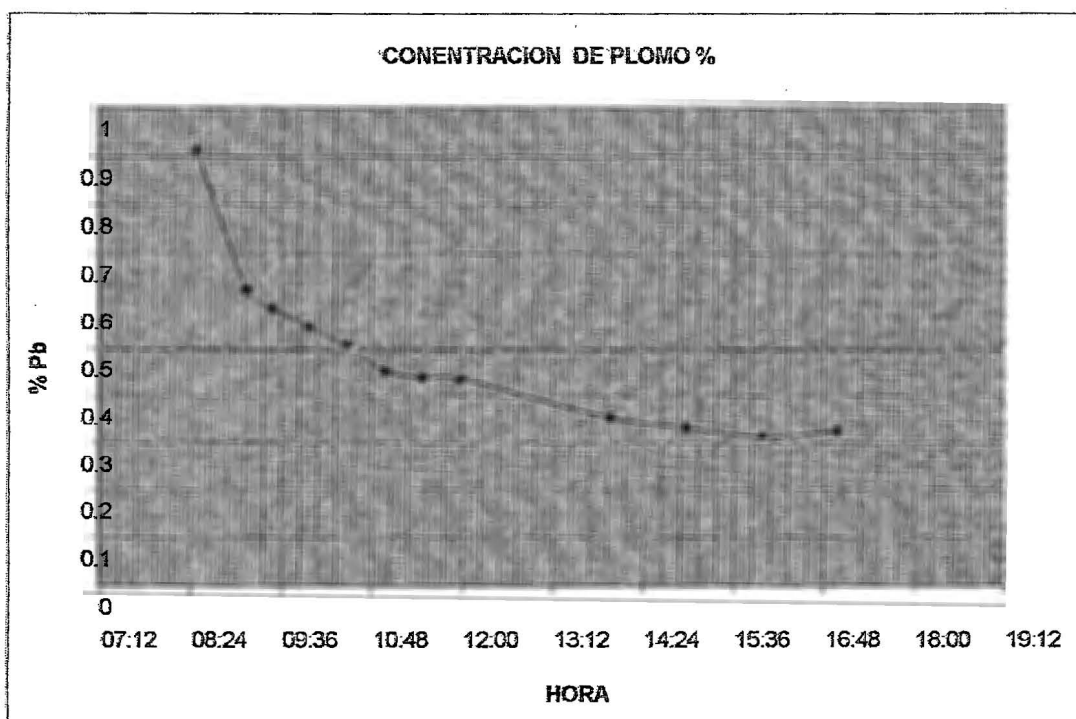
DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA PEGAQUIM S.A.C. - ARGENTINA			ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU
ALMIDON DE MAIZ	Humedad	Max. 11.9	%		
	pH	Min. 5.1	-		
	SO2	Max. 42	ppm		
	Proteina(base seca)	Min. 0.31	%		

DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU		METODO
ZINC ELECTROLITICO	Zn	Min. 99.99	%	ASTM E 536-68
	Pb	Max. 0.02	%	
	Cd	Max. 0.005	%	
	Fe	Max. 0.002	%	
	Cu	Max. 0.002	%	

DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU		METODO
CLORURO DE ZINC	Color	Incoloro/Transparente	-	ASTM E70-97 ASTM D1480-93
	Ph	2.5 - 3.0	-	
	Densidad	1.495 ± 0.005 (20 °C)	g/ml	
	Concentración	45.5 ± 0.1	%	
	Plomo	< 3	ppm	METODO A.A.
	Fierro	< 5	ppm	
	Cobre	< 0.5	ppm	
	Sodio	< 2000	ppm	

DESCRIPCION	PROPIEDAD	ESPECIFICACION TECNICA CHEVRON PHILLIPS SPEC			ESPECIFICACION TECNICA PANAPERU
HUMO DE ACETILENO FRANCES	Rigidez de Absorción	Min. 39	cc/5g	#####	
	Densidad Aparente	5.25 - 5.75	lb/ft3	5.3800	0.06-0.09 g/cc
	Humedad	Max. 0.20	%	0.0245	Max. 0.50
	Cenizas	Max. 0.05	%	0.0020	
	Criba de Residuos(malla)	Max. 0.02	%	0.0008	

ANEXO N° 8. ANALISIS QUIMICO DEL COMPORTAMIENTO DEL PLOMO



FECHA	HORA	% Pb	% Fe	% Cu
26/04/2002	09:00 a.m.	0.416	0.003	0.001
	02:00 p.m.	0.338	0.001	0.000
	03:00 p.m.	0.332	0.001	0.000
	04:30 p.m.	0.328	0.001	0.001
27/04/2002	07:30 a.m.	0.322	0.001	0.001
29/04/2002	08:30 a.m.	0.912	0.001	0.001
	09:10 a.m.	0.624	0.002	0.001
	09:30 a.m.	0.586	0.002	0.001
	10:00 a.m.	0.545	0.001	0.001
	10:30 a.m.	0.506	0.001	0.001
	11:00 a.m.	0.453	0.001	0.001
	11:30 a.m.	0.438	0.001	0.000
	12:00 p.m.	0.435	0.001	0.000
	02:00 p.m.	0.354	0.001	0.000
	03:00 p.m.	0.332	0.001	0.001
	04:00 p.m.	0.314	0.001	0.000
	05:00 p.m.	0.326	0.001	0.000

ELEMENTO	ESPECIFICACIONES
% Pb	0.40 +/- 0.10
% Fe	< 0.005
% Cu	< 0.002

ANEXO N° 9 ANALISIS DE METALES EN EL CLORURO DE ZINC

antes

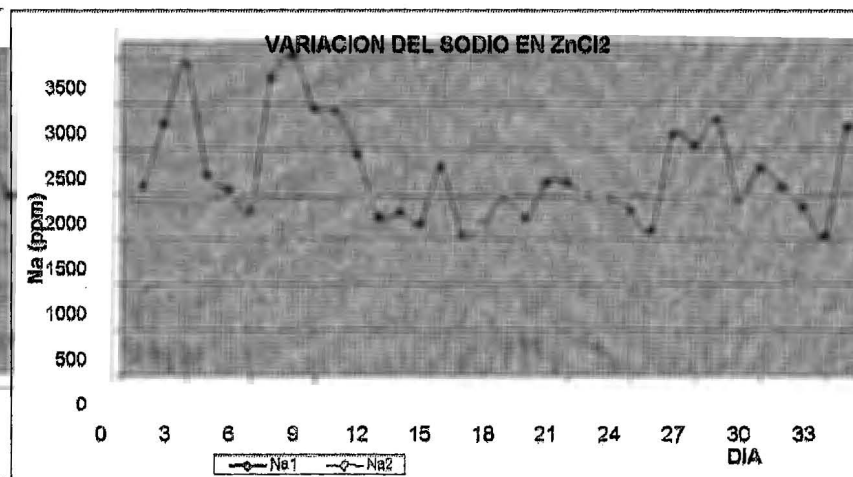
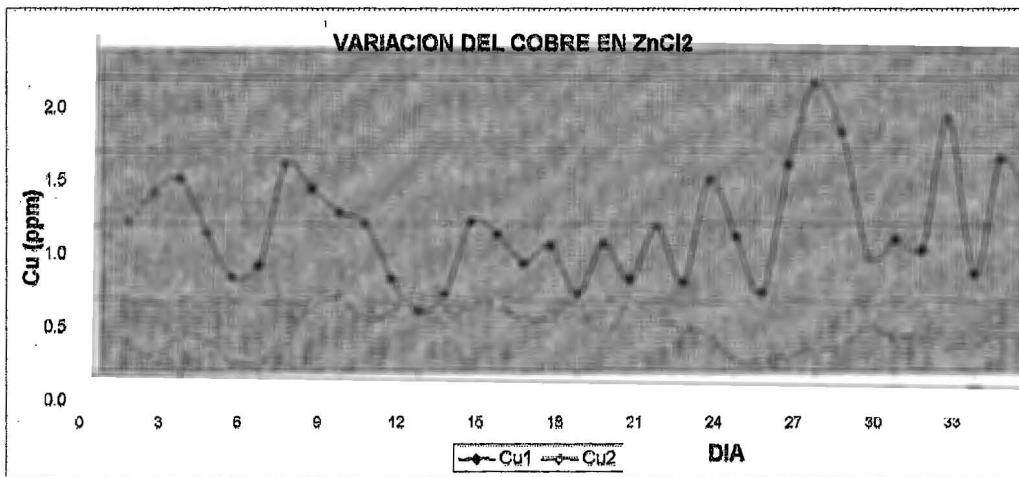
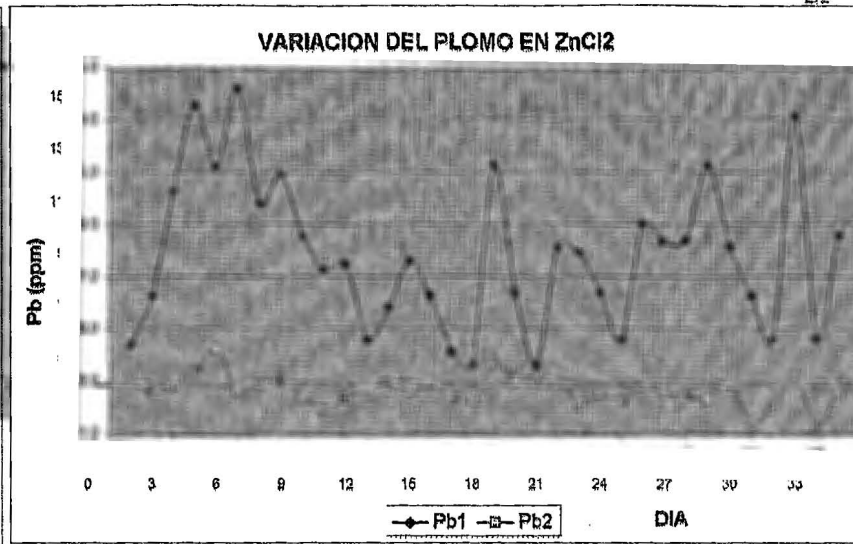
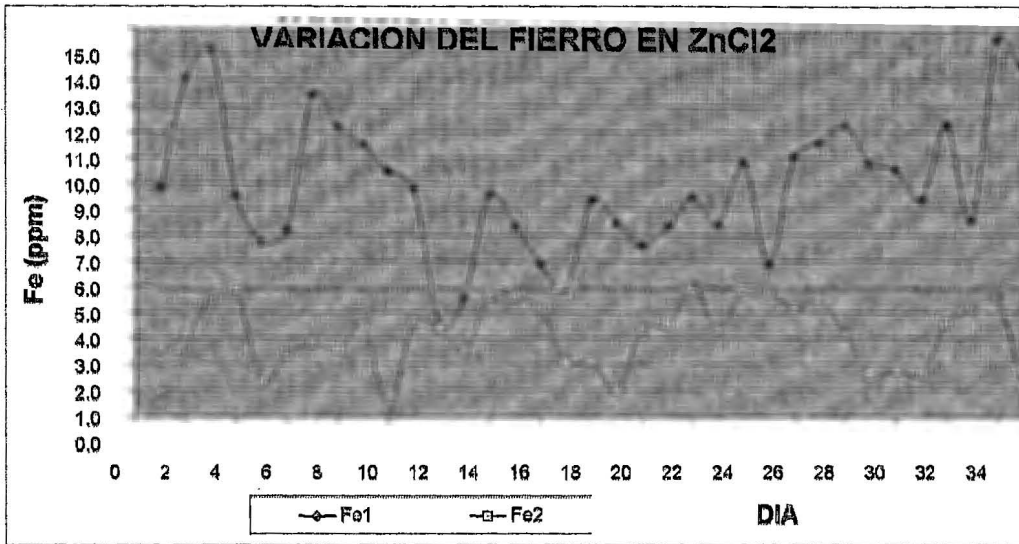
FECHA	DENSIDAD 1 = ZnCl2					
	DIA	ppm		mg/l		pH1
		Fe1	Pb1	Cu1	Na1	
5-6-01	1	8.90	4.50	1.03	2109.0	2.32
7-6-01	2	13.20	6.32	1.23	2800.0	2.46
12-6-01	3	14.30	10.36	1.33	3456.0	3.01
14-6-01	4	8.60	13.60	0.96	2236.0	2.99
20-6-01	5	6.80	11.23	0.65	2064.0	2.54
25-6-01	6	7.30	14.30	0.73	1845.0	2.68
2-7-01	7	12.50	9.87	1.42	3312.0	2.34
6-7-01	8	11.30	11.00	1.26	3564.0	2.65
10-7-01	9	10.60	8.64	1.10	2975.0	2.87
13-7-01	10	9.56	7.31	1.02	2946.0	3.12
17-7-01	11	8.88	7.56	0.64	2465.0	3.15
20-7-01	12	3.64	4.65	0.42	1765.0	2.08
25-7-01	13	4.65	5.88	0.53	1825.0	2.11
1-8-01	14	8.65	7.68	1.03	1695.0	2.54
6-8-01	15	7.46	6.36	0.95	2321.0	2.69
9-8-01	16	5.96	4.25	0.75	1564.0	2.87
14-8-01	17	4.98	3.65	0.87	1689.0	3.25
17-8-01	18	8.44	11.35	0.54	1985.0	2.87
22-8-01	19	7.55	6.48	0.88	1754.0	2.65
28-8-01	20	6.66	3.65	0.64	2156.0	2.87
4-9-01	21	7.43	8.23	1.00	2145.0	2.69
11-9-01	22	8.52	8.01	0.62	1987.0	2.54
19-9-01	23	7.46	6.46	1.32	1985.0	2.61
24-9-01	24	9.85	4.67	0.93	1842.0	2.99
28-9-01	25	5.98	9.11	0.55	1625.0	2.89
2-10-01	26	10.12	8.42	1.42	2689.0	3.10
4-10-01	27	10.64	8.47	1.98	2564.0	3.11
10-10-01	28	11.32	11.32	1.64	2845.0	2.87
12-10-01	29	9.85	8.24	0.79	1987.0	2.75
16-10-01	30	9.63	6.32	0.91	2315.0	2.45
18-10-01	31	8.46	4.69	0.84	2102.0	2.36
30-10-01	32	11.36	13.20	1.74	1875.0	2.69
3-11-01	33	7.63	4.69	0.67	1569.0	2.58
9-11-01	34	14.64	8.64	1.46	2758.0	2.87
15-11-01	35	13.64	9.54	1.21	2453.0	2.93
	Prom	9.04	7.96	1.00	2264.8	2.73
	Smin	3.64	3.65	0.42	1564.0	2.08
	smax	14.64	14.30	1.98	3564.0	3.25

despues

FECHA	DENSIDAD 2 = ZnCl2					
	DIA	ppm		mg/l		pH2
		Fe2	Pb2	Cu2	Na2	
4-12-01	1	2.63	3.21	0.20	980.0	3.01
6-12-01	2	3.21	2.56	0.10	864.0	2.64
11-12-01	3	4.61	2.89	0.25	1100.0	2.87
13-12-01	4	5.01	3.46	0.23	1300.0	2.64
14-12-01	5	1.36	4.31	0.08	1200.0	2.59
27-12-01	6	2.45	2.65	0.06	987.0	2.50
3-1-02	7	2.89	2.97	0.23	867.0	2.58
7-1-02	8	2.64	3.10	0.45	1503.0	2.84
10-1-02	9	3.56	2.45	0.51	1432.0	2.89
12-1-02	10	0.38	1.98	0.35	1253.0	2.75
14-1-02	11	3.69	2.40	0.42	1068.0	2.64
17-1-02	12	3.46	2.78	0.55	1054.0	2.58
21-1-02	13	2.54	2.98	0.36	953.0	2.95
25-1-02	14	4.70	2.67	0.47	645.0	2.98
28-1-02	15	4.65	2.98	0.46	789.0	2.87
2-2-02	16	4.21	2.46	0.35	1241.0	2.98
7-2-02	17	2.13	2.30	0.38	1645.0	2.69
11-2-02	18	2.19	3.60	0.48	1325.0	2.54
16-2-02	19	1.06	3.25	0.25	1462.0	2.68
18-2-02	20	3.40	3.21	0.49	1258.0	2.63
22-2-02	21	3.60	3.42	0.36	1165.0	2.51
25-2-02	22	5.00	2.10	0.32	1254.0	2.54
28-2-02	23	3.40	2.56	0.25	1139.0	2.87
3-3-02	24	4.97	2.34	0.07	1034.0	2.80
9-3-02	25	4.82	2.87	0.09	954.0	2.49
14-3-02	26	4.25	2.60	0.12	872.0	2.75
17-3-02	27	4.61	2.50	0.16	1032.0	2.71
22-3-02	28	3.20	2.36	0.17	1143.0	2.94
5-4-03	29	1.62	2.95	0.32	1645.0	2.86
13-4-02	30	1.84	1.57	0.24	1123.0	2.63
28-3-02	31	1.69	1.98	0.27	1453.0	2.61
10-5-02	32	3.64	3.25	0.18	875.0	2.59
18-5-02	33	4.20	1.36	0.19	765.0	2.48
25-5-02	34	4.61	2.54	0.26	789.0	2.87
8-6-02	35	1.24	2.64	0.23	1086.0	2.89
	Prome	3.24	2.72	0.28	1121.6	2.73
	Sminir	0.38	1.36	0.06	645.0	2.48
	smaxir	5.01	4.31	0.55	1645.0	3.01

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITES
pH	-	2.5 - 3.0
Densidad	g/ml	1.495±0.005
Temperatura	°C	20
Plomo	ppm	< 3 ppm
Hierro	ppm	< 5 ppm
Cobre	ppm	< 0.5 ppm
Sodio	ppm	< 2000 ppm

ANEXO N° 9 ANALISIS DE METALES EN EL CLORURO DE ZINC

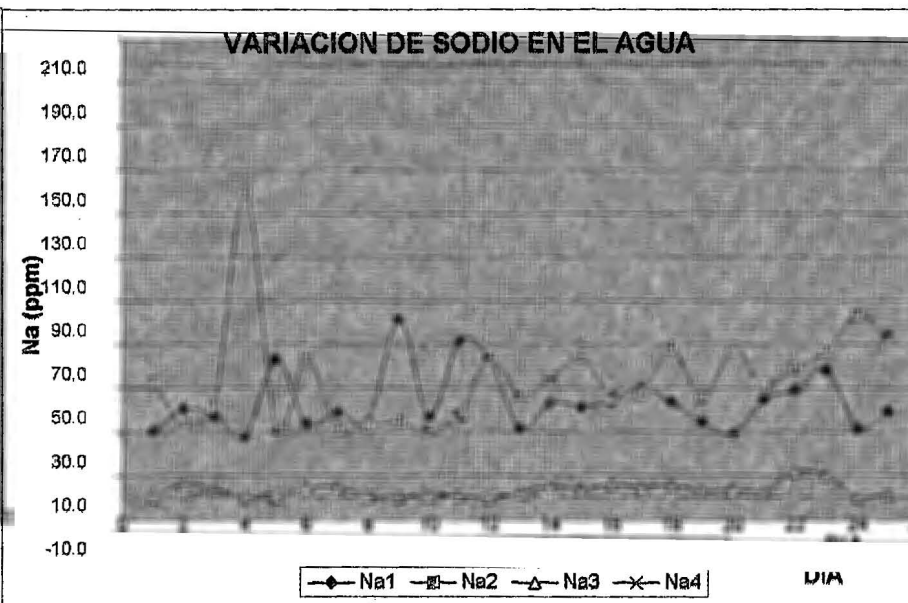
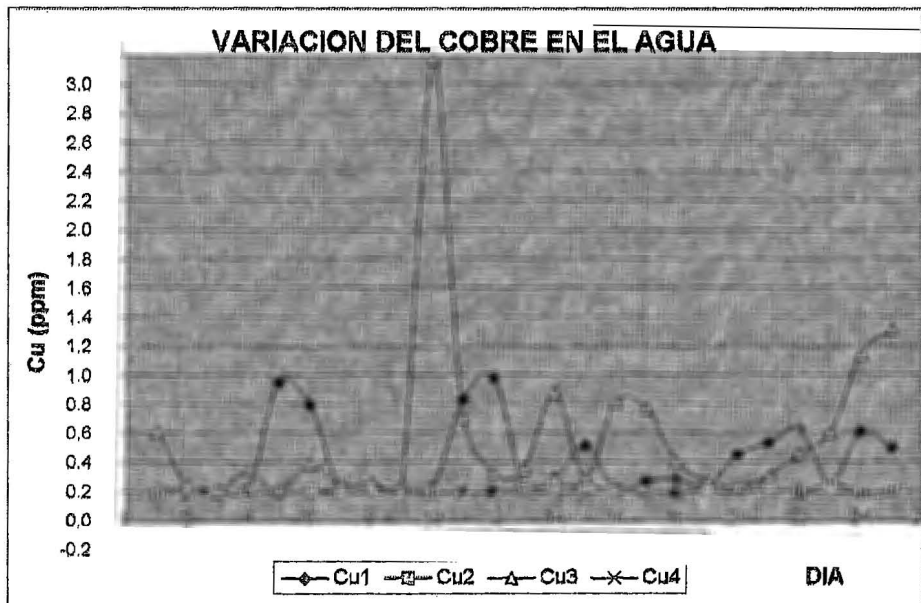
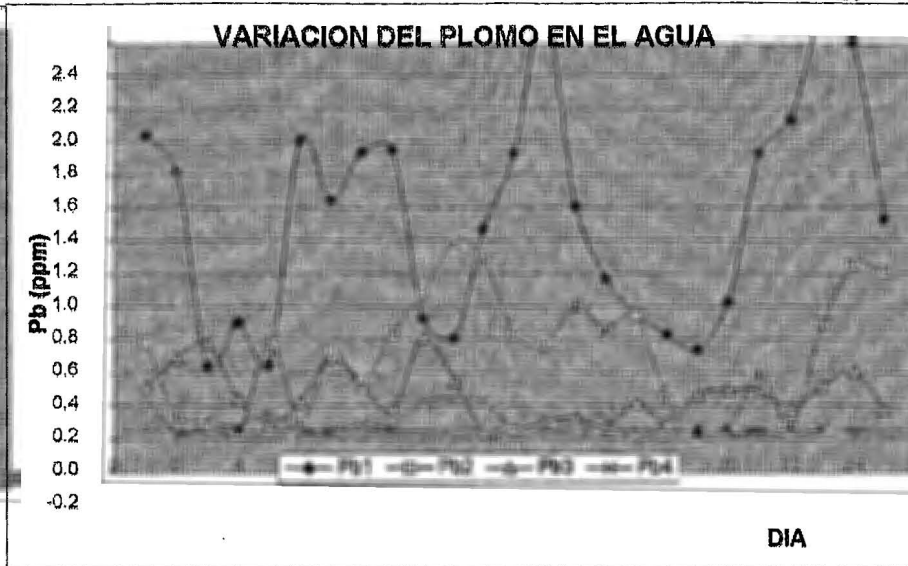
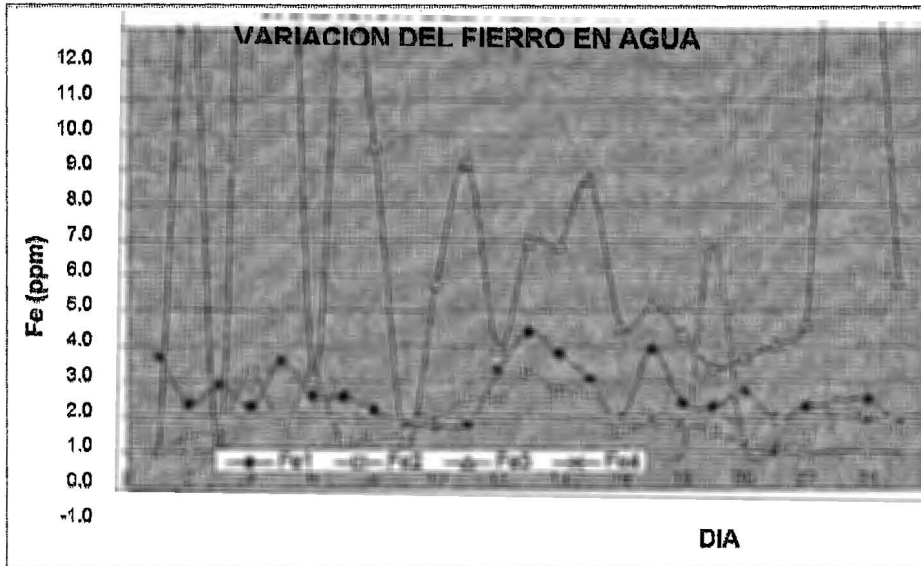


ANEXO Nº 10 ANALISIS DE METALES EN EL AGUA PARA LA PRODUCCION DE PILAS SECAS

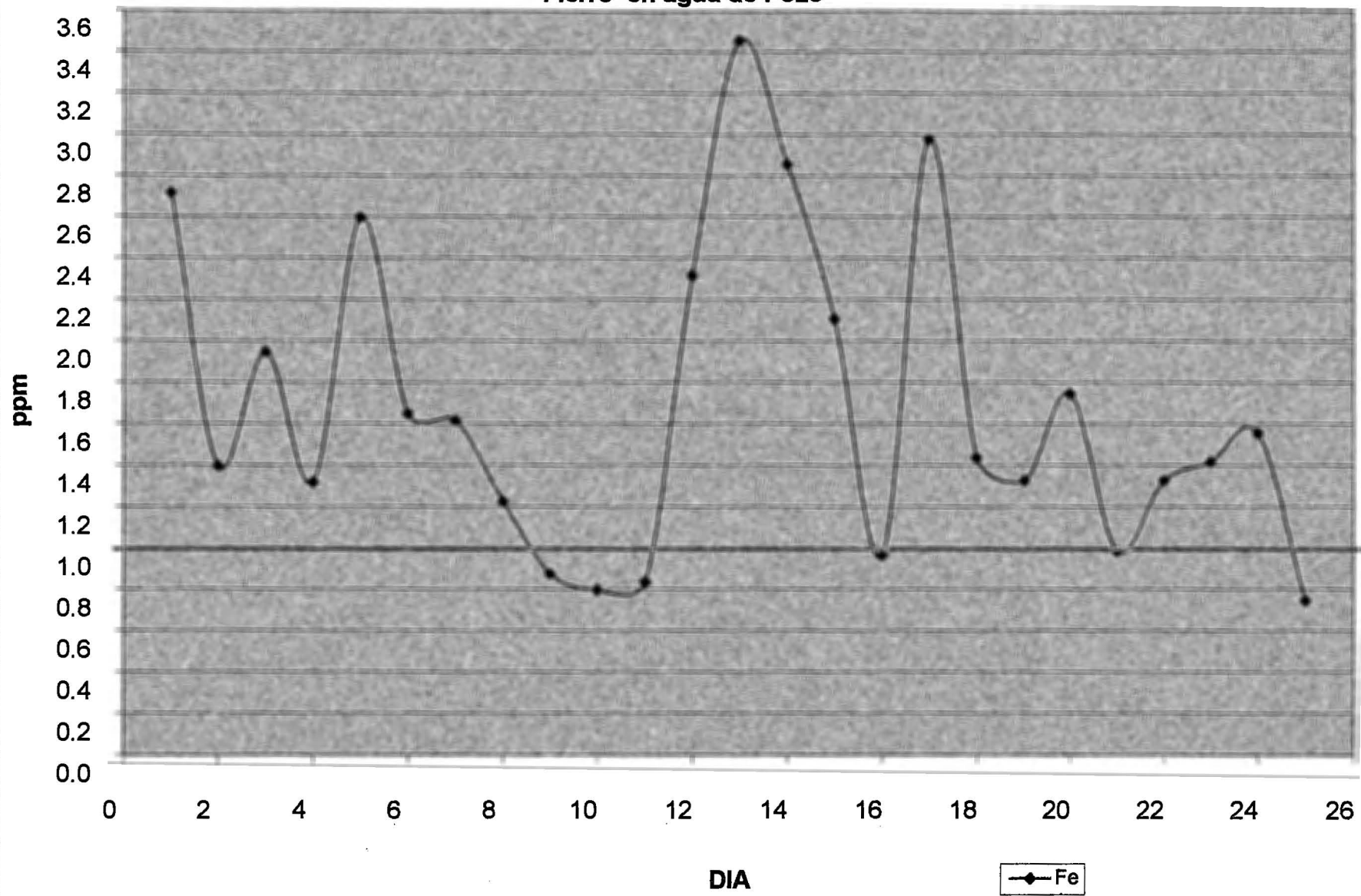
FECHA	AGUA POZO ppm mg/l						AGUA ABLANDAMIENTO ppm mg/l						AGUA VAPOR CONDENSADO ppm mg/l						AGUA OSMOSIS INVERSA ppm mg/l					
	DIA	Fe1	Pb1	Cu1	Na1	ph1	DIA	Fe2	Pb2	Cu2	Na2	ph2	DIA	Fe3	Pb3	Cu3	Na3	ph3	DIA	Fe4	Pb4	Cu4	Na4	ph4
23-7-01	1	2.72	1.85	0.02	31.20	7.03	1	0.06	0.59	0.00	53.00	9.50	1	0.08	0.33	0.42	0.62	7.80	1	0.01	0.27	0.00	1.55	7.60
20-10-01	2	1.40	1.63	0.02	41.20	8.04	2	0.48	0.15	0.00	34.00	8.40	2	14.38	0.50	0.05	6.60	8.90	2	0.04	0.05	0.00	1.90	7.80
12-2-02	3	1.95	0.45	0.02	38.00	8.03	3	0.71	0.11	0.00	43.00	7.70	3	0.06	0.59	0.00	4.50	8.10	3	0.08	0.10	0.00	2.60	7.90
16-2-02	4	1.32	0.72	0.02	28.60	8.02	4	2.30	0.04	0.00	140.00	7.60	4	26.00	0.25	0.15	0.84	8.00	4	0.07	0.09	0.00	2.10	7.60
19-2-02	5	2.60	0.46	0.76	64.00	8.10	5	0.86	0.60	0.00	32.00	8.20	5	25.20	0.10	0.01	0.66	7.60	5	0.00	0.17	0.00	2.00	7.70
21-2-02	6	1.65	1.82	0.60	34.20	8.10	6	2.10	0.12	0.01	65.00	8.60	6	2.28	0.24	0.20	4.80	8.40	6	0.00	0.05	0.00	1.30	7.90
26-2-02	7	1.62	1.46	0.03	40.30	8.07	7	0.36	0.54	0.01	32.00	8.40	7	14.38	0.50	0.05	5.30	6.60	7	0.00	0.05	0.00	1.20	7.60
9-4-02	8	1.23	1.75	0.02	35.60	7.98	8	0.46	0.36	0.03	33.00	8.30	8	8.75	0.32	0.07	0.80	7.50	8	0.01	0.10	0.00	1.40	7.80
17-4-02	9	0.88	1.76	0.02	82.30	8.06	9	0.52	0.65	0.02	35.00	8.50	9	0.34	0.19	0.04	0.90	7.40	9	0.00	0.08	0.00	1.10	7.20
2-5-02	10	0.80	0.74	0.04	38.40	8.01	10	0.97	0.89	0.00	31.20	7.90	10	4.80	0.63	2.98	0.76	8.40	10	0.03	0.23	0.00	2.10	6.80
9-5-02	11	0.84	0.62	0.64	72.40	7.89	11	1.56	1.20	0.00	38.00	7.80	11	8.25	0.36	0.51	1.55	7.98	11	0.02	0.26	0.00	1.60	7.20
13-5-02	12	2.32	1.28	0.79	64.50	7.95	12	1.54	1.10	0.00	64.20	8.40	12	3.00	0.04	0.13	0.27	8.30	12	0.01	0.24	0.00	1.40	7.90
14-5-02	13	3.46	1.74	0.06	32.30	8.05	13	2.30	0.64	0.04	47.80	8.30	13	5.00	0.06	0.16	2.88	8.84	13	0.03	0.06	0.00	1.78	5.68
17-5-02	14	2.86	2.60	0.10	44.00	7.50	14	1.70	0.58	0.06	54.30	8.10	14	5.90	0.12	0.69	5.60	8.83	14	0.04	0.11	0.00	1.46	5.41
19-5-02	15	2.11	1.42	0.32	42.10	7.80	15	1.80	0.82	0.02	65.20	8.05	15	7.80	0.14	0.10	4.40	8.80	15	0.02	0.10	0.00	1.50	5.50
21-6-02	16	0.97	0.98	0.02	44.60	8.40	16	0.64	0.67	0.03	47.00	8.06	16	3.60	0.08	0.62	6.40	8.40	16	0.01	0.15	0.00	1.47	5.40
7-7-02	17	2.98	0.77	0.08	50.60	8.10	17	0.97	0.75	0.00	47.80	7.98	17	4.20	0.23	0.53	5.20	8.52	17	0.02	0.00	0.00	1.20	5.44
18-7-02	18	1.44	0.64	0.09	44.60	8.20	18	0.87	0.24	0.00	68.90	8.04	18	3.40	0.10	0.21	6.00	8.46	18	0.00	0.12	0.00	1.06	6.10
4-8-02	19	1.33	0.55	0.05	35.40	8.30	19	0.64	0.06	0.03	46.10	7.98	19	2.44	0.28	0.08	3.40	8.67	19	0.06	0.08	0.01	0.98	5.80
23-8-02	20	1.75	0.84	0.26	29.80	8.06	20	0.26	0.08	0.04	68.20	8.20	20	2.75	0.31	0.04	4.30	8.70	20	0.06	0.04	0.00	0.85	5.40
26-8-02	21	0.99	1.74	0.34	45.60	8.04	21	0.12	0.40	0.05	52.30	8.24	21	3.10	0.30	0.12	3.60	8.65	21	0.03	0.05	0.02	1.23	5.70
8-9-02	22	1.33	1.95	0.44	49.80	7.98	22	0.46	0.09	0.00	59.80	8.30	22	3.70	0.20	0.27	12.50	8.06	22	0.01	0.03	0.00	1.25	5.60
12-9-02	23	1.42	2.55	0.06	58.90	7.99	23	1.33	0.70	0.06	67.80	7.98	23	18.20	0.33	0.41	10.40	8.10	23	0.05	0.07	0.00	1.43	5.40
24-9-02	24	1.56	2.40	0.42	32.10	7.89	24	1.06	1.06	0.00	84.20	7.88	24	17.50	0.42	0.95	0.87	8.09	24	0.05	0.05	0.00	1.01	5.80
11-10-02	25	0.75	1.34	0.31	40.20	8.04	25	0.82	1.02	0.01	75.10	8.12	25	4.90	0.19	1.12	2.30	6.20	25	0.03	0.06	0.01	1.12	5.40
Promedio		1.69	1.36	0.22	44.83	7.99	Promedio	1.00	0.54	0.02	55.40	8.18	Promedio	7.64	0.27	0.40	3.81	8.19	Promedio	0.04	0.10	0.00	1.46	6.55
Sminimo		0.75	0.45	0.02	28.60	7.03	Sminimo	0.06	0.04	0.00	31.20	7.60	Sminimo	0.06	0.04	0.00	0.27	6.60	Sminimo	0.00	0.00	0.00	0.85	5.40
smaximo		3.46	2.60	0.79	82.30	8.40	smaximo	2.30	1.20	0.06	140.00	9.50	smaximo	26.00	0.63	2.98	12.50	8.84	smaximo	0.08	0.27	0.02	2.60	7.90

ELEMENTO	ESPECIFICACION DEL AGUA	CONSUMO HUMANO DEL AGUA
Plomo	Pb < 0.5 ppm	Pb < 0.05 ppm
Fierro	Fe < 1.0 ppm	Fe < 0.3 ppm
Cobre	Cu < 1 ppm	Cu < 1 ppm
Sodio	Na < 200 ppm	Na < 200 ppm
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5

ANEXO N° 10 ANALISIS DE METALES EN EL AGUA PARA LA PRODUCCION DE PILAS SECAS



Fierro en agua de Pozo



ANEXO N° 11
Sustancias que afectan la calidad y uso del agua en abastecimientos

SUSTANCIAS	LIMITES PERMISIBLES	UNIDAD	EFFECTOS
CONSTITUYENTE INORGANICO			
Arsénico	0.05	mg/l	Envenenamiento
Cadmio	0.005	mg/l	Alto Potencial tóxico
Cromo	0.05	mg/l	Alto Potencial tóxico
Cianuro	0.1	mg/l	Efectos tóxicos letales
Fluor	1.5	mg/l	Efectos benéficos(nocivo a conc. Altas)
Plomo	0.05	mg/l	Efectos Tóxicos
Mercurio	0.001	mg/l	Envenenamiento
Nitratos	10	mg/l	Envenenamiento especialmente en niños
Selenio	0.01	mg/l	Efectos tóxicos y envenenamiento
Aluminio	0.2	mg/l	
Cloruros	250	mg/l	Corrosivo afecta el sabor
Color	15	UTC	Indeseable para la industria. Estéticamente desagradable
Cobre	1	mg/l	Sabor astringente, decoloración, corrosión de tuberías, accesorios y utensilios.
Dureza	500	mg/(CaCO3)	Deterioro de tuberías, uso excesivo de jabón.
Calcio	500	mg/l	Deterioro de tuberías, uso excesivo de jabón.
Hierro	0.3	mg/l	Sabor, decoloración, crecimiento de bacterias.
Manganeso	0.1	mg/l	Sabor, decoloración, turbiedad.
pH	6.5-8.5		Sabor y corrosión.
Sodio	200	mg/l	Efectos estéticos.
Sólidos Totales Disueltos	1000	mg/l	Sabor, irritación gastrointestinal.
Sulfato	400	mg/l	Con Na y Mg producen irritaciones gastrointestinal
Olor y Sabor	Inofensivos		Estéticamente indeseable
Turbiedad	5	UTN	Irritación gastrointestinal
Zinc	5	mg/l	Sabores astringentes. Opalencia
CONSTITUYENTES ORGANICOS			
Aldrin y Dieldrin	0.03	ug/l	Ataca al sistema nervioso central. Produce tumores.
Benceno	10	ug/l	Propiedades tóxicas
Benzo-Pireno	0.01	ug/l	Efectos cancerígenos produce tumores al hígado.
Tetracloruro de Carbono	3	ug/l	Efectos tóxicos y cancerígenos. Afecta riñones.
Clordano	0.3	ug/l	Tóxico. Produce mutaciones de células humanas.
Cloro benceno	3	ug/l	Tóxico. Problema de olor y sabor.
Clorofenoles	0.1	ug/l	Problemas de olor y sabor en presencia de cloro.
Clororformo (Trihalometanos)	30	ug/l	Cancerígeno. Se forma en planta al aplicar cloro en presencia de color.
2,4,D	100	ug/l	Leve toxicidad
DDT	1	ug/l	Ataca el sistema nervioso central.
1,2 Dicloroetano	10	ug/l	Actúa como narcótico. Produce daño al hígado.
1,1 Dicloroetileno	0.3	ug/l	Efectos cancerígenos. Tumores en la mamas.
Heptacloro	0.1	ug/l	Efectos cancerígenos. Tumores al hígado.
Hexaclorobenceno	0.01	ug/l	Efectos cancerígenos.
Lindano	3	ug/l	Tóxico potente. Irritación al sistema nervioso central.
Metoxicloro	30	ug/l	Baja toxicidad.
Pentaclorofenol	10	ug/l	Problemas de olor y sabor. Toxicidad aguda.
Tetracloroetileno	10	ug/l	probables propiedades cancerígenas.
Tricloroetileno	30	ug/l	Efectos cancerígenos. Produce tumores al hígado.
2,4,6 Triclorofenol	30	ug/l	Efectos cancerígenos.
Clorobenzenos y Clorofenoles	10	ug/l	Problemas de olor y sabor. Toxicidad aguda.
Actividad Alfa	0.1	Bq/l	
Actividad Beta	1	Bq/l	
CONSTITUYENTES MICROBIOLÓGICOS			
En el Agua Tratada Entrando al Sistema de Distribución			
Coliformes fecales	0/100	ml	Enfermedades gastrointestinales
Organismos coliformes	3/100	ml	
En el Agua No Entubada			
Coliformes fecales	0/100	ml	enfermedades gastrointestinales
Organismos coliformes	10/1000	ml	
Abastecimiento de Emergencia			
Coliformes fecales	0/100	ml	Enfermedades gastrointestinales
Organismos coliformes	0/100	ml	Enfermedades gastrointestinales

Fuente:

Estándar Methods for the Examination of water and Wastewater
19 ° Edición. Washigton, D.C. 1995

ANEXO N° 12 A. PLAN DE MONITOREO DE EFLUENTES LIQUIDOS EN LA PLANTA DE PRODUCCION DE PILAS SECAS

MONITOREO

NORMA LEGAL: D.S. N° 28-60-SAPL

1/2

EFLUENTE LIQUIDO	ALCANTARILLADO	PARAMETRO	LIMITE MAX.	UNIDAD	Abr-01	Jul-01	Abr-02	Jul-02	Oct-02
		Aceites y Grasas	100.000	mg/l	35.600	47.100	10.700	10.300	12.200
D.B.O	1000.000	mg/l	186.000	197.200	138.400	245.700	81.600		
pH	5 - 8.5	-	6.8	7.3	7.3	7.7	7.5		
Punto de Ignición	> 90	°C	> 100	> 100	-	-	-		
Sólidos Sedimentados	8.500	mg/l/hr	7.000	6.900	7.100	0.600	0.100		
Temperatura	< 35	°C	25.0	24.4	24.4	33.7	26.8		

NORMA LEGAL: LEY 409/1 (Norma Chilena)

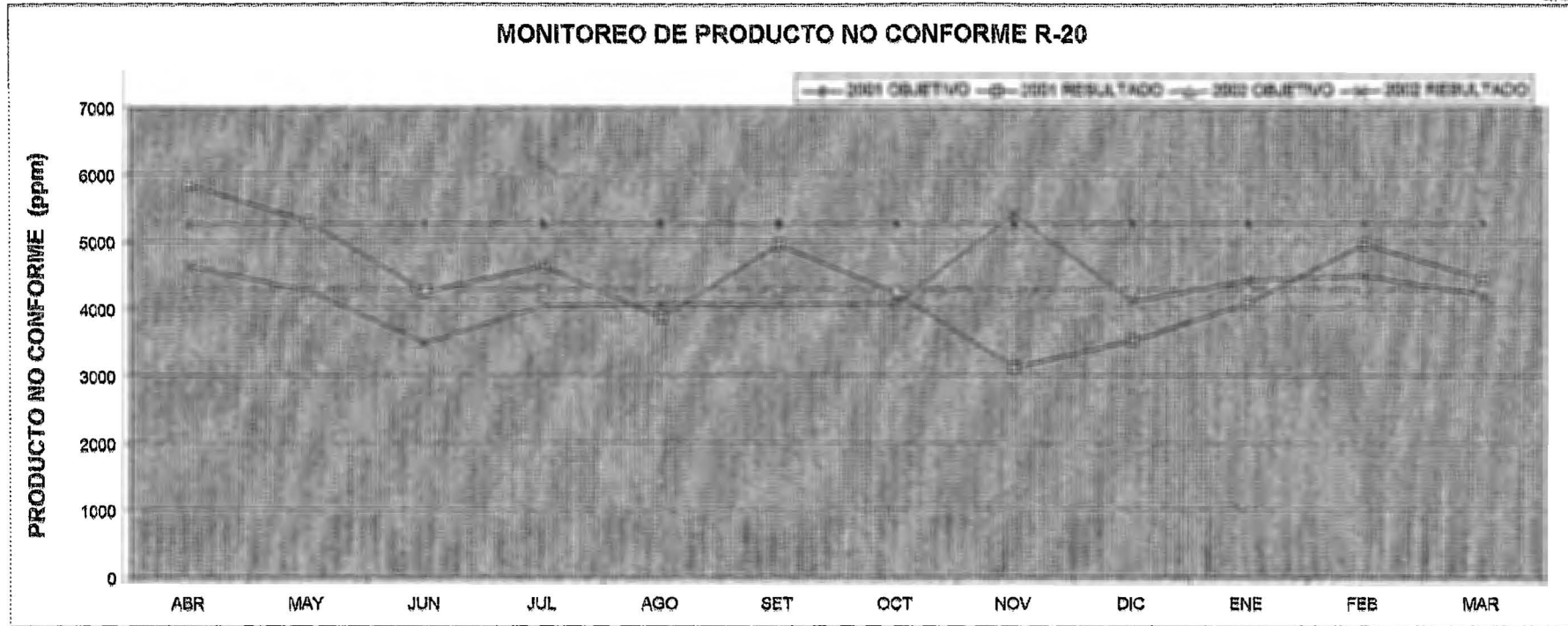
EFLUENTE LIQUIDO	ALCANTARILLADO	PARAMETRO	LIMITE MAX.	UNIDAD	Abr-01	Jul-01	Abr-02	Jul-02	Oct-02
		Mercurio	0.020	mg/l	0.030	0.024	0.030	0.012	0.004
Cadmio	0.300	mg/l	0.002	-	-	<0.007	< 0.005		
Plomo	1.000	mg/l	0.047	-	-	0.014	0.051		
Zinc	5.000	mg/l	5.220	-	-	4.140	7.070		

B. PLAN DE MONITOREO DE EMISION DE GASES DE CALIDAD DE AIRE EN LA PLANTA DE PRODUCCION DE PILAS SECAS

MONITOREO

NORMA LEGAL: D.S. N° 046 - 96 - EM

EMISION GASEOSA	PARAMETRO		LIMITE MAX.	UNIDAD	Abr-01	Jul-01	Abr-02	Jul-02	Oct-02
	HORNO DE FUNDICION	HORNO DE	CO	15000	ug/m3	1621.0	204.0	6607.0	385.0
NOx			200	ug/m3	219.0	193.0	23.0	17.0	44.0
H2S			30	ug/m3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4
HORNO DE BREA	FUNDICION	SO2	300	ug/m3	0.0	1408.0	0.0	9.0	0.0
		CO	15000	ug/m3	17.0	36.0	0.0	22.0	35.0
		NOx	200	ug/m3	8.0	5.0	1.0	3.0	3.0
CALDERO	BREA	SO2	300	ug/m3	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0
		CO	15000	ug/m3	47.0	53.0	135.0	97.0	82.0
		NOx	200	ug/m3	253.0	106.0	123.0	107.0	102.0
	CALDERO	SO2	300	ug/m3	0.0	2.0	8.0	49.0	0.0



AÑO	MES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	PROM
2001	OBJETIVO	5280	5280	5280	5280	5280	5280	5280	5280	5280	5280	5280	5280	5280
	RESULTADO	5858	5318	4265	4645	3889	4964	4245	3146	3546	4100	4974	4460	4488
2002	OBJETIVO	4300	4300	4300	4300	4300	4300	4300	4300	4300	4300	4300	4300	4300
	RESULTADO	4646	4285	3508	4068	4085	4076	4100	5423	4122	4434	4501	4222	4279

ANEXO N° 13 ANALISIS DE METALES Y LIQUIDOS DE LODOS

I. ANALISIS DE METALES EN LODOS EN POZA DE SEDIMENTACION

FECHA	METALES	METALES EN LIQUIDO (ppm)	METALES EN SOLIDO (ppm)
08/08/2001	Fe	0.56	8737
	Cd	0.00	0.01
	Cu	0.07	892
	Pb	0.31	1865
	Zn	8.62	32800
03/05/2002	Fe	15.18	22490
	Cd	0.00	0.01
	Cu	0.01	16
	Pb	0.38	1632
	Zn	11.47	18260

II. ANALISIS DE MERCURIO EN SOLUCIONES LIQUIDAS CERTIFICADORA " CERPER DEL PERU S.A. " - 02/12/98

PARAMETRO	POZA DE SEDIMENTACION	SALIDA DE PLANTA A DESAGUE
MERCURIO (mg/l)	2.3018	1.7194

OBSERVACION

Los lodos en la poza de sedimentacion de quimica, presentan particulas solidas de dióxido de manganeso, humo de acetileno, aserrín, y otros haciendo del lodo una coloración negra con olor pestilente.

Anexo 14 CONTROL DE DESCARGA PRUEBA CON MERCURIO REDUCIDO 0.08 %

PRUEBA 1	VOLTAJE INICIAL (V)	AMPERAJE A	RESISTENCIA Ohms	VOLTAJE CORTE (V)	TEMPERATURA °C	TIEMPO MINUTOS	VOLTEJE DE PILAS						TIEMPO TRANSCURRIDO (MINUTOS)			
							X1	X2	X3	X4	X5	X6				
Hg 0.13%	R-20	1.641	6.8	3.9	0.9	25.0	0	1.641	1.645	1.646	1.647	1.647	1.649	1.648		
		1.645	6.9		0.9	25.0	60	1.47	1.48	1.48	1.48	1.48	1.47	1.48		387
		1.646	6.7		0.9	25.0	120	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24		393
		1.647	7.0		0.9	25.0	180	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.15	1.16		395
		1.647	7.2		0.9	25.0	240	1.11	1.11	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11		397
		1.649	7.0		0.9	25.0	300	1.04	1.05	1.04	1.04	1.05	1.04	1.04		397
		Vprom: 1.646							360	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.97
						420	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85			
PROMEDIO (MINUTOS) 394																

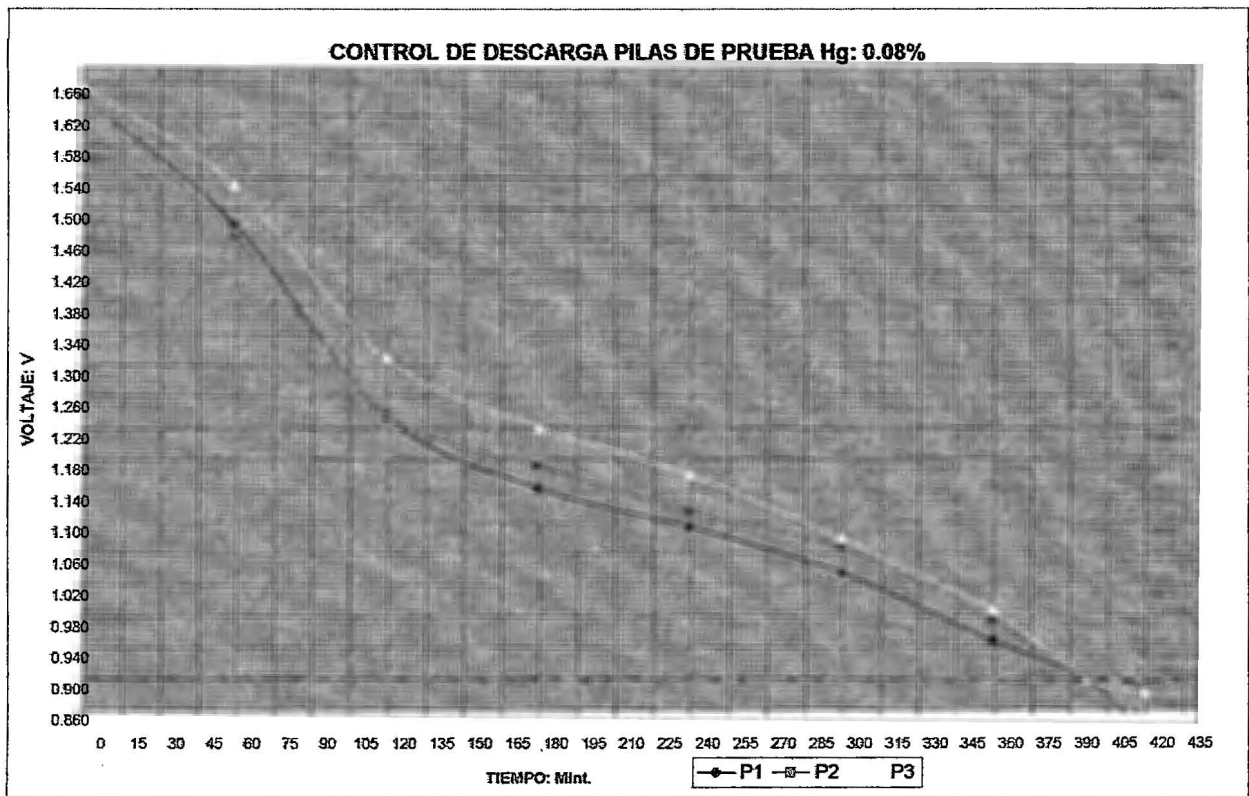
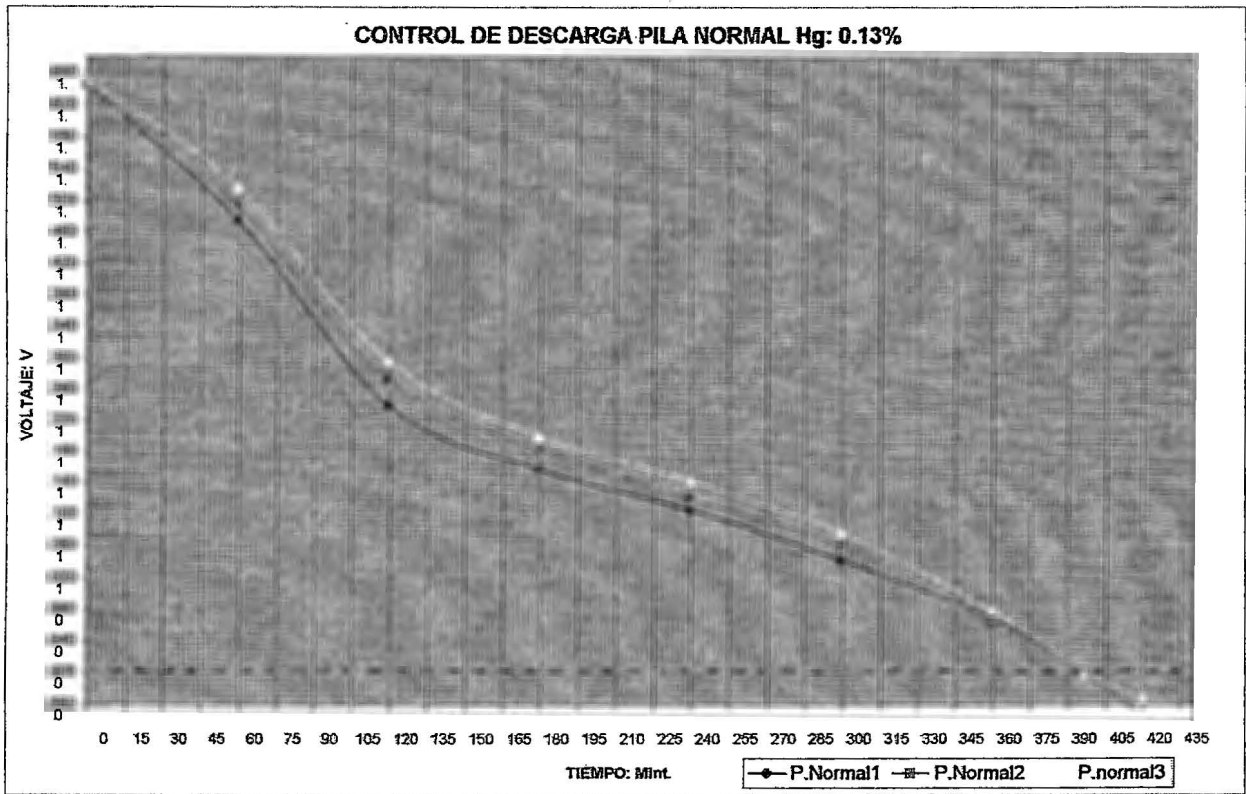
Hg 0.08%	R-20	1.640	7.1	3.9	0.9	24.0	0	1.640	1.641	1.641	1.643	1.643	1.647	1.643		
		1.641	6.8		0.9	24.0	60	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48		380
		1.641	7.2		0.9	24.0	120	1.24	1.23	1.23	1.24	1.23	1.24	1.24		380
		1.643	7.0		0.9	24.0	180	1.15	1.15	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14		380
		1.643	7.4		0.9	24.0	240	1.09	1.09	1.09	1.10	1.09	1.1	1.09		387
		1.647	7.4		0.9	24.0	300	1.04	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	1.04		387
		Vprom: 1.643							360	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.97	0.95
						420	0.82	0.82	0.82	0.84	0.84	0.83	0.83			
PROMEDIO (MINUTOS) 384																

PRUEBA 2	VOLTAJE INICIAL (V)	AMPERAJE A	RESISTENCIA Ohms	VOLTAJE CORTE (V)	TEMPERATURA °C	TIEMPO MINUTOS	VOLTEJE DE PILAS						TIEMPO TRANSCURRIDO (MINUTOS)			
							X1	X2	X3	X4	X5	X6				
Hg 0.13%	R-20	1.644	6.7	3.9	0.9	25.0	0	1.644	1.646	1.646	1.649	1.650	1.651	1.648		
		1.646	6.8		0.9	25.0	60	1.49	1.49	1.49	1.50	1.50	1.50	1.50		390
		1.646	6.9		0.9	25.0	120	1.27	1.27	1.27	1.27	1.28	1.28	1.27		393
		1.649	6.9		0.9	25.0	180	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19		393
		1.650	7.2		0.9	25.0	240	1.12	1.12	1.12	1.11	1.13	1.13	1.12		385
		1.651	7.1		0.9	25.0	300	1.06	1.06	1.06	1.05	1.07	1.07	1.06		398
		Vprom: 1.648							360	0.96	0.96	0.96	0.95	0.97	0.97	0.96
						420	0.84	0.85	0.85	0.83	0.86	0.86	0.85			
PROMEDIO (MINUTOS) 393																

Hg 0.08%	R-20	1.640	6.7	3.9	0.9	25.0	0	1.640	1.642	1.644	1.645	1.646	1.648	1.644		
		1.642	6.8		0.9	25.0	60	1.46	1.45	1.48	1.48	1.46	1.46	1.47		399
		1.644	6.9		0.9	25.0	120	1.25	1.23	1.24	1.24	1.23	1.25	1.24		390
		1.645	6.9		0.9	25.0	180	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.18	1.17		397
		1.646	6.8		0.9	25.0	240	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11	1.12	1.11		397
		1.648	7.1		0.9	25.0	300	1.07	1.06	1.07	1.06	1.06	1.08	1.07		390
		Vprom: 1.644							360	0.99	0.96	0.98	0.98	0.96	0.98	0.98
						420	0.85	0.84	0.85	0.85	0.84	0.86	0.85			
PROMEDIO (MINUTOS) 395																

PRUEBA 3	VOLTAJE INICIAL (V)	AMPERAJE A	RESISTENCIA Ohms	VOLTAJE CORTE (V)	TEMPERATURA °C	TIEMPO MINUTOS	VOLTEJE DE PILAS						TIEMPO TRANSCURRIDO (MINUTOS)			
							X1	X2	X3	X4	X5	X6				
Hg 0.13%	R-20	1.648	6.8	3.9	0.9	24.0	0	1.648	1.650	1.654	1.656	1.657	1.658	1.654		
		1.650	6.9		0.9	24.0	60	1.50	1.50	1.52	1.52	1.53	1.54	1.52		398
		1.654	6.7		0.9	24.0	120	1.29	1.29	1.29	1.30	1.31	1.31	1.30		398
		1.656	7.0		0.9	24.0	180	1.19	1.19	1.20	1.20	1.21	1.21	1.20		404
		1.657	7.2		0.9	24.0	240	1.13	1.13	1.14	1.14	1.16	1.16	1.14		404
		1.658	7.0		0.9	24.0	300	1.07	1.07	1.07	1.08	1.09	1.09	1.08		409
		Vprom: 1.654							360	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98
						420	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.87			
PROMEDIO (MINUTOS) 404																

Hg 0.08%	R-20	1.654	7.1	3.9	0.9	24.0	0	1.654	1.655	1.656	1.656	1.658	1.658	1.656		
		1.655	7.1		0.9	24.0	60	1.52	1.52	1.52	1.53	1.54	1.55	1.53		404
		1.656	7.0		0.9	24.0	120	1.30	1.30	1.31	1.31	1.32	1.32	1.31		409
		1.656	7.2		0.9	24.0	180	1.21	1.21	1.22	1.22	1.23	1.24	1.22		409
		1.658	7.3		0.9	24.0	240	1.15	1.15	1.16	1.16	1.17	1.17	1.16		408
		1.658	7.4		0.9	24.0	300	1.07	1.07	1.08	1.08	1.08	1.09	1.08		414
		Vprom: 1.656							360	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99
						420	0.87	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89			
PROMEDIO (MINUTOS) 410																



Anexo N° 15 RESUMEN DE PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL PARA LA REDUCCION DE MERCURIO

1/2

OBJETIVO	IMPACTO	ELEMENTO	EFLUENTE REC.NATURAL	UNIDAD	SITUACION						
					1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Reducción del Contenido Hg en Efluent. Líquidos	Contaminación del Agua	Mercurio	Agua con residuos de Pasta Electrolytica	ppm	0.011	0.002	0.003	0.008	0.006		
Reducción del Contenido Hg en Pasta electrolítica	Contaminación del Suelo y Efluente	Mercurio	Recurso Natural	%	0.130	0.130	0.130	0.130	0.080	0.080	0.080
Uso eficiente del recurso Energía Eléctrica	Uso eficiente de Energía Eléctrica	Electricidad	Recurso Natural	Pilas/ Kw-hr	77.000	84.000	96.000	93.000		97.000	99.000
Uso eficiente del recurso Agua	Agotamiento del Recurso Natural		Recurso Natural	Pilas/m3	3.041	4.551	5.687	6.836			
Uso eficiente del recurso Petróleo	Agotamiento del Recurso Natural	Petróleo	Recurso Natural	Pilas/Gl	5.469	8.981	10.770	11.181	11.500	11.800	12.000
Uso eficiente del recurso Zinc Electrolytico	Agotamiento del Recurso Natural	Zinc	Recurso Natural Pilas / Tn	R-20 ppm	-	67.396	67.754	68.001	68.300		
				R-6 ppm			220.000	230.013			
Reducción de cantidades de Prod. NO Conformes	Contaminación del Suelo	Hg en Prod. No Conforme	Producto No Conform Pilas / Tn	R-20 ppm	5.855	5.593	4.488	4.300	4.100	3.900	
				R-6 ppm	3.714	2.725	1.960	1.800	1.700	1.600	

ANEXO N° 15 PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL PARA LA REDUCCION DE MERCURIO

2/2

- 1. OBJETIVO GENERAL:** Reducir el Hg en la pasta electrolítica en la sección de Química - Mezcla de 0.13 % a 0.08 %
- 2. POLITICA AMBIENTAL:** Evitar la contaminación ambiental realizando mejoramiento continuos en la línea de producción y en los mecanismos de administración dentro de las limitaciones tecnológicas, tratando de utilizar eficientemente los recursos disponibles.

3. METAS Y ESPECIFICACIONES:

Cont. Actual de Hg en Pasta electrolítica	Estandar Ideal 2002
0.13%	0.08%

4. RECURSOS

Inversión por la Presidencia Ejecutiva.

Año	2001	2002	2003
Inversión (\$)	23 000	10 000	10 000

5. PLAN DE ACCION:

¿ QUE ? (Acción o Actividad)	¿ POR QUE?	¿ QUIEN ? (Area)	¿ DONDE ?	¿ COMO ? (Metodo)	¿ CUANDO ?		
					2001	2002	2003
1. Revisión y/o cambio del sistema de tuberías de vapor	Tubería de fierro con picadura interna contaminada con oxido el vapor.	Mantenimiento GCA	Tubería de vapor desde caldero a línea	Revisión de toda la línea de tubería desde salida del caldero hasta la línea de cocido y química.	■		
2. Verificación y eliminación contaminantes de Fe en soluc. y pasta electrolítica	Contamina la pasta y mezcla electrolítica generando Producto No Conforme	Planta y GCA	Sección Química - mezcla	Determinar Fe, Cu, Pb, mediante análisis químico en las soluciones 106, 130 y 135 y pasta electrolítica	■		
3. Revisión de contaminación Fe y eliminación de oxido de máquina de bobbin UM-1	Existen partes de las máquinas que tienen oxido y contaminan el bobbin	Mantenimiento y Planta	línea en general R-20	Hacer un plan de revisión y cambio de partes y piezas oxidadas en las máquinas y otras áreas cercanas	■		
4. Revisión de contaminación de Fe y eliminación de oxido en la línea de Cocido	Existen shutos, poleas que presentan oxidación que puede contaminar	Mantenimiento y Planta.	Desde ABI hasta aislador superior	Hacer un plan de revisión y cambio de partes y piezas con oxidación	■		
5. Preparación y aprobación de formulación para pruebas	Formulación según objetivo	Jefe de Planta	planta de Pilas	Ajuste a formulaciones de Hg: 0.13% y 0.08 % de contenido de HgCl ₂ en la pasta elect.		■	
6. Ejecución de pruebas y resultados	Ejecutar ensayos	Jefe de Planta	Línea R-20 y GCA	pruebas en línea y pruebas de descarga y almacenamiento		■	
7. Ventas de pilas al Mercado con Hg 0.08 %	Puesta en practica	Gerencia de Ventas	Mercado de Perú y otros	Puesta en venta			■

ANEXO N° 16 CONSUMO DE RECURSOS NATURALES PARA PRODUCCION DE PILAS R-20

1/3

RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD/AÑO
Aceite	1020.767	Gln/Año
Aceite (montacargas)	58.000	Gln/Año
Aceite mobisol 30 R-6	48.000	Gln/Año
Acero	4.500	Tn/Año
Acero inoxidable	0.920	Tn/Año
Acetileno (especial)	28.000	Kg/Año
Acetileno (soldadura)	105.000	M3/Año
Acido clorhídrico QP	1.000	Lt/Año
Acido Nítrico QP	8.500	Lt/Año
Acido Sulfúrico QP	0.500	Lt/Año
Aditivo químico	0.099	Tn/Año
Agua	23471.000	M3/Año
Agua destilada	7.000	Gln/Año
aguja descartable	0.030	Kg/Año
Alcohol	3.650	Kg/Año
Algodón	0.600	Kg/Año
Aluminio	0.004	Tn/Año
Amoniaco al 25 %	2.346	Tn/Año
Argón (soldadura)	97.450	Tn/Año
Bajalenguas	0.680	Kg/Año
Bandejas de Cartón	27.960	Tn/Año
Bicloruro de Mercurio 0.08%	3.000	Tn/Año
Brea (asfalto)	1.800	Tn/Año
Bronces	0.180	Tn/Año
Cadmio	0.890	Tn/Año
Cajas de Cartón	211.520	Tn/Año
Cajas decorativas	2106.870	Tn/Año
Carbón Black	200.000	M3/Año
Cartón gris	53.800	Tn/Año
Cartón Liner	0.200	Tn/Año
Casquete níquelado	28.700	Tn/Año
Cinta plástica impresa	1.280	Tn/Año
Cloruro de Amonio	300.370	Tn/Año
Cloruro de Zinc	414.707	Tn/Año
Colgador de tiras	0.100	Tn/Año
Curitas	0.050	Kg/Año
Detergente	0.810	Tn/Año
Diesel N° 2	200.000	Gln/Año
Disco corte metales	73.000	Pz/Año
Electródos para soldadura	0.139	Tn/Año
Energía Electrica	1223414.000	Kw-hr/Año
Espaldrapo	0.080	Kg/Año
Fleje P/C, P/F R-20, R-6	250.600	Tn/Año
Gasa	0.650	Kg/Año
Gasolina	9600.000	Gln/Año
Gasolina (matrickeria)	48.000	Gln/Año
Gasolina (montacargas)	1850.000	Gln/Año
GLP	35332.000	Gln/Año
Goma guar (fundida)	1.170	Tn/Año
Grasas	51.000	Gln/Año

RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD/AÑO
Guantes de jebe	0.780	Kg/Año
Harina de arroz	19.550	Tn/Año
Harina de maíz	58.650	Tn/Año
Harina de trigo	19.550	Tn/Año
Hierro fundido	0.065	Tn/Año
Hojalata Estañada R-20 y R-6	698.300	Tn/Año
Humo de Acetileno	112.474	Tn/Año
Jeringas descartables	0.290	Kg/Año
Lamina de polietileno	15.680	Tn/Año
Lámina de PVC	21.100	Tn/Año
Lijas	1330.000	Pz/Año
Líquido 106	213.849	Tn/Año
Lubricante A (grafito)	0.470	Tn/Año
Lubricante B (ácido ascorbico)	0.110	Tn/Año
Manganeso electrolítico	308.817	Tn/Año
Manganeso Natural	931.445	Tn/Año
Nylon	0.025	Tn/Año
Oxido de Zinc	45.900	Tn/Año
Oxigeno (soldadura)	40.000	M3/Año
Papel (bond)	0.079	Tn/Año
Papel (bulky)	0.118	Tn/Año
Papel (fotocopia)	0.448	Tn/Año
Papel (higienico)	0.506	Tn/Año
Papel (stock form)	1.033	Tn/Año
Papel (toalla)	0.371	Tn/Año
Papel guía (monolucido)	3.590	Kg/Año
Papel Reactivo R-6	5.960	Tn/Año
Parafina	17.000	Tn/Año
Petróleo	11488.900	Gln/Año
Piedra esmeril	58.000	Pz/Año
Pinturas	455.000	Gln/Año
Plomo	2.520	Tn/Año
Poliétileno laminado R-20	43.400	Tn/Año
Reactivo Superficial	0.742	Tn/Año
Refrigerante	6.000	Gln/Año
Resinas PVC	50.300	Tn/Año
Sal industrial	4.550	Tn/Año
Sellador PY	13.000	Tn/Año
Seraflex	0.200	Tn/Año
Solvente para pintura	196.000	Gln/Año
Teflon	0.015	Tn/Año
Tinta (mimeografo)	0.010	Tn/Año
Tinta (tampón)	0.075	Tn/Año
Toner	0.050	Tn/Año
Varillas de carbón	266.200	Tn/Año
Yovisol	1.440	Kg/Año
Zinc	1114.240	Tn/Año
Zn Polvo	0.954	Tn/Año
	192.640	Gln/Año

ANEXO N° 16 COSTO DE MATERIAL DE PILA MODELO R-20 (Cantidad = 1000 pilas) - 2008

2/3

CODIGO	MATERIAL	PROVEEDOR	Cantidad/1000	Unidad	P.Unitario \$	Total \$
GCA-F	HUMO DE ACETILENO FRANCES	SOCIETE DU NOIR DE ACETYLENE	3.084	Kg	2.500	7.710
GCR-1	VARILLA DE CARBON	TAIMATSU INDUSTRIAL CO. LTD	1.000	ML	7.856	7.856
GIN-1I	CASQUETE IMPORTADO	PANASONIC DO BRASIL	1.000	ML	1.836	1.836
GKB-A	CARTON GRIS	RACOLTA MOLNAR & GREINER	1.058	Kg	0.972	1.028
GKL	LUBRICANTE A	MATSUSHITA ELECTRIC IND.	0.007	Kg	13.893	0.104
GME-EB	MANGANESO ELECTROLITICO	SOCIEDADE BRASILEIRA DE ELEC	5.874	Kg	1.600	9.398
GMJ-I	HOJALATA ELECTROLITICA	TOMEN CORPORATION	9.615	Hj	1.086	10.446
GMT-C	MANGANESO NATURAL	QUINTAL	16.154	Kg	0.650	10.500
GNC-A	CLORURO DE AMONIO ALEMAN	BASF AG	7.844	Kg	0.440	3.451
GRR-1MP-I	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	UNION CARBIDE INTER	0.815	Kg	1.109	0.903
GTB-C3B	RESINA DE PVC BRASIL	PANASONIC DO BRASIL	0.815	Kg	1.740	1.418
GTP-1I	FLEJE PLACA DE CABEZA	TOMEN CORPORATION	2.328	Kg	0.836	1.947
GYR-90RF	FLEJE PLACA DE FONDO	TOMEN CORPORATION	2.187	Kg	0.995	2.176

TOTAL IMPORTADO \$ 58.773

GAB-V	BREA VENEZOLANA	AUGUSTO LARCO F.	2.200	Kg	0.765	1.683
GAG-N	GOMA GUARD	MONTANA S.A.	0.024	Kg	4.625	0.111
GAS-2	POLVO GAS	ISAO SASAGAWA	0.400	Kg	1.250	0.500
GCB-1SH	CAJA DE CARTON 288	INDUSTRIA CARTONERA Y PAP.	3.472	Und.	0.416	1.444
GDT-1SH	BANDEJA DE CARTON	SOBRES E IMPRESIONES MALISA	41.667	Und.	0.044	1.817
GGP-1M	PAPEL GUIA MONOLUCIDO 40GR	ENVASES DE PAPEL	0.073	Kg	2.560	0.187
GHC-N	BICLORURO DE MERCURIO NAC.	VERPE S.A.	0.011	Kg	23.500	0.254
GHH	LUBRICANTE B	INKABOR S.A.C	0.002	Kg	1.165	0.002
GHS-1N	LAMINA DE PVC NACIONAL	TERMOENCOGIBLES	0.423	Kg	4.431	1.874
GIG-P220	PEGAMENTO LUNAT P220	H&B FULLER	0.009	Kg	4.866	0.043
GMJ-1SH	HOJALATA IMPRESA	PRINT METAL S.A.	9.615	Hj	1.658	15.946
GNH	AMONIACO	VERPE S.A.	0.048	Kg	0.926	0.044
GPT-N	CINTA PLASTICA IMPRESA	SECLAM S.R.L.	0.004	Und.	21.564	0.092
GRR-S	POLIETILENO LAMINADO UM-1	TECNOLOGIA PLASTICA	0.995	Kg	2.769	2.756
GSC	ALMIDON DE MAIZ	PEGAQUIM S.A.	1.200	Kg	0.640	0.768
GSF	HARINA DE TRIGO	ALICORP S.A.	0.400	Kg	0.580	0.232
GEP-ST	LAMINA POLIETILENO	QUIPACK	0.210	Kg	1.552	0.326
GTG-1	REACTIVO SUPERFICIAL	UNION CARBIDE INTER	0.015	Kg	2.641	0.040
GWG	PARAFINA	UNITRADE	0.290	Kg	1.256	0.364
GYP	PLOMO	DOE RUN PERU S.R.L.	0.059	Kg	2.020	0.119
GZC	CLORURO DE ZINC	VERPE S.A.	6.540	Kg	1.020	6.671
GZE	ZINC ELECTROLITICO	DOE RUN PERU S.R.L.	14.706	Kg	1.850	27.206
GZO	OXIDO DE ZINC	INDUSTRIA ELECTROQUIMICA	0.176	Kg	2.500	0.441
GZP	ZINC EN POLVO	DOE RUN PERU S.R.L.	0.018	Kg	2.862	0.052

TOTAL NACIONAL \$ 62.971

COSTO TOTAL MODELO \$ 121.745

COSTO PRODUCCION (2.1) \$ 255.664

ANEXO N° 16 COSTO DE MATERIAL DE PILA MODELO R-6(Cantidad = 1000 pilas) - 2002

3/3

CODIGO	MATERIAL	PROVEEDOR	Cantidad/1000	Unidad	P.Unitario \$	Total \$
GCA-F	HUMO DE ACETILENO FRANCES	SOCIETE DU NOIR DE ACETYLENE	0.718	Kg	2.164	1.550
GCR-3	VARILLA DE CARBON - UM3	TAIMATSU INDUSTRIAL CO. LTD	1.000	ML	4.108	4.110
GKB-3B	CARTON GRIS A/B	RACOLTA MOLNAR & GREINER	0.094	Kg	1.137	0.110
GKB-3S	CARTON GRIS A/S	RACOLTA MOLNAR & GREINER	0.089	Kg	0.657	0.060
GCK-3	LUBRICANTE A	MATSUSHITA ELECTRIC IND.	0.003	Kg	52.772	0.150
GME-EB	MANGANESO ELECTROLITICO	SOCIEDADE BRASILEIRA DE ELEC	3.289	Kg	1.533	5.040
GHS-3	HOJALATA ELECTROLITICA	TOMEN CORPORATION	0.019	Hj	46.069	0.880
GMT-C	MANGANESO NATURAL	QUINTAL	1.196	Kg	0.426	0.510
GNC-A	CLORURO DE AMONIO ALEMAN	BASF AG	0.046	Kg	0.389	0.020
GRR-3I	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	UNION CARBIDE INTER	1.000	Mi	0.515	0.520
GTB-C3B	RESINA DE PVC BRASIL	PANASONIC DO BRASIL	0.074	Kg	2.168	0.160
GTP-3I	FLEJE PLACA DE CABEZA-UM3	TOMEN CORPORATION	0.538	Kg	1.027	0.550
GTB-C3	FLEJE PLACA DE FONDO	TOMEN CORPORATION	0.172	Kg	4.098	0.700
GBP-3I	LAMINA DE PVC UM-3		0.473	Kg	1.104	0.520

TOTAL IMPORTADO \$ 14.880

GAB-V	BREA VENEZOLANA	AUGUSTO LARCO F.	0.037	Kg	0.566	0.020
GCB-1SH	CAJA DE CARTON 288	INDUSTRIA CARTONERA Y PAP.	4.167	Und.	0.119	0.500
GDT-1SH	BANDEJA DE CARTON DECORAT	SOBRES E IMPRESIONES MALISA	50.000	Und.	0.028	1.400
GHH	LUBRICANTE B	INKABOR S.A.C	0.000	Kg	1.000	0.000
GMJ-1SH	HOJALATA IMPRESA	PRINT METAL S.A.	3.968	Hj	1.253	4.970
GNH	ACEITE MOBISOL 30		0.003	Kg	4.345	0.010
GPT-N	CINTA PLASTICA IMPRESA	SECLAM S.R.L.	0.002	Und.	20.821	0.050
GWG	PARAFINA	UNITRADE	0.030	Kg	1.100	0.030
GYP	PLOMO	DOE RUN PERU S.R.L.	0.018	Kg	0.519	0.010
GZC	CLORURO DE ZINC	VERPE S.A.	2.267	Kg	0.679	1.530
GZE	ZINC ELECTROLITICO	DOE RUN PERU S.R.L.	4.495	Kg	1.169	5.260
GZO	OXIDO DE ZINC	INDUSTRIA ELECTROQUIMICA	0.045	Kg	1.041	0.050
GZP	ZINC EN POLVO	DOE RUN PERU S.R.L.	4.495	Kg	1.169	5.260

TOTAL NACIONAL \$ 19.090

COSTO TOTAL MODELO \$ 33.970

Anexo N° 17 COSTO DE INSUMOS QUIMICOS IMPORTADOS

	INSUMO	FECHA	FACT/GUIA	PROVEEDOR	PAIS	CANTIDAD(TM)	COSTO/TM (\$)	TOTAL (\$)
1	MnO2-NATURAL	8-Jul-02	OCDBC0602-0	LISBAYaSOCIATED inc	COLOMBIA	72.00	318.00	22896.00
	MnO2-NATURAL	13-Jun-02	DBC0502-029	LISBAYaSOCIATED inc	COLOMBIA	72.00	318.00	22896.00
	MnO2-NATURAL	12-Abr-02	27608	Quintal S.A.	Colombia	48.00	269.50	12936.00
					Flete	2310.00		
								15942.00
	MnO2-NATURAL	26-Ene-02	26249	Quintal S.A.	Colombia	48.00	284.00	13632.00
					Flete	1.00		2310.00
								15942.00
	MnO2-Electrolítico	2-Jul-02	L-009/02	LISBAYaSOCIATED inc	Brasil	50	1210	60500.00
2	MnO2-Electrolítico	12-Jun-02	DBB0402014	LISBAYaSOCIATED inc	Brasil	50	1210	60500.00
	MnO2-electrolítico	20-Ene-02	L-001-02	SBEL	Brasil	50	1210	60500.00
						Valor FOB	56500	
						Flete	4000	
						Valor CFR-Callao	60500	
	MnO2-electrolítico	22-Dic-01	L027-01	SBEL	Brasil	25	1300	32500.00
					Valor FOB	30500		
					Flete	2000		
					Valor CFR-Callao	32500		
3	Cloruro de Amonio A	12-Feb-02	11154641	BASF	Alemania	25	197.232	5800.00
						Valor FOB	4930.8	
						Flete	869.2	
						Valor CFR-Callao	5800	
	Cloruro de Amonio A	10-Dic-01	11154641	BASF	Alemania	25	359.6104	12400.00
						Valor FOB	8990.26	
						Flete	3409.74	
						Valor CFR-Callao	12400	
	Cloruro de Amonio A	5-Nov-01	11154641	BASF	Alemania	25	415.516	12400.00
						Valor FOB	10387.9	
					Flete	2012.1		
					Valor CFR-Callao	12400		
	Cloruro de Amonio C	25-May-02	DBJ0402-002	Mitsubishi Coprporation	CHINA	20	250	5000
	Cloruro de Amonio C	5-Jul-02	G1B15502	Mitsubishi Coprporation	CHINA	40	250	10000
7	Asfalto Oxidado Tipo	5-Feb-02	138317	Bitoplast c.a.	Venezuela	21.42	300	6426.00
	Asfalto Oxidado Tipo	8-Jul-02	012-05-01-PE	Viapol LTDA	Brasil	20.16	377	7600.32
	Asfalto Oxidado Tipo	11-Feb-02		Viapol LTDA	Brasil	20.16	0.34 \$/Kg	6854.40
8	Humno de Acetileno	30-Nov-02	7292	SN2A	Francia	9.24	1770	16354.80
						Valor FOB	13854.8	
						Flete	2500	
						Valor CFR-Callao	16354.8	
						Total a Pagar		16354.8
	Humo Acet. Chino	1-Jun-02	5528152	Chevron Phillips (Shawini	China	23.219	1600	37150.4
	Humo Acet. Chino	4-Jul-02	5539396	Chevron Phillips (Shawini	China	7.74	1600	12384
9	Varilla de Carbon UM	7-Nov-01	T-3148/0111	Taimatsu Industrial Co, L	Taiwan	2268	60.23	136601.64
					Piezas	3628.8	31.92	115831.30
						5896.8		252432.94

ANEXO N° 18 ESTUDIO DE MERCADO DE LOS PRECIOS DE LAS PILAS EN PERU

I. COSTO DE LA PILA SECA PANASONIC POR CAJA Y UNIDAD

FORMA	MARCA	MES/AÑO	MODELOS									
			R-20			R-12			R-6			
			Caja	Precio S/.	P. Unit. S/.	Caja	Precio S/.	P. Unit. S/.	Caja	Precio S/.	P. Unit. S/.	
DISPLAY	PANASONIC	Jun-00	288 pilas	248.0	0.86	288 pilas	208.0	0.72	144 pilas	Tira	66.0	0.458
			480 pilas			480 pilas			Display	225.0	0.469	
		Jun-01	288 pilas	248.0	0.86	288 pilas	210.0	0.73	144 pilas	Tira	63.0	0.438
			480 pilas			480 pilas			Display	216.0	0.45	
		Jun-02	288 pilas	228.0	0.79	288 pilas	204.0	0.71	144 pilas	Tira	61.5	0.427
			480 pilas			480 pilas			Display	204.0	0.425	

Anexo 18

II. COSTO DE LA PILA SECAS PANASONIC RESPECTO A OTRAS MARCAS

A. MERCADO CENTRAL (MAYORISTAS)

FORMA	MARCA	COSTO DE PILAS POR MODELO								
		R-20			R-12			R-6		
		Caja*24 Unds	Jun-01	Dic-02	P. Unit. S/.	Jun-01	Dic-02	P. Unit. S/.	Jun-01	Dic-02
DISPLAY	PANASONIC SH /Perú	18.50	18.50	0.77 *24	18.50	18.00	0.75 *24	8.50 *20	8.50	0.43 *20
	PHILIPS P.R.C.	20.00	21.00	0.88 *24	20.00	18.00	0.75 *24	10.00 *24	10.00	0.42 *24
	DURACELL Korea	12.00	12.00	1.00 *12	-	-	-	11.00	11.00	0.55 *20
	TOSHIBA Japón	-	20.00	*24	-	-	-	12.00	12.00	0.3 *40
	SONY Indonesia	-	30.00	*24	-	-	-	13.50	13.50	0.34 *40
	AKITA China	-	15.00	*24	-	-	-	3.00	3.00	0.13 *24
	LUCKY China	-	15.00	*24	-	-	-	6.00	6.00	0.13 *48
	PLENTICELL China	-	-	-	-	-	-	-	7.00	0.12 *60
	DURAMAS China	-	16.00	*24	-	-	-	-	8.00	0.13 *60

B. ZONA: PARADA

FORMA	MARCA	COSTO DE PILAS POR MODELO S/.								
		R-20			R-12			R-6		
		Jun-01	Dic-02	P. Unit. S/.	Jun-01	Dic-02	P. Unit. S/.	Jun-01	Dic-02	P. Unit. S/.
DISPLAY	PANASONIC SH /Perú	18.50	18.50	0.77 *24	-	-	-	10.50 *20	8.50	0.43 *20
	RAY-O-VAC Mexico	21.50	20.00	0.83 *24	19.00	17.50	0.73 *24	11.00 *24	10.50 Tira	0.44 *24
	RAY-O-VAC Colombia	-	-	-	-	-	-	18.50	17.00 Display	0.43 *24
	VARTA Colombia	-	-	-	-	-	-	12.00	12.00	0.3 *40
	RAY-O-VAC Mexico	248.00	228.00	0.79 *288	210.00	204.00	0.71	63.00 *24	61.50 Tira	0.427 *144
	RAY-O-VAC Colombia	-	-	-	-	-	-	216.00	204.00 Display	0.425 *24
	VARTA Colombia	180.00	184.00	0.77 *240	-	-	-	12.00	114.00	0.4 *288

Fuente: Panasonic Peruana

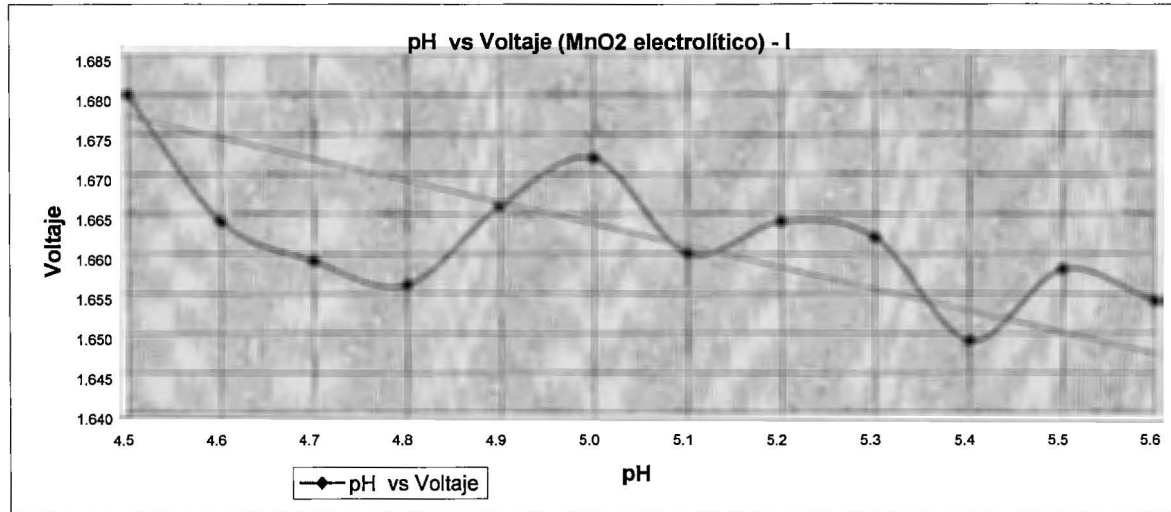
ANEXO N° 19 COMPORTAMIENTO DE LA ACIDEZ RESPECTO AL VOLTAJE DEL MnO2 ELECTROLITICO

1/2

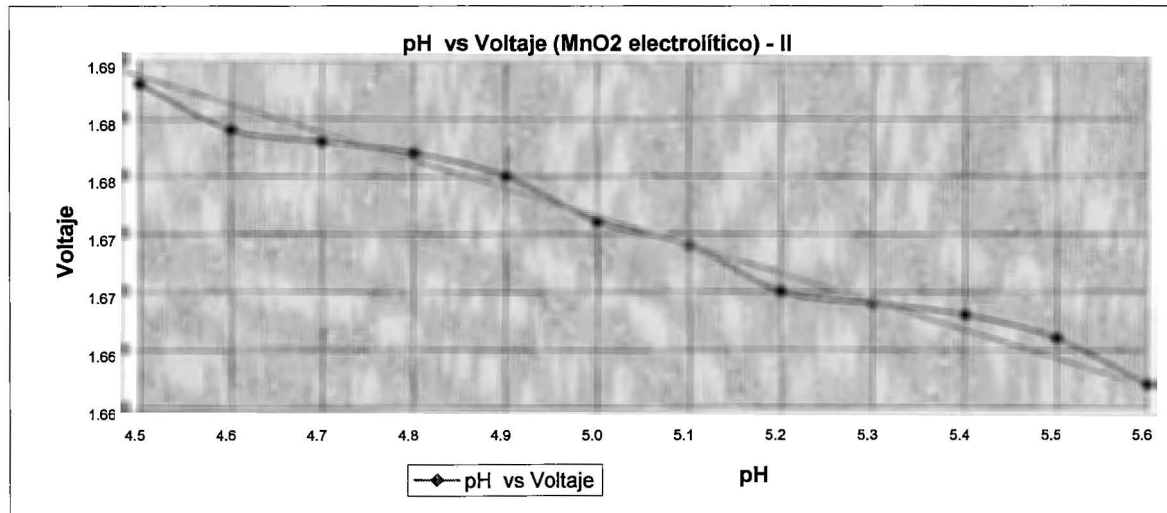
Fecha Ingreso del MnO2	Lote	Bag	pH MnO2	Voltaje 1.630 ± 0.05 V	Humedad 3.5±0.5 Kg/cm2	ZnO Kg	Metales en MnO2 (%)				Metales en Mezcla			
							Pb	Fe	Cu	Na	Pb	Fe	Cu	Na
Feb-01	22	11/14	5.60	1.654	3.4	6	0.016	0.022	0.018	0.260	0.060	0.440	0.010	0.056
Feb-01	22	10/14	5.50	1.658	3.3	6	0.033	0.018	0.009	0.270	0.120	0.560	0.010	0.058
Mar-01	34	02/14	5.40	1.649	3.0	6	0.036	0.015	0.006	0.320	0.080	0.230	0.010	0.046
Mar-01	34	04/14	5.30	1.662	3.0	6	0.039	0.010	0.007	0.250	0.060	0.443	0.010	0.062
Abr-01	42	14/14	5.20	1.664	3.6	6	0.016	0.016	0.004	0.260	0.070	0.036	0.020	0.024
Abr-01	42	02/14	5.10	1.660	3.5	6	0.035	0.014	0.002	0.280	0.090	0.640	0.020	0.057
May-01	48	03/14	5.00	1.672	3.0	6	0.040	0.010	0.006	0.240	0.130	0.540	0.010	0.056
Jun-01	48	01/14	4.90	1.666	3.2	6	0.010	0.048	0.010	0.270	0.150	0.750	0.030	0.064
Jul-01	52	06/14	4.80	1.656	3.4	6	0.020	0.044	0.020	0.235	0.180	0.470	0.010	0.087
Ago-01	56	08/14	4.70	1.659	3.3	6	0.035	0.027	0.007	0.250	0.090	0.360	0.020	0.120
Ago-01	76	13/14	4.60	1.664	3.2	6	0.016	0.008	0.004	0.220	0.100	0.820	0.020	0.095
Sep-01	60	01/14	5.60	1.662	3.4	6	0.010	0.012	0.0	0.230	0.040	0.010	0.001	0.034
Oct-01	68	05/14	5.50	1.666	3.0	6	0.008	0.015	0.0	0.210	0.060	0.065	0.004	0.052
Nov-01	76	06/18	5.40	1.668	3.1	6	0.009	0.012	0.0	0.210	0.050	0.035	0.006	0.024
Dic-01	88	07/14	5.30	1.669	3.5	6	0.005	0.010	0.0	0.240	0.030	0.120	0.008	0.036
Ene-02	109	10/14	5.20	1.670	3.0	6	0.008	0.011	0.0	0.260	0.080	0.132	0.010	0.045
Feb-02	111	12/14	5.10	1.674	3.0	6	0.010	0.019	0.0	0.210	0.070	0.095	0.010	0.052
Mar-02	112	13/14	5.00	1.676	3.1	6	0.006	0.014	0.0	0.250	0.060	0.080	0.012	0.034
Abr-02	119	02/14	4.90	1.680	3.0	6	0.011	0.020	0.0	0.260	0.040	0.075	0.014	0.042
May-02	136	06/14	4.80	1.682	3.2	6	0.007	0.021	0.0	0.240	0.060	0.110	0.008	0.048
Jun-02	175	13/14	4.70	1.683	3.4	6	0.009	0.014	0.0	0.240	0.080	0.010	0.007	0.056
Jul-02	205	11/14	4.60	1.684	3.5	6	0.007	0.019	0.0	0.230	0.020	0.096	0.013	0.058
Ago-02	218	09/14	4.50	1.688	3.5	6	0.006	0.013	0.0	0.280	0.040	0.140	0.014	0.084
Sep-02	218	10/14	4.50	1.670	3.4	6	0.005	0.014	0.0	0.220	0.060	0.130	0.011	0.033

ANEXO 19 I. COMPORTAMIENTO ESTADISTICO DEL MnO2 ELECTROLITICO: VOLTAJE vs pH

2/2



II. COMPORTAMIENTO ESTADISTICO DEL MnO2 ELECTROLITICO: VOLTAJE vs pH



Anexo N° 20

I. FORMULACION DE MEZCLA R-20

N°	MATERIAL	PESO		RELACION		UNIDAD	
		Kg		%		gr	
1	Manganeso electrolítico	200	Kg	14.52623	%	5.884	gr
2	Manganeso Natural	550	Kg	39.947	%	16.181	gr
3	Humo de acetileno	105	Kg	7.626	%	3.09	gr
4	Oxido de Zinc	6	Kg	0.436	%	0.177	gr
5	Cloruro de amonio	150	Kg	10.895	%	4.413	gr
6	Solución 135	184	L				
	Peso	245.8	Kg	17.854	%		
	ZnCl ₂	71.1	Kg			2.092	gr
	NH ₄ Cl	62.5	Kg				
	H ₂ O	1124.2	Kg				
	H ₂ O	120.0	L	8.716	%	6.832	gr
TOTAL		1376.8	Kg	100.00	%	38.668	gr

Tabla N°6 - Especificación Técnica pilas R -20

Estandar	Voltaje	Presión
UM-1SH/1SHX	1.630 ± 0.050 V	3.5 ± 0.5 Kg/cm ²
UM-1HT	1.640 ± 0.050 V	3.0 ± 0.5 Kg/cm ²
UM-3SH/3SHX	1.650 ± 0.050 V	2.5 ± 0.5 Kg/cm ²

II. RESULTADOS DE LA CONDICION DE LA MEZCLA ELECTROLITICA

PARAMETROS	PRUEBA 1			PRUEBA 2			PRUEBA 3		
	Tiempo Minutos	Voltaje	Humedad	Tiempo Minutos	Voltaje	Humedad	Tiempo Minutos	Voltaje	Humedad
Tiempo de mezclado Seco	7'05"	1.630 +/- 0.05 V	3.0 +/- 0.5 Kg/cm ²	7'05"	1.630 +/- 0.05 V	3.0 +/- 0.5 Kg/cm ²	7'04"	1.630 +/- 0.05 V	3.0 +/- 0.5 Kg/cm ²
Tiempo de Inyeccion	6'15"	1.658	3.2	4'48"	1.668	3.1	5'13"	1.667	3.4
Tiempo de mezclado Humedo	1'41"			1'29"			1'39"		

ANEXO N° 21: CUADRO DE ESTUDIO CON MERCURIO REDUCIDO AL 0.08 %

Planta de Pilas
Dpto.: Gestión de la Calidad y Ambiente

1	PRUEBA N° 1		1 DIA		3 DIAS		7 DIAS		14 DIAS		21 DIAS		1 MES		2 MESES		3 MESES		6 MESES		12 MESES			
	INICIAL	20/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	21/9/01	
	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.
1	1.664		1.664	0.000	1.655	-0.009	1.651	-0.013	1.644	-0.020	1.640	-0.024	1.636	-0.028	1.621	-0.043	1.614	-0.050	1.596	-0.068	1.584	-0.080		
2	1.665		1.665	0.000	1.657	-0.008	1.653	-0.012	1.645	-0.020	1.643	-0.022	1.638	-0.027	1.623	-0.042	1.615	-0.051	1.598	-0.067	1.586	-0.079		
3	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.647	-0.019	1.642	-0.024	1.637	-0.029	1.623	-0.043	1.614	-0.052	1.596	-0.070	1.583	-0.083		
4	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.646	-0.020	1.641	-0.025	1.636	-0.030	1.622	-0.044	1.615	-0.051	1.598	-0.068	1.585	-0.081		
5	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.651	-0.014	1.644	-0.021	1.640	-0.025	1.636	-0.029	1.621	-0.044	1.613	-0.052	1.596	-0.069	1.583	-0.082		
6	1.664		1.664	0.000	1.656	-0.008	1.651	-0.013	1.645	-0.019	1.640	-0.024	1.636	-0.028	1.622	-0.042	1.614	-0.050	1.595	-0.069	1.583	-0.081		
7	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.009	1.652	-0.014	1.645	-0.021	1.642	-0.024	1.638	-0.028	1.623	-0.043	1.615	-0.051	1.594	-0.072	1.581	-0.085		
8	1.663		1.663	0.000	1.654	-0.009	1.650	-0.013	1.644	-0.019	1.639	-0.024	1.635	-0.028	1.620	-0.043	1.612	-0.051	1.592	-0.071	1.580	-0.083		
9	1.665		1.665	0.000	1.657	-0.008	1.654	-0.011	1.643	-0.022	1.645	-0.020	1.640	-0.025	1.625	-0.040	1.616	-0.049	1.598	-0.067	1.585	-0.080		
10	1.667		1.667	0.000	1.657	-0.010	1.652	-0.015	1.645	-0.022	1.642	-0.025	1.637	-0.030	1.623	-0.044	1.614	-0.053	1.596	-0.072	1.582	-0.085		
11	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.645	-0.021	1.641	-0.025	1.636	-0.030	1.622	-0.044	1.613	-0.053	1.593	-0.073	1.581	-0.085		
12	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.645	-0.020	1.641	-0.024	1.637	-0.028	1.623	-0.042	1.617	-0.048	1.597	-0.068	1.586	-0.079		
13	1.664		1.664	0.000	1.656	-0.008	1.651	-0.013	1.644	-0.020	1.640	-0.024	1.635	-0.029	1.621	-0.043	1.613	-0.051	1.594	-0.070	1.581	-0.083		
14	1.664		1.664	0.000	1.655	-0.009	1.651	-0.013	1.646	-0.018	1.642	-0.022	1.638	-0.026	1.623	-0.041	1.617	-0.047	1.599	-0.065	1.590	-0.074		
15	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.008	1.652	-0.013	1.646	-0.019	1.642	-0.023	1.638	-0.027	1.623	-0.042	1.615	-0.050	1.597	-0.068	1.585	-0.080		
16	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.651	-0.014	1.644	-0.021	1.640	-0.025	1.636	-0.029	1.621	-0.044	1.614	-0.051	1.595	-0.070	1.585	-0.080		
17	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.645	-0.021	1.641	-0.025	1.637	-0.029	1.622	-0.044	1.614	-0.052	1.597	-0.069	1.585	-0.081		
18	1.665		1.665	0.000	1.657	-0.008	1.652	-0.013	1.646	-0.019	1.641	-0.024	1.638	-0.027	1.623	-0.042	1.616	-0.049	1.599	-0.066	1.588	-0.078		
19	1.662		1.662	0.000	1.654	-0.008	1.649	-0.013	1.644	-0.018	1.640	-0.022	1.637	-0.025	1.622	-0.040	1.614	-0.048	1.596	-0.066	1.584	-0.078		
20	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.009	1.651	-0.015	1.645	-0.021	1.640	-0.026	1.636	-0.030	1.621	-0.045	1.612	-0.054	1.590	-0.076	1.578	-0.088		
21	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.653	-0.012	1.647	-0.018	1.642	-0.023	1.638	-0.027	1.624	-0.041	1.616	-0.049	1.598	-0.067	1.587	-0.078		
23	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.645	-0.020	1.641	-0.024	1.636	-0.029	1.622	-0.043	1.614	-0.051	1.596	-0.069	1.583	-0.082		
24	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.651	-0.014	1.644	-0.021	1.639	-0.026	1.635	-0.030	1.621	-0.044	1.613	-0.052	1.593	-0.072	1.580	-0.085		
25	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.646	-0.019	1.641	-0.024	1.636	-0.029	1.622	-0.043	1.613	-0.052	1.594	-0.071	1.582	-0.083		
26	1.661		1.661	0.000	1.652	-0.009	1.648	-0.013	1.642	-0.019	1.639	-0.022	1.635	-0.026	1.620	-0.041	1.613	-0.048	1.594	-0.067	1.583	-0.078		
27	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.644	-0.021	1.640	-0.025	1.636	-0.029	1.622	-0.043	1.614	-0.051	1.594	-0.071	1.583	-0.082		
28	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.645	-0.020	1.641	-0.024	1.637	-0.028	1.622	-0.043	1.614	-0.051	1.595	-0.070	1.584	-0.081		
29	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.645	-0.020	1.641	-0.024	1.636	-0.029	1.622	-0.043	1.614	-0.051	1.595	-0.070	1.584	-0.081		
30	1.664		1.664	0.000	1.655	-0.009	1.651	-0.013	1.645	-0.019	1.641	-0.023	1.636	-0.028	1.622	-0.042	1.613	-0.051	1.593	-0.071	1.581	-0.083		
31	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.009	1.652	-0.014	1.646	-0.020	1.642	-0.024	1.638	-0.028	1.624	-0.042	1.617	-0.049	1.599	-0.067	1.587	-0.079		
32	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.644	-0.021	1.640	-0.025	1.635	-0.030	1.622	-0.043	1.613	-0.052	1.593	-0.072	1.582	-0.083		
33	1.666		1.666	0.000	1.655	-0.011	1.651	-0.015	1.645	-0.021	1.641	-0.025	1.636	-0.030	1.622	-0.044	1.615	-0.051	1.596	-0.070	1.584	-0.082		
34	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.645	-0.021	1.641	-0.025	1.637	-0.029	1.623	-0.043	1.616	-0.050	1.599	-0.067	1.582	-0.084		
35	1.667		1.667	0.000	1.656	-0.011	1.652	-0.015	1.644	-0.023	1.640	-0.027	1.636	-0.031	1.621	-0.046	1.613	-0.054	1.593	-0.074	1.581	-0.086		
36	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.009	1.652	-0.014	1.646	-0.020	1.643	-0.023	1.639	-0.027	1.625	-0.041	1.617	-0.049	1.599	-0.067	1.588	-0.078		
37	1.667		1.667	0.000	1.657	-0.010	1.653	-0.014	1.646	-0.021	1.642	-0.026	1.637	-0.030	1.623	-0.044	1.615	-0.052	1.596	-0.071	1.585	-0.082		
38	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.652	-0.013	1.645	-0.020	1.641	-0.024	1.637	-0.028	1.621	-0.044	1.613	-0.052	1.594	-0.071	1.581	-0.084		
39	1.667		1.667	0.000	1.657	-0.010	1.652	-0.015	1.646	-0.021	1.642	-0.025	1.636	-0.031	1.622	-0.045	1.614	-0.053	1.595	-0.072	1.583	-0.084		
40	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.009	1.652	-0.014	1.645	-0.021	1.641	-0.025	1.637	-0.029	1.622	-0.044	1.615	-0.051	1.601	-0.065	1.585	-0.081		
41	1.663		1.663	0.000	1.653	-0.010	1.648	-0.015	1.641	-0.022	1.637	-0.026	1.632	-0.031	1.619	-0.044	1.611	-0.052	1.599	-0.064	1.584	-0.079		
42	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.652	-0.013	1.647	-0.018	1.643	-0.022	1.638	-0.027	1.624	-0.041	1.618	-0.049	1.602	-0.063	1.587	-0.078		
43	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.651	-0.014	1.643	-0.022	1.640	-0.025	1.637	-0.028	1.622	-0.043	1.613	-0.052	1.600	-0.065	1.582	-0.083		
44	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.652	-0.013	1.644	-0.021	1.641	-0.024	1.636	-0.029	1.621	-0.044	1.612	-0.053	1.596	-0.069	1.577	-0.088		
45	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.008	1.652	-0.013	1.645	-0.021	1.642	-0.024	1.637	-0.029	1.622	-0.044	1.614	-0.052	1.601	-0.065	1.585	-0.081		
46	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.646	-0.020	1.641	-0.025	1.637	-0.029	1.623	-0.043	1.614	-0.052	1.601	-0.065	1.585	-0.081		
47	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.655	-0.011	1.645	-0.021	1.640	-0.026	1.636	-0.030	1.622	-0.044	1.615	-0.051	1.601	-0.065	1.584	-0.082		
48	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.645	-0.021	1.642	-0.024	1.638	-0.028	1.623	-0.043	1.616	-0.050	1.602	-0.064	1.587	-0.079		
49	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.009	1.652	-0.014	1.646	-0.020	1.642	-0.024	1.636	-0.030	1.621	-0.045	1.613	-0.053	1.600	-0.066	1.582	-0.084		
50	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.651	-0.015	1.644	-0.022	1.640	-0.026	1.637	-0.029	1.623	-0.043	1.615	-0.051	1.602	-0.064	1.585	-0.081		
51	1.660		1.660	0.000	1.652	-0.008	1.647	-0.013	1.641	-0.019	1.637	-0.023	1.633	-0.027	1.620	-0.040	1.613	-0.047	1.601	-0.069	1.584	-0.076		
52	1.667		1.667	0.000	1.657	-0.010	1.653	-0.014	1.646	-0.021	1.642	-0.025	1.638	-0.029	1.623	-0.044	1.614	-0.053	1.602	-0.065	1.585	-0.082		
53	1.665																							

ANEXO N° 21: CUADRO DE ESTUDIO CON MERCURIO REDUCIDO AL 0.08 %

Planta de Pilas

Dpto.: Gestión de la Calidad y Ambiente

N°	NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1		NORMA N° 1			
	INICIAL	20/9/01	1DIA	21/9/01	3DIAS	24/9/01	7 DIAS	27/9/01	14 DIAS	4/10/01	21 DIAS	11/10/01	1 MES	20/10/01	2 MESES	21/11/01	3 MESES	20/12/01	6 MESES	20/02/02	12 MESE	21/6/02
	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.
1	1.663	0.000	1.664	-0.009	1.654	-0.013	1.644	-0.019	1.640	-0.023	1.636	-0.027	1.630	-0.030	1.622	-0.044	1.612	-0.054	1.597	-0.069	1.582	-0.084
2	1.666	0.000	1.666	-0.010	1.656	-0.016	1.646	-0.021	1.641	-0.025	1.636	-0.028	1.630	-0.030	1.622	-0.044	1.612	-0.054	1.597	-0.069	1.582	-0.084
3	1.659	0.000	1.652	-0.007	1.648	-0.011	1.642	-0.017	1.638	-0.021	1.634	-0.025	1.634	-0.025	1.620	-0.039	1.614	-0.045	1.593	-0.066	1.583	-0.076
4	1.664	0.000	1.653	-0.011	1.649	-0.015	1.643	-0.021	1.638	-0.026	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.619	-0.045	1.612	-0.052	1.592	-0.072	1.576	-0.088
5	1.664	0.000	1.653	-0.011	1.649	-0.015	1.643	-0.021	1.638	-0.026	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.619	-0.045	1.611	-0.053	1.593	-0.071	1.576	-0.088
6	1.668	0.000	1.658	-0.010	1.654	-0.014	1.649	-0.019	1.645	-0.023	1.640	-0.028	1.636	-0.030	1.626	-0.042	1.610	-0.058	1.601	-0.067	1.574	-0.094
7	1.664	0.000	1.653	-0.011	1.650	-0.014	1.643	-0.021	1.639	-0.025	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.619	-0.045	1.618	-0.046	1.592	-0.072	1.582	-0.082
8	1.666	0.000	1.656	-0.010	1.652	-0.014	1.645	-0.021	1.640	-0.026	1.636	-0.030	1.636	-0.030	1.621	-0.045	1.611	-0.055	1.594	-0.072	1.573	-0.093
9	1.658	0.000	1.649	-0.009	1.645	-0.013	1.640	-0.018	1.636	-0.022	1.633	-0.025	1.630	-0.028	1.618	-0.040	1.613	-0.045	1.590	-0.068	1.576	-0.092
10	1.664	0.000	1.654	-0.010	1.650	-0.014	1.643	-0.021	1.639	-0.025	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.620	-0.044	1.608	-0.056	1.593	-0.071	1.579	-0.095
11	1.664	0.000	1.654	-0.010	1.650	-0.014	1.643	-0.021	1.639	-0.025	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.619	-0.045	1.612	-0.052	1.592	-0.072	1.580	-0.084
12	1.668	0.000	1.657	-0.011	1.654	-0.014	1.648	-0.020	1.644	-0.024	1.639	-0.029	1.634	-0.030	1.624	-0.044	1.611	-0.057	1.598	-0.070	1.579	-0.089
13	1.663	0.000	1.652	-0.011	1.649	-0.014	1.642	-0.021	1.638	-0.025	1.634	-0.029	1.634	-0.029	1.620	-0.043	1.615	-0.048	1.595	-0.068	1.572	-0.091
14	1.667	0.000	1.656	-0.011	1.652	-0.015	1.648	-0.021	1.642	-0.025	1.637	-0.029	1.637	-0.029	1.623	-0.044	1.612	-0.055	1.597	-0.070	1.576	-0.091
15	1.664	0.000	1.654	-0.010	1.651	-0.013	1.645	-0.019	1.642	-0.022	1.637	-0.027	1.637	-0.027	1.623	-0.041	1.616	-0.048	1.597	-0.067	1.580	-0.084
16	1.663	0.000	1.652	-0.011	1.648	-0.015	1.641	-0.022	1.637	-0.026	1.633	-0.031	1.633	-0.031	1.618	-0.045	1.615	-0.048	1.590	-0.073	1.576	-0.097
17	1.660	0.000	1.650	-0.010	1.647	-0.013	1.641	-0.019	1.638	-0.022	1.633	-0.027	1.633	-0.027	1.618	-0.042	1.610	-0.050	1.591	-0.069	1.579	-0.091
18	1.667	0.000	1.655	-0.012	1.652	-0.015	1.645	-0.022	1.641	-0.026	1.637	-0.030	1.637	-0.030	1.623	-0.044	1.610	-0.057	1.599	-0.068	1.573	-0.094
19	1.663	0.000	1.653	-0.010	1.649	-0.014	1.642	-0.021	1.639	-0.024	1.634	-0.029	1.634	-0.029	1.619	-0.044	1.616	-0.047	1.589	-0.074	1.574	-0.089
20	1.664	0.000	1.653	-0.011	1.648	-0.016	1.641	-0.023	1.637	-0.027	1.633	-0.031	1.633	-0.031	1.619	-0.045	1.610	-0.054	1.592	-0.072	1.577	-0.087
21	1.663	0.000	1.652	-0.011	1.648	-0.015	1.641	-0.022	1.637	-0.026	1.633	-0.030	1.633	-0.030	1.618	-0.045	1.611	-0.052	1.592	-0.071	1.573	-0.090
22	1.663	0.000	1.655	-0.008	1.654	-0.009	1.653	-0.010	1.653	-0.010	1.651	-0.012	1.647	-0.016	1.611	-0.052	1.616	-0.047	1.597	-0.068	1.579	-0.094
23	1.664	0.000	1.653	-0.011	1.649	-0.015	1.642	-0.022	1.639	-0.025	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.620	-0.044	1.609	-0.055	1.593	-0.071	1.570	-0.094
24	1.665	0.000	1.654	-0.011	1.650	-0.015	1.644	-0.021	1.640	-0.025	1.635	-0.030	1.635	-0.030	1.621	-0.044	1.611	-0.054	1.594	-0.071	1.569	-0.096
25	1.664	0.000	1.654	-0.010	1.649	-0.015	1.644	-0.020	1.639	-0.025	1.635	-0.029	1.635	-0.029	1.620	-0.044	1.612	-0.052	1.595	-0.069	1.576	-0.096
26	1.665	0.000	1.654	-0.011	1.650	-0.015	1.644	-0.021	1.639	-0.025	1.635	-0.030	1.635	-0.030	1.621	-0.044	1.613	-0.052	1.594	-0.071	1.573	-0.092
27	1.658	0.000	1.645	-0.011	1.641	-0.015	1.636	-0.020	1.633	-0.023	1.630	-0.026	1.630	-0.026	1.616	-0.040	1.613	-0.043	1.592	-0.064	1.576	-0.090
28	1.667	0.000	1.657	-0.010	1.654	-0.013	1.648	-0.019	1.644	-0.023	1.639	-0.028	1.639	-0.028	1.624	-0.043	1.608	-0.056	1.596	-0.071	1.576	-0.091
29	1.663	0.000	1.653	-0.010	1.648	-0.015	1.642	-0.021	1.638	-0.025	1.634	-0.029	1.634	-0.029	1.620	-0.043	1.615	-0.048	1.593	-0.070	1.573	-0.090
30	1.667	0.000	1.657	-0.010	1.652	-0.015	1.645	-0.022	1.641	-0.026	1.638	-0.031	1.638	-0.031	1.622	-0.045	1.612	-0.055	1.595	-0.072	1.573	-0.094
31	1.668	0.000	1.658	-0.012	1.652	-0.016	1.646	-0.022	1.642	-0.026	1.638	-0.030	1.638	-0.030	1.623	-0.043	1.613	-0.055	1.598	-0.072	1.574	-0.094
32	1.665	0.000	1.655	-0.010	1.651	-0.014	1.645	-0.020	1.641	-0.024	1.637	-0.028	1.637	-0.028	1.622	-0.043	1.615	-0.050	1.599	-0.068	1.579	-0.086
33	1.668	0.000	1.657	-0.011	1.653	-0.015	1.647	-0.021	1.642	-0.026	1.638	-0.030	1.638	-0.030	1.624	-0.044	1.615	-0.053	1.598	-0.070	1.579	-0.089
34	1.658	0.000	1.650	-0.008	1.647	-0.011	1.642	-0.016	1.638	-0.020	1.635	-0.023	1.635	-0.023	1.620	-0.038	1.616	-0.042	1.597	-0.061	1.577	-0.081
35	1.667	0.000	1.655	-0.012	1.650	-0.017	1.643	-0.024	1.639	-0.028	1.635	-0.032	1.635	-0.032	1.620	-0.047	1.613	-0.054	1.594	-0.073	1.573	-0.094
36	1.666	0.000	1.655	-0.011	1.650	-0.016	1.644	-0.022	1.640	-0.026	1.636	-0.030	1.636	-0.030	1.622	-0.044	1.612	-0.054	1.598	-0.068	1.577	-0.089
37	1.664	0.000	1.654	-0.010	1.650	-0.014	1.645	-0.019	1.641	-0.023	1.636	-0.028	1.636	-0.028	1.622	-0.044	1.614	-0.050	1.594	-0.070	1.571	-0.093
38	1.656	0.000	1.647	-0.009	1.643	-0.013	1.638	-0.018	1.634	-0.022	1.630	-0.026	1.630	-0.026	1.616	-0.040	1.612	-0.044	1.590	-0.066	1.570	-0.086
39	1.668	0.000	1.658	-0.012	1.652	-0.016	1.646	-0.022	1.642	-0.026	1.638	-0.030	1.638	-0.030	1.624	-0.044	1.608	-0.050	1.597	-0.071	1.576	-0.092
40	1.667	0.000	1.656	-0.011	1.651	-0.016	1.644	-0.023	1.640	-0.027	1.636	-0.031	1.636	-0.031	1.622	-0.045	1.616	-0.051	1.595	-0.072	1.573	-0.094
41	1.665	0.000	1.654	-0.011	1.649	-0.016	1.643	-0.022	1.640	-0.025	1.635	-0.030	1.635	-0.030	1.620	-0.045	1.614	-0.051	1.592	-0.073	1.570	-0.095
42	1.664	0.000	1.653	-0.011	1.649	-0.015	1.642	-0.022	1.638	-0.026	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.619	-0.045	1.611	-0.053	1.592	-0.072	1.568	-0.096
43	1.664	0.000	1.653	-0.011	1.649	-0.015	1.642	-0.022	1.638	-0.026	1.634	-0.030	1.634	-0.030	1.619	-0.045	1.611	-0.053	1.592	-0.071	1.573	-0.091
44	1.667	0.000	1.658	-0.009	1.654	-0.013	1.648	-0.019	1.644	-0.023	1.639	-0.028	1.639	-0.028	1.625	-0.042	1.611	-0.056	1.597	-0.070	1.576	-0.091
45	1.665	0.000	1.654	-0.011	1.650	-0.015	1.643	-0.022	1.639	-0.026	1.635	-0.030	1.635	-0.030	1.621	-0.044	1.616	-0.049	1.592	-0.073	1.572	-0.093
46	1.663	0.000	1.652	-0.011	1.648	-0.015	1.641	-0.022	1.637	-0.026	1.632	-0.031	1.632	-0.031	1.618	-0.045	1.612	-0.051	1.591	-0.072	1.571	-0.092
47	1.665	0.000	1.656	-0.009	1.651	-0.014	1.645	-0.020	1.641	-0.024	1.636	-0.029	1.636	-0.029	1.621	-0.044	1.610	-0.055	1.594	-0.071	1.570	-0.095
48	1.668	0.000	1.657	-0.011	1.653	-0.015	1.647	-0.021	1.643	-0.025	1.639	-0.029	1.639	-0.029	1.625	-0.043	1.612	-0.056	1.599	-0.069	1.573	-0.095
49	1.667	0.000	1.655	-0.012	1.651	-0.016	1.644	-0.023	1.640	-0.027	1.636	-0.031	1.636	-0.031	1.622	-0.045	1.617	-0.050	1.595	-0.072	1.579	-0.088
50	1.668	0.000	1.657	-0.011	1.653	-0.015	1.647	-0.021	1.643	-0.025	1.639	-0.030	1.639	-0.030	1.623	-0.043	1.613	-				

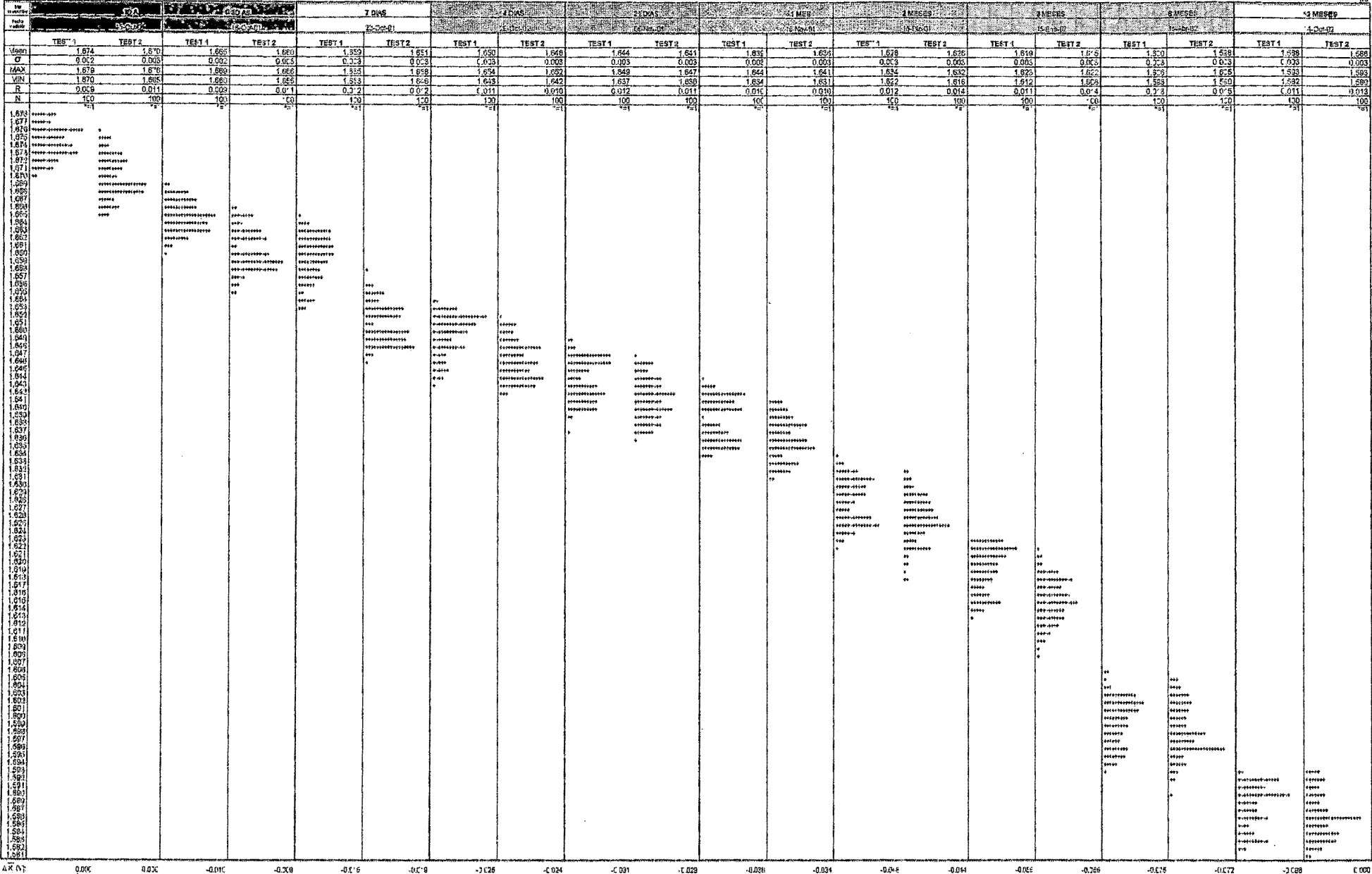
ANEXO N° 21: CUADRO DE ESTUDIO CON MERCURIO REDUCIDO AL 0.08 %

Planta de Pilas

Dpto.: Gestión de la Calidad y Ambiente

NORMAL PRUEBA N° 2		1 DIA		3 DIAS		7 DIAS		14 DIAS		21 DIAS		1 MES		2 MESES		3 MESES		6 MESES		12 MESES		
INICIAL	27/9/01	27/9/01	27/9/01	30/9/01	30/9/01	4/10/01	4/10/01	11/10/01	11/10/01	18/10/01	18/10/01	27/10/01	27/10/01	27/11/01	27/11/01	28/12/01	28/12/01	27/02/02	27/02/02	28/09/02	28/09/02	
Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	
1	1.668		1.668	0.000	1.655	-0.013	1.649	-0.019	1.640	-0.028	1.636	-0.032	1.632	-0.036	1.623	-0.045	1.614	-0.054	1.596	-0.072	1.584	-0.084
2	1.667		1.669	0.000	1.659	-0.010	1.648	-0.021	1.639	-0.030	1.635	-0.034	1.630	-0.039	1.624	-0.046	1.614	-0.055	1.598	-0.071	1.582	-0.087
3	1.667		1.667	0.000	1.655	-0.012	1.645	-0.022	1.635	-0.032	1.633	-0.034	1.630	-0.037	1.623	-0.044	1.613	-0.054	1.593	-0.074	1.580	-0.087
4	1.669		1.669	0.000	1.658	-0.011	1.646	-0.023	1.636	-0.033	1.634	-0.035	1.631	-0.038	1.622	-0.047	1.612	-0.057	1.598	-0.071	1.577	-0.092
5	1.664		1.664	0.000	1.653	-0.011	1.647	-0.017	1.637	-0.027	1.635	-0.029	1.631	-0.033	1.622	-0.042	1.611	-0.053	1.597	-0.067	1.578	-0.086
6	1.662		1.662	0.000	1.648	-0.014	1.642	-0.020	1.632	-0.030	1.628	-0.036	1.622	-0.040	1.618	-0.044	1.610	-0.052	1.596	-0.068	1.580	-0.082
7	1.663		1.663	0.000	1.649	-0.014	1.643	-0.020	1.635	-0.028	1.630	-0.033	1.625	-0.037	1.622	-0.041	1.613	-0.050	1.599	-0.064	1.579	-0.084
8	1.669		1.669	0.000	1.657	-0.012	1.650	-0.019	1.641	-0.028	1.637	-0.032	1.632	-0.037	1.621	-0.048	1.614	-0.055	1.599	-0.070	1.578	-0.091
9	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.648	-0.017	1.639	-0.026	1.635	-0.030	1.630	-0.035	1.618	-0.047	1.610	-0.055	1.594	-0.071	1.578	-0.087
10	1.663		1.663	0.000	1.654	-0.009	1.652	-0.011	1.643	-0.020	1.637	-0.026	1.632	-0.031	1.620	-0.043	1.613	-0.050	1.595	-0.068	1.579	-0.084
11	1.667		1.667	0.000	1.657	-0.010	1.651	-0.016	1.643	-0.024	1.637	-0.030	1.633	-0.034	1.623	-0.044	1.615	-0.052	1.598	-0.069	1.583	-0.084
12	1.663		1.663	0.000	1.654	-0.009	1.646	-0.017	1.638	-0.025	1.632	-0.031	1.628	-0.035	1.622	-0.041	1.613	-0.050	1.598	-0.065	1.579	-0.084
13	1.663		1.663	0.000	1.647	-0.016	1.640	-0.023	1.632	-0.031	1.628	-0.035	1.625	-0.038	1.620	-0.043	1.612	-0.051	1.596	-0.067	1.574	-0.089
14	1.662		1.662	0.000	1.648	-0.014	1.640	-0.022	1.631	-0.031	1.629	-0.033	1.624	-0.038	1.619	-0.043	1.610	-0.052	1.596	-0.068	1.576	-0.086
15	1.668		1.668	0.000	1.659	-0.009	1.653	-0.015	1.643	-0.025	1.635	-0.033	1.632	-0.036	1.623	-0.045	1.612	-0.056	1.597	-0.071	1.576	-0.092
16	1.669		1.669	0.000	1.653	-0.016	1.648	-0.021	1.638	-0.031	1.631	-0.038	1.626	-0.043	1.617	-0.052	1.609	-0.060	1.595	-0.074	1.574	-0.095
17	1.660		1.660	0.000	1.650	-0.010	1.646	-0.014	1.636	-0.024	1.632	-0.028	1.627	-0.033	1.618	-0.042	1.610	-0.050	1.591	-0.069	1.578	-0.082
18	1.661		1.661	0.000	1.662	-0.009	1.648	-0.013	1.636	-0.025	1.630	-0.031	1.625	-0.036	1.617	-0.044	1.609	-0.052	1.590	-0.071	1.577	-0.084
19	1.666		1.666	0.000	1.654	-0.012	1.649	-0.017	1.638	-0.028	1.633	-0.033	1.626	-0.040	1.616	-0.050	1.608	-0.058	1.593	-0.073	1.579	-0.087
20	1.663		1.663	0.000	1.652	-0.011	1.647	-0.016	1.636	-0.027	1.632	-0.031	1.627	-0.036	1.617	-0.046	1.610	-0.053	1.594	-0.069	1.575	-0.088
21	1.662		1.662	0.000	1.653	-0.009	1.646	-0.016	1.638	-0.024	1.634	-0.028	1.630	-0.032	1.622	-0.040	1.614	-0.048	1.594	-0.068	1.581	-0.081
22	1.664		1.664	0.000	1.655	-0.009	1.646	-0.018	1.635	-0.029	1.630	-0.034	1.627	-0.037	1.620	-0.044	1.611	-0.053	1.599	-0.068	1.578	-0.086
23	1.665		1.665	0.000	1.656	-0.009	1.643	-0.022	1.635	-0.030	1.631	-0.034	1.626	-0.039	1.619	-0.046	1.609	-0.056	1.597	-0.068	1.577	-0.088
24	1.669		1.669	0.000	1.658	-0.011	1.650	-0.019	1.641	-0.028	1.636	-0.033	1.630	-0.039	1.621	-0.048	1.611	-0.058	1.596	-0.073	1.590	-0.079
25	1.663		1.663	0.000	1.649	-0.014	1.643	-0.020	1.633	-0.030	1.628	-0.035	1.624	-0.039	1.616	-0.047	1.609	-0.054	1.595	-0.068	1.580	-0.083
26	1.663		1.663	0.000	1.653	-0.010	1.646	-0.017	1.635	-0.028	1.630	-0.033	1.626	-0.037	1.615	-0.048	1.608	-0.054	1.594	-0.069	1.573	-0.090
27	1.664		1.664	0.000	1.653	-0.011	1.646	-0.018	1.635	-0.029	1.631	-0.033	1.627	-0.037	1.616	-0.048	1.608	-0.056	1.590	-0.074	1.574	-0.090
28	1.667		1.667	0.000	1.655	-0.012	1.650	-0.017	1.640	-0.027	1.635	-0.032	1.631	-0.036	1.623	-0.044	1.614	-0.053	1.596	-0.071	1.586	-0.081
29	1.668		1.668	0.000	1.659	-0.009	1.651	-0.017	1.640	-0.028	1.636	-0.032	1.631	-0.037	1.623	-0.045	1.613	-0.055	1.594	-0.074	1.583	-0.085
30	1.666		1.666	0.000	1.658	-0.008	1.649	-0.017	1.641	-0.025	1.636	-0.030	1.632	-0.034	1.622	-0.044	1.613	-0.053	1.599	-0.067	1.583	-0.083
31	1.665		1.665	0.000	1.657	-0.008	1.649	-0.016	1.639	-0.026	1.634	-0.031	1.630	-0.035	1.621	-0.044	1.611	-0.054	1.598	-0.067	1.582	-0.083
32	1.669		1.669	0.000	1.658	-0.011	1.650	-0.019	1.642	-0.027	1.636	-0.033	1.632	-0.037	1.625	-0.044	1.616	-0.054	1.598	-0.071	1.586	-0.083
33	1.663		1.663	0.000	1.653	-0.010	1.646	-0.017	1.636	-0.027	1.630	-0.033	1.625	-0.038	1.621	-0.042	1.613	-0.050	1.597	-0.068	1.580	-0.083
34	1.665		1.665	0.000	1.654	-0.011	1.643	-0.022	1.633	-0.032	1.629	-0.036	1.624	-0.041	1.618	-0.047	1.610	-0.056	1.596	-0.069	1.578	-0.089
35	1.666		1.666	0.000	1.655	-0.011	1.642	-0.024	1.635	-0.031	1.628	-0.038	1.623	-0.043	1.619	-0.047	1.610	-0.055	1.594	-0.072	1.576	-0.088
36	1.667		1.667	0.000	1.656	-0.011	1.645	-0.022	1.634	-0.033	1.629	-0.038	1.625	-0.042	1.619	-0.048	1.609	-0.058	1.596	-0.071	1.577	-0.090
37	1.662		1.662	0.000	1.658	-0.004	1.646	-0.016	1.636	-0.026	1.631	-0.031	1.626	-0.036	1.622	-0.040	1.612	-0.050	1.598	-0.064	1.579	-0.082
38	1.663		1.663	0.000	1.650	-0.013	1.642	-0.021	1.632	-0.031	1.627	-0.036	1.624	-0.039	1.618	-0.045	1.609	-0.054	1.596	-0.067	1.577	-0.086
39	1.667		1.667	0.000	1.657	-0.010	1.648	-0.019	1.636	-0.031	1.629	-0.038	1.625	-0.042	1.619	-0.048	1.608	-0.059	1.592	-0.075	1.576	-0.091
40	1.668		1.668	0.000	1.658	-0.010	1.649	-0.019	1.637	-0.031	1.632	-0.036	1.626	-0.042	1.622	-0.048	1.612	-0.056	1.596	-0.072	1.578	-0.090
41	1.669		1.669	0.000	1.659	-0.010	1.649	-0.020	1.638	-0.031	1.633	-0.036	1.627	-0.042	1.621	-0.048	1.612	-0.057	1.597	-0.072	1.585	-0.084
42	1.664		1.664	0.000	1.655	-0.009	1.646	-0.018	1.636	-0.028	1.631	-0.033	1.626	-0.038	1.621	-0.043	1.611	-0.053	1.597	-0.067	1.589	-0.085
43	1.661		1.661	0.000	1.649	-0.012	1.640	-0.021	1.631	-0.030	1.626	-0.035	1.622	-0.039	1.616	-0.045	1.608	-0.053	1.589	-0.072	1.576	-0.085
44	1.664		1.664	0.000	1.653	-0.011	1.642	-0.022	1.632	-0.032	1.628	-0.035	1.626	-0.038	1.620	-0.044	1.610	-0.054	1.594	-0.070	1.577	-0.087
45	1.665		1.665	0.000	1.654	-0.011	1.646	-0.019	1.634	-0.031	1.628	-0.037	1.623	-0.042	1.620	-0.045	1.611	-0.054	1.596	-0.069	1.577	-0.088
46	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.646	-0.019	1.635	-0.030	1.629	-0.038	1.624	-0.041	1.621	-0.044	1.611	-0.054	1.597	-0.068	1.578	-0.087
47	1.663		1.663	0.000	1.653	-0.010	1.643	-0.020	1.633	-0.030	1.627	-0.036	1.624	-0.039	1.619	-0.044	1.609	-0.054	1.593	-0.070	1.576	-0.087
48	1.668		1.668	0.000	1.657	-0.011	1.645	-0.023	1.635	-0.033	1.630	-0.036	1.625	-0.043	1.620	-0.048	1.610	-0.058	1.594	-0.074	1.579	-0.089
49	1.663		1.663	0.000	1.656	-0.007	1.646	-0.017	1.636	-0.027	1.632	-0.031	1.627	-0.036	1.621	-0.042	1.611	-0.052	1.597	-0.066	1.576	-0.087
50	1.664		1.664	0.000	1.654	-0.010	1.648	-0.016	1.638	-0.026	1.633	-0.031	1.628	-0.038	1.622	-0.042	1.612	-0.052	1.598	-0.068	1.584	-0.080
51	1.669		1.669	0.000	1.657	-0.012	1.649	-0.020	1.639	-0.030	1.632	-0.037	1.626	-0.043	1.621	-0.046	1.613	-0.056	1.598	-0.071	1.580	-0.089
52	1.6																					

TEST 1: PRUEBA
TEST 2: NORMAL



0.000 0.002 0.004 0.006 0.008 0.010 0.012 0.014 0.016 0.018 0.020 0.022 0.024 0.026 0.028 0.030 0.032 0.034 0.036 0.038 0.040 0.042 0.044 0.046 0.048 0.050 0.052 0.054 0.056 0.058 0.060 0.062 0.064 0.066 0.068 0.070 0.072 0.074 0.076 0.078 0.080 0.082 0.084 0.086 0.088 0.090 0.092 0.094 0.096 0.098 1.000

ANEXO N 21: CUADRO DE ESTUDIO CON MERCURIO REDUCIDO AL 0.08%

Planta de Pilas

Dpto.: Gestión de la Calidad y Ambiente

2	NORMAL N°3 Hg= 0.13%		15/10/01		18/10/01		22/10/01		29/10/01		31/10/01		1 MES		2 MESES		3 MESES		6 MESES		12 MESES	
	INICIAL	15/10/01	IDIA	15/10/01	3DIAS	18/10/01	7 DIAS	22/10/01	14 DIAS	29/10/01	21 DIAS	31/10/01	1 MES	15/11/01	2 MESES	15/12/01	3 MESES	15/01/02	6 MESES	15/02/02	12 MESES	14/02/02
	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.	Voltaje	Dif.
1	1.672		1.672	0.000	1.663	-0.009	1.655	-0.017	1.650	-0.022	1.646	-0.026	1.640	-0.032	1.629	-0.043	1.618	-0.054	1.603	-0.069	1.590	-0.082
2	1.673		1.673	0.000	1.663	-0.010	1.654	-0.019	1.650	-0.023	1.645	-0.028	1.640	-0.033	1.631	-0.042	1.620	-0.053	1.602	-0.071	1.588	-0.085
3	1.666		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.648	-0.018	1.643	-0.023	1.639	-0.027	1.635	-0.031	1.626	-0.040	1.616	-0.050	1.601	-0.065	1.588	-0.076
4	1.668		1.668	0.000	1.658	-0.010	1.650	-0.018	1.644	-0.024	1.639	-0.029	1.634	-0.034	1.625	-0.043	1.617	-0.051	1.602	-0.066	1.589	-0.079
5	1.670		1.670	0.000	1.660	-0.010	1.653	-0.017	1.649	-0.021	1.645	-0.025	1.641	-0.029	1.630	-0.040	1.619	-0.051	1.603	-0.067	1.590	-0.080
6	1.675		1.675	0.000	1.665	-0.010	1.655	-0.020	1.651	-0.024	1.644	-0.031	1.640	-0.035	1.629	-0.046	1.618	-0.057	1.602	-0.073	1.591	-0.084
7	1.674		1.674	0.000	1.663	-0.011	1.652	-0.022	1.647	-0.027	1.643	-0.031	1.640	-0.035	1.629	-0.045	1.618	-0.058	1.601	-0.073	1.590	-0.084
8	1.669		1.669	0.000	1.660	-0.009	1.650	-0.019	1.646	-0.023	1.642	-0.027	1.638	-0.031	1.628	-0.041	1.617	-0.052	1.602	-0.067	1.589	-0.080
9	1.669		1.669	0.000	1.658	-0.011	1.649	-0.020	1.644	-0.025	1.640	-0.029	1.635	-0.034	1.625	-0.044	1.615	-0.054	1.600	-0.069	1.589	-0.080
10	1.670		1.670	0.000	1.659	-0.011	1.650	-0.020	1.647	-0.023	1.642	-0.028	1.637	-0.033	1.627	-0.043	1.616	-0.054	1.601	-0.069	1.588	-0.082
11	1.671		1.671	0.000	1.659	-0.012	1.648	-0.023	1.643	-0.028	1.638	-0.033	1.633	-0.038	1.621	-0.050	1.610	-0.061	1.595	-0.076	1.585	-0.086
12	1.671		1.671	0.000	1.660	-0.011	1.652	-0.019	1.646	-0.025	1.642	-0.029	1.638	-0.033	1.627	-0.044	1.617	-0.054	1.597	-0.074	1.586	-0.085
13	1.672		1.672	0.000	1.662	-0.010	1.653	-0.019	1.647	-0.025	1.643	-0.029	1.638	-0.034	1.628	-0.046	1.615	-0.057	1.596	-0.076	1.584	-0.088
14	1.673		1.673	0.000	1.662	-0.011	1.654	-0.019	1.648	-0.025	1.644	-0.029	1.639	-0.034	1.628	-0.045	1.618	-0.055	1.599	-0.074	1.589	-0.084
15	1.671		1.671	0.000	1.660	-0.011	1.650	-0.021	1.646	-0.025	1.642	-0.029	1.637	-0.034	1.626	-0.045	1.616	-0.055	1.598	-0.073	1.588	-0.083
16	1.665		1.666	0.000	1.656	-0.010	1.648	-0.018	1.642	-0.024	1.638	-0.028	1.632	-0.034	1.622	-0.044	1.613	-0.053	1.597	-0.069	1.587	-0.079
17	1.668		1.668	0.000	1.658	-0.010	1.647	-0.021	1.642	-0.026	1.637	-0.031	1.632	-0.036	1.621	-0.049	1.610	-0.058	1.593	-0.075	1.586	-0.082
18	1.669		1.669	0.000	1.657	-0.012	1.648	-0.021	1.643	-0.026	1.637	-0.032	1.631	-0.038	1.618	-0.051	1.608	-0.061	1.594	-0.075	1.582	-0.087
19	1.666		1.666	0.000	1.658	-0.008	1.648	-0.018	1.644	-0.022	1.638	-0.028	1.632	-0.034	1.622	-0.044	1.612	-0.054	1.597	-0.069	1.586	-0.082
20	1.669		1.669	0.000	1.658	-0.011	1.649	-0.020	1.645	-0.024	1.640	-0.029	1.635	-0.034	1.625	-0.044	1.613	-0.056	1.598	-0.071	1.587	-0.082
21	1.665		1.665	0.000	1.655	-0.010	1.646	-0.019	1.642	-0.023	1.636	-0.029	1.631	-0.034	1.622	-0.043	1.611	-0.054	1.596	-0.069	1.586	-0.079
22	1.670		1.670	0.000	1.660	-0.010	1.652	-0.018	1.647	-0.023	1.643	-0.027	1.637	-0.033	1.627	-0.043	1.617	-0.053	1.594	-0.076	1.585	-0.085
23	1.673		1.673	0.000	1.662	-0.011	1.652	-0.021	1.648	-0.025	1.644	-0.029	1.638	-0.035	1.628	-0.045	1.616	-0.057	1.596	-0.077	1.587	-0.086
24	1.674		1.674	0.000	1.663	-0.011	1.653	-0.021	1.648	-0.026	1.642	-0.032	1.638	-0.036	1.629	-0.046	1.618	-0.058	1.596	-0.078	1.586	-0.088
25	1.675		1.675	0.000	1.665	-0.010	1.656	-0.019	1.651	-0.024	1.646	-0.029	1.641	-0.034	1.632	-0.043	1.621	-0.054	1.603	-0.072	1.590	-0.085
26	1.676		1.676	0.000	1.665	-0.011	1.655	-0.021	1.650	-0.026	1.645	-0.031	1.640	-0.036	1.630	-0.046	1.619	-0.057	1.600	-0.076	1.588	-0.088
27	1.668		1.668	0.000	1.659	-0.009	1.650	-0.018	1.649	-0.019	1.643	-0.025	1.638	-0.030	1.627	-0.041	1.617	-0.051	1.598	-0.070	1.585	-0.083
28	1.668		1.668	0.000	1.658	-0.010	1.650	-0.018	1.648	-0.020	1.642	-0.026	1.638	-0.030	1.629	-0.039	1.618	-0.050	1.599	-0.069	1.586	-0.082
29	1.666		1.666	0.000	1.655	-0.011	1.648	-0.018	1.643	-0.023	1.637	-0.029	1.632	-0.034	1.622	-0.044	1.613	-0.053	1.596	-0.070	1.585	-0.081
30	1.669		1.669	0.000	1.659	-0.010	1.649	-0.020	1.644	-0.025	1.639	-0.030	1.633	-0.036	1.619	-0.051	1.609	-0.060	1.590	-0.079	1.583	-0.086
31	1.670		1.670	0.000	1.661	-0.009	1.653	-0.017	1.646	-0.024	1.641	-0.029	1.638	-0.032	1.627	-0.043	1.619	-0.052	1.601	-0.069	1.587	-0.083
32	1.666		1.666	0.000	1.657	-0.009	1.649	-0.017	1.645	-0.021	1.640	-0.026	1.636	-0.030	1.628	-0.038	1.618	-0.048	1.602	-0.064	1.588	-0.078
33	1.668		1.668	0.000	1.659	-0.009	1.650	-0.018	1.646	-0.022	1.641	-0.027	1.636	-0.032	1.628	-0.040	1.619	-0.049	1.602	-0.066	1.587	-0.081
34	1.669		1.669	0.000	1.659	-0.010	1.649	-0.020	1.644	-0.025	1.640	-0.029	1.635	-0.034	1.627	-0.042	1.616	-0.053	1.600	-0.069	1.585	-0.084
35	1.672		1.672	0.000	1.662	-0.010	1.653	-0.019	1.648	-0.024	1.644	-0.028	1.639	-0.033	1.628	-0.044	1.618	-0.054	1.601	-0.071	1.586	-0.086
36	1.673		1.673	0.000	1.663	-0.010	1.654	-0.019	1.649	-0.024	1.645	-0.028	1.639	-0.034	1.629	-0.044	1.619	-0.054	1.603	-0.070	1.583	-0.090
37	1.675		1.675	0.000	1.665	-0.010	1.655	-0.020	1.650	-0.025	1.645	-0.030	1.640	-0.035	1.630	-0.045	1.620	-0.055	1.604	-0.071	1.592	-0.083
38	1.669		1.669	0.000	1.660	-0.009	1.651	-0.018	1.650	-0.019	1.646	-0.023	1.640	-0.029	1.629	-0.040	1.619	-0.050	1.600	-0.069	1.586	-0.083
39	1.668		1.668	0.000	1.660	-0.008	1.650	-0.018	1.641	-0.017	1.646	-0.022	1.641	-0.027	1.631	-0.037	1.621	-0.049	1.602	-0.066	1.590	-0.078
40	1.669		1.669	0.000	1.659	-0.010	1.650	-0.019	1.651	-0.018	1.647	-0.022	1.641	-0.028	1.630	-0.039	1.618	-0.051	1.601	-0.068	1.589	-0.080
41	1.667		1.667	0.000	1.658	-0.009	1.648	-0.019	1.645	-0.022	1.641	-0.026	1.637	-0.030	1.627	-0.040	1.616	-0.051	1.600	-0.067	1.588	-0.079
42	1.668		1.668	0.000	1.658	-0.010	1.649	-0.019	1.646	-0.022	1.641	-0.027	1.636	-0.032	1.627	-0.041	1.617	-0.051	1.602	-0.068	1.591	-0.077
43	1.670		1.670	0.000	1.662	-0.008	1.653	-0.017	1.647	-0.023	1.642	-0.028	1.638	-0.035	1.628	-0.044	1.617	-0.053	1.601	-0.069	1.590	-0.080
44	1.672		1.672	0.000	1.663	-0.009	1.652	-0.020	1.646	-0.026	1.641	-0.031	1.636	-0.036	1.625	-0.047	1.615	-0.057	1.598	-0.074	1.588	-0.084
45	1.673		1.673	0.000	1.664	-0.009	1.655	-0.018	1.646	-0.027	1.640	-0.033	1.635	-0.038	1.625	-0.048	1.616	-0.057	1.599	-0.074	1.587	-0.086
46	1.675		1.675	0.000	1.666	-0.009	1.656	-0.020	1.647	-0.028	1.642	-0.033	1.637	-0.038	1.626	-0.049	1.615	-0.060	1.600	-0.075	1.586	-0.089
47	1.671		1.671	0.000	1.662	-0.009	1.652	-0.019	1.646	-0.025	1.641	-0.030	1.636	-0.035	1.624	-0.047	1.614	-0.057	1.598	-0.073	1.587	-0.084
48	1.670		1.670	0.000	1.660	-0.010	1.655	-0.015	1.649	-0.021	1.644	-0.026	1.639	-0.031	1.628	-0.042	1.618	-0.052	1.596	-0.074	1.586	-0.084
49	1.669		1.669	0.000	1.660	-0.009	1.653	-0.016	1.648	-0.021	1.643	-0.026	1.638	-0.031	1.629	-0.040	1.618	-0.051	1.598	-0.071	1.587	-0.082
50	1.668		1.668	0.000	1.658	-0.010	1.649	-0.019	1.643	-0.025	1.638	-0.030	1.633	-0.035	1.620	-0.048	1.619	-0.049	1.599	-0.069	1.588	-0.080
51	1.668		1.668	0.000	1.659	-0.009	1.648	-0.020	1.645	-0.023	1.640	-0.028	1.635	-0.033	1.625	-0.043	1.615	-0.053	1.597	-0.071	1.586	-0.082
5																						

ANEXO N° 22 PRUEBA DE DURACION DE PILAS R-20

PILAS CON Hg 0.13 % Vs PILAS CON Hg 0.08 %

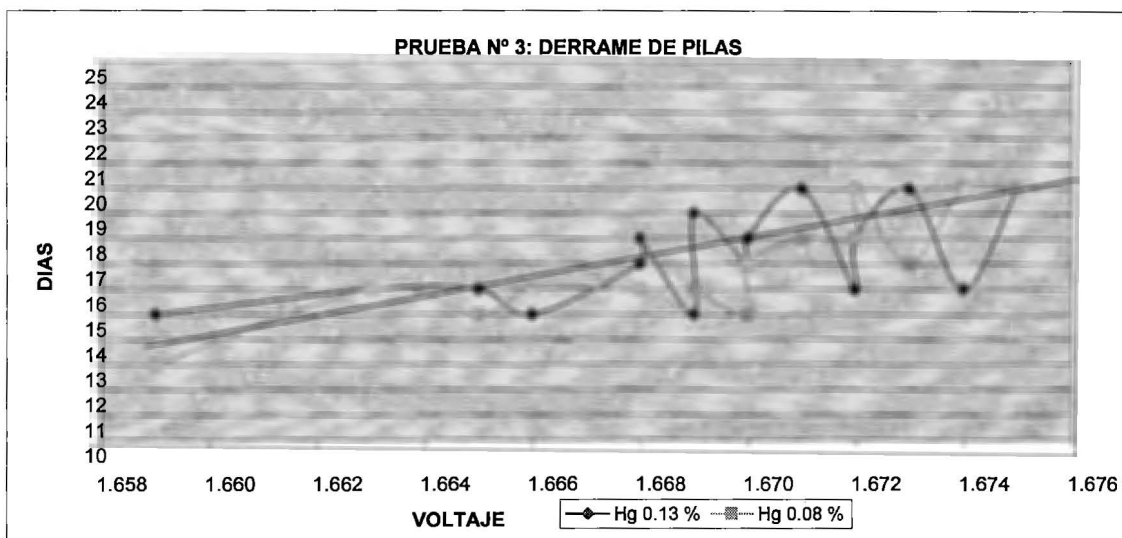
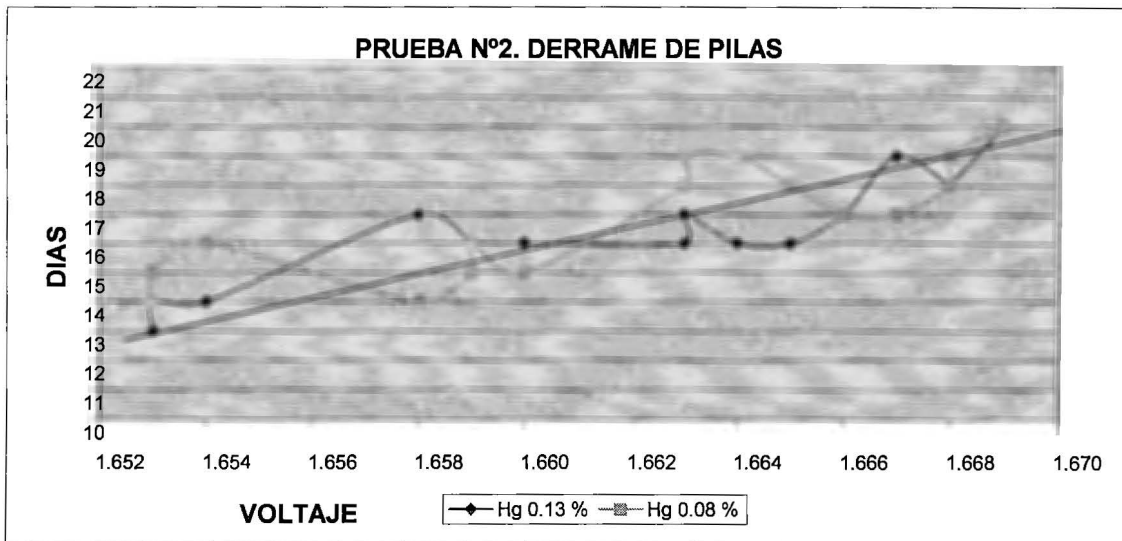
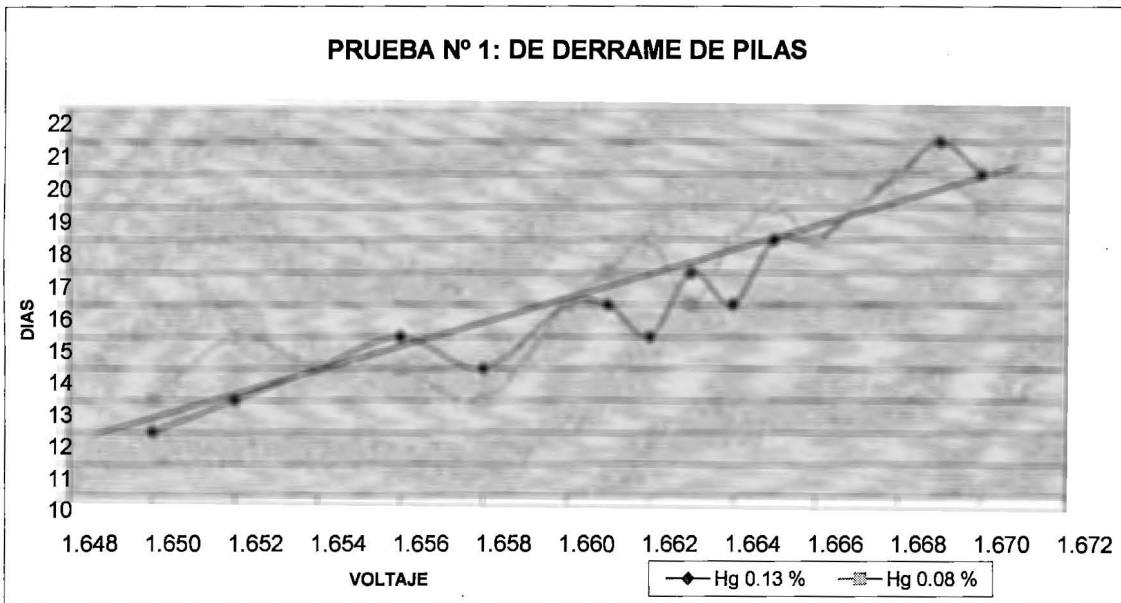
1/2

MODELO	TAMAÑO DE MUESTRA (PILAS)	Hg = 0.13 %			Prueba N° 1 / Hg = 0.008 %		
		INICIAL (V)	INICIAL (A)	DURACION DIAS	INICIAL (V)	INICIAL (A)	DURACION DIAS
R-20	32	1.650	6.2	12	1.650	6.6	13
		1.652	6.4	13	1.652	6.1	15
		1.654	6.6	14	1.654	6.1	14
		1.656	6.8	15	1.656	6.2	14
		1.658	6.2	14	1.658	6.4	13
		1.660	6.9	16	1.660	6.6	16
		1.661	6.8	16	1.661	6.8	17
		1.662	6.6	15	1.662	6.9	18
		1.663	6.6	17	1.663	6.7	16
		1.664	6.8	16	1.664	6.7	18
		1.665	7.0	18	1.665	6.7	19
		1.666	7.1	18	1.666	6.8	18
		1.667	6.9	19	1.667	7.0	19
		1.668	6.8	20	1.668	6.6	20
		1.669	6.4	21	1.669	6.8	20
1.670	6.8	20	1.670	6.9	19		
PROMEDIO		1.662	6.7	17	1.662	6.6	17

MODELO	TAMAÑO DE MUESTRA (PILAS)	Hg = 0.13 %			Prueba N° 2 / Hg = 0.008 %		
		INICIAL (V)	INICIAL (A)	DURACION DIAS	INICIAL (V)	INICIAL (A)	DURACION DIAS
R-20	32	1.653	6.1	14	1.653	6.2	15
		1.660	6.6	16	1.660	6.3	15
		1.663	6.3	16	1.663	6.4	18
		1.658	6.9	17	1.658	6.1	14
		1.659	6.8	16	1.659	6.3	16
		1.667	6.5	19	1.667	6.4	17
		1.669	6.3	20	1.669	6.6	20
		1.668	6.5	18	1.668	6.8	19
		1.654	6.4	14	1.654	6.3	16
		1.653	6.1	13	1.653	6.1	14
		1.663	6.5	17	1.663	6.8	19
		1.668	6.9	18	1.668	6.9	18
		1.665	6.5	16	1.665	6.4	18
		1.664	6.3	16	1.664	6.6	19
		1.666	6.6	17	1.666	6.4	17
1.659	6.5	16	1.659	6.5	15		
PROMEDIO		1.662	6.5	16	1.662	6.4	17

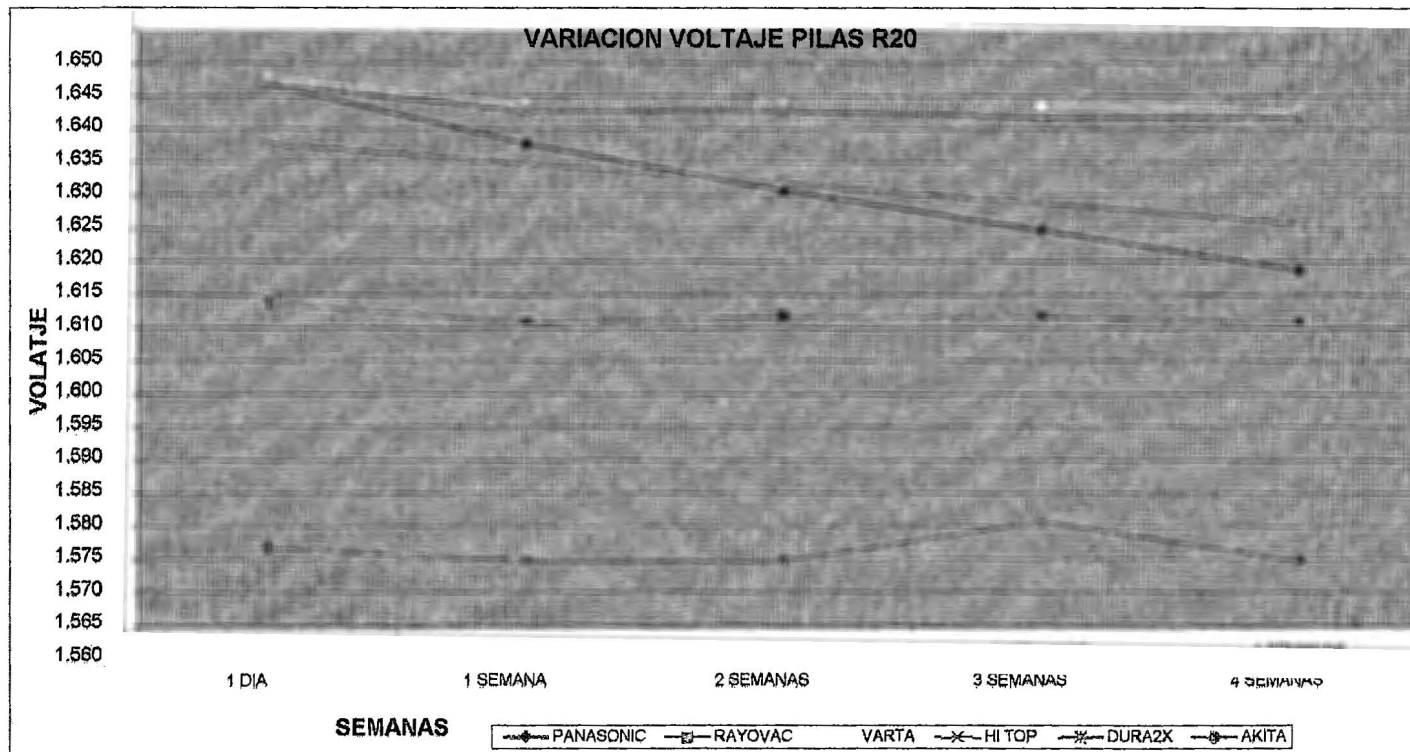
MODELO	TAMAÑO DE MUESTRA (PILAS)	Hg = 0.13 %			Prueba N° 3 / Hg = 0.008 %		
		INICIAL (V)	INICIAL (A)	DURACION DIAS	INICIAL (V)	INICIAL (A)	DURACION DIAS
R-20	32	1.669	6.4	15	1.669	6.5	16
		1.663	6.6	16	1.663	6.3	16
		1.670	6.8	17	1.670	6.9	15
		1.672	6.9	18	1.672	7.0	20
		1.659	6.2	15	1.659	6.6	13
		1.674	7.0	16	1.674	6.8	20
		1.672	7.0	16	1.672	6.7	18
		1.668	6.8	17	1.668	6.6	16
		1.665	6.7	16	1.665	6.9	15
		1.669	6.8	19	1.669	6.9	16
		1.670	6.9	18	1.670	7.0	17
		1.671	7.1	20	1.671	7.1	18
		1.668	6.8	18	1.668	6.7	16
		1.675	7.2	20	1.675	7.0	20
		1.666	6.3	15	1.666	6.8	16
1.673	6.8	20	1.673	6.9	17		
PROMEDIO		1.669	6.8	17	1.669	6.8	17

ANEXO N° 22 PRUEBA DE DURACION DE PILAS R-20
PILAS CON Hg 0.13 % Vs PILAS CON Hg 0.08 %



ANEXO N° 23 CONTROL DE VOLTAJE DE PILAS DE COMPETENCIA

MODELO	MARCA	VOLTAJE (V) / FECHA DE ANALISIS (11/03/02)				
		1 DIA	1 SEMANA	2 SEMANAS	3 SEMANAS	4 SEMANAS
R20	PANASONIC	1.642	1.633	1.626	1.620	1.614
	RAYOVAC	1.609	1.606	1.607	1.607	1.606
	VARTA	1.643	1.639	1.639	1.639	1.638
	HI TOP	1.633	1.630	1.627	1.624	1.621
	DURA2X	1.642	1.638	1.638	1.637	1.637
	AKITA	1.572	1.570	1.570	1.576	1.570



ANEXO N° 24 TABLA DE REFERENCIA PARA PORCENTAJES DE CONTRACCION DE TUBO P.V.C.

PORCENTAJE DE CONTRACCION							
R-20 (RESINA - BRASIL)				R-6 (RESINA - BRASIL)			
mm	% LARGO	mm	% ANCHO	mm	%LARGO	mm	%ANCHO
82	18%	27.0	47.1%	67	33%	8.5	62.2%
83	17%	27.5	46.1%	68	32%	9.0	60.0%
84	16%	28.0	45.1%	69	31%	9.5	57.8%
85	15%	28.5	44.1%	70	30%	10.0	55.6%
86	14%	29.0	43.1%	71	29%	10.5	53.3%
87	13%	29.5	42.2%	72	28%	11.0	51.1%
88	12%	30.0	41.2%	73	27%	11.5	48.9%
89	11%	30.5	40.2%	74	26%	12.0	46.7%
90	10%	31.0	39.2%	75	25%	12.3	45.3%
91	9%	31.5	38.2%	76	24%	13.0	42.2%
92	8%	32.0	37.3%	77	23%	13.5	40.0%

PARAMETROS DE CONTROL		
MODELO	R-20	R-6
%LARGO	13 +/- 4 %	28 +/- 4 %
% ANCHO	42 +/- 4 %	51 +/- 5 %
ESPESOR PARED(mm)	0.07 - 0.09	0.05 - 0.07
ESPESOR TUBO (mm)	0.14 - 0.18	0.10 - 0.14
ANCHO (mm)	50.5 - 51.5	22.5 - 23.1
METRAJE ROLLO (m)	700	700