

**ESPECIFICACION TECNICA**  
**PARA**  
**BATERIAS ELECTROQUIMICAS**  
**DE APLICACION EN**  
**ELECTRIFICACION RURAL**

**Edición Revisada**

**1998**

**ESPECIFICACION TECNICA PARA BATERIAS  
ELECTROQUIMICAS  
DE APLICACION EN ELECTRIFICACION  
RURAL**

**Preparado Por:**

**R. Flores H., J. Agredano D., J.M. Huacuz V.  
Area de Energía Solar  
Departamento de Fuentes No Convencionales de Energía  
Instituto de Investigaciones Eléctricas**

**Para:**

**Unidad de Electrificación  
Subdirección de Distribución  
Comisión Federal de Electricidad**

**Junio de 1998**

# PRESENTACIÓN

Las tecnologías que aprovechan las fuentes renovables de energía para la generación de electricidad, son ya una alternativa técnica y económicamente viable para el abastecimiento de pequeñas cargas, principalmente de alumbrado público y doméstico, en comunidades rurales distantes de las redes de distribución eléctrica.

Dada la naturaleza intermitente de los recursos energéticos renovables, y la poca coincidencia entre los períodos de generación y los de demanda, los sistemas utilizados incorporan invariablemente baterías electroquímicas del tipo plomo-ácido como almacenes de electricidad. Aquí las baterías cumplen varias funciones importantes para el adecuado comportamiento del sistema: amortiguan variaciones de corta duración en la generación; extienden el período de abastecimiento eléctrico más allá de las horas de generación; y le dan una autonomía al sistema para períodos prolongados sin generación, causados por mal tiempo o por daño del sistema.

El uso de baterías del tipo plomo-ácido para distintas aplicaciones tiene ya una larga historia. Para el abastecimiento de pequeñas cantidades de electricidad en el medio rural de nuestro país, no es raro encontrar usuarios que por años han recurrido a ésta tecnología para satisfacer sus necesidades básicas de electricidad, pese al inconveniente de tener que transportar sus baterías grandes distancias para recargarlas, una vez que la electricidad se ha agotado.

El resurgimiento de los sistemas de generación eléctrica con fuentes renovables de energía, abre nuevos horizontes para el uso de baterías en el medio rural. Sin embargo, los estudios de campo demuestran que las baterías en esos sistemas pueden fallar por una variedad de causas, entre las que se incluyen diseños inadecuados del sistema, mala selección de la batería, y prácticas erróneas de operación y mantenimiento.

Siendo la batería un elemento crítico que puede dañarse fácilmente, lo que invariablemente resulta en fallas de suministro eléctrico, es deseable contar con una guía que ayude a disminuir esos problemas. Tal es el propósito de la presente Especificación Técnica, la cual sustituye a lo establecido en las secciones 1.3.2, 1.3.6.b, 1.4.2, 4.3.2 de la Primera Parte, Aspectos Técnicos; en la sección 1.1.3 de la Segunda Parte, Servicios e Información Requeridos; en la sección A.2 del Apéndice A; y a las definiciones correspondientes a batería y sus componentes y características, incluidas en el Apéndice D, todas ellas del documento "Especificación Técnica para Sistemas Fotovoltaicos de Iluminación Doméstica Rural", Primera Edición Revisada 1998, a la cual complementa.

Dr. Jorge M. Huacuz Villamar  
Gerente UENC-IIE  
Cuernavaca, Junio de 1998

# CONTENIDO

PRESENTACION	
CONTENIDO .....	ii
INTRODUCCION .....	1
1. OBJETIVO.....	2
2. CAMPO DE APLICACION .....	2
3. PROPOSITO.....	2
4. ESTRUCTURA .....	2
PRIMERA PARTE. ASPECTOS TECNICOS	
1. CARACTERISTICAS Y CONDICIONES GENERALES .....	4
1.1. Tipo de baterías .....	4
1.2. Condiciones de operación .....	5
1.3. Condiciones de diseño .....	6
1.4. Marcado .....	6
1.5. Empaque .....	7
2. REQUISITOS DE FABRICACIÓN	
2.1. De Aplicación General .....	7

2.2 De Aplicación a Baterías Abiertas .....	9
2.3 De Aplicación a Baterías Selladas .....	10
<b>3. CRITERIOS DE INSTALACIÓN</b>	
3.1 Confinamiento. ....	11
3.1.1 Localización .....	11
3.1.2 Consideraciones mecánicas y eléctricas .....	12
3.1.3 Consideraciones ambientales .....	12
3.2 Instalación eléctrica.....	12
3.3 Conexión de baterías .....	13
3.4 Desconexión y reconexión de baterías.....	13
<b>4. PRÁCTICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>14</b>
4.1 Equipo de protección.....	14
4.2 Procedimientos de seguridad .....	15
4.2.1. Riesgos del electrólito .....	15
4.2.2 Riesgos eléctricos.....	15
4.2.3 Riesgos de incendio .....	16
4.2.4 Riesgos de manejo .....	16
4.2.5 General .....	17
<b>SEGUNDA PARTE. SERVICIOS E INFORMACION REQUERIDOS .....</b>	<b>18</b>
<b>1. INFORMACION QUE DEBE ENTREGAR EL PROVEEDOR CON SU OFERTA .....</b>	<b>18</b>
1.1 Baterías .....	18
1.2. Certificado de prueba .....	19
1.3. Garantías.....	19
1.4 Recepción de baterías al término de su vida útil .....	19
<b>2. DOCUMENTACION QUE EL PROVEEDOR DEBE .....</b>	<b>20</b>
<b>ENTREGAR CON LOS EQUIPOS</b>	
<b>3. SERVICIOS QUE DEBE PRESTAR EL PROVEEDOR .....</b>	<b>21</b>
<b>4. BASES BAJO LAS CUALES EL PROVEEDOR DEBE.....</b>	<b>21</b>

**CAPACITAR A PERSONAL DEL SECTOR PUBLICO  
Y AL USUARIO FINAL**

<b>5. BASES Y FACTORES DE EVALUACION DE LOS SISTEMAS EN OPERACION</b>	<b>21</b>
---	-----------

<b>A P É N D I C E S</b>	<b>23</b>
--------------------------	-----------

<b>A Materiales de construcción</b>	<b>23</b>
A.1. Material Activo	23
A.2. Rejillas	23
A.3. Placas	23
A.4. Separadores	23
A.5. Elemento o celda	24
A.6. Conectores	24
A.7. Caja	24
A.8. Tapa	25
A.9. Tapones	25
A.10. Sello	25
A.11. Terminales	25
A.12. Electrólito	26
A.13 Válvula de Regulación	26
<b>B. Aspectos generales</b>	<b>27</b>
B.1. Ensamblajes y acabados	27
B.2. Materiales poliméricos	27
B.2.1. Eléctricos	27
B.2.2. Mecánicos	28
B.2.2.1. Resistencia al Impacto	28
B.2.2.2. Resistencia a la deformación	28
B.2.2.3. Dureza	28
B.2.3. Térmicas	28
B.2.4. Químicas	28
B.2.5. Dimensiones	29
B.2.6. Inflamabilidad	29
B.3. Partes Conductoras de Electricidad	30
B.4 Medios de Conexión	30
B.5 Tierras	31
<b>C Normas Aplicables</b>	<b>32</b>
<b>D Glosario de Términos</b>	<b>34</b>

# INTRODUCCIÓN

Las *baterías electroquímicas*, también llamadas *acumuladores*, son dispositivos que tienen la capacidad de almacenar energía eléctrica y entregarla conforme a la demanda de un circuito eléctrico exterior.

Las baterías están constituidas por *materiales activos* cuyas características químicas les permiten acumular y suministrar electricidad, según se requiera. Otro elemento, conocido generalmente como *electrólito*, es indispensable para que estos procesos puedan ocurrir.

Un conjunto de materiales activos en presencia de electrólito constituye el elemento básico de toda batería, conocido como *celda electroquímica*. La cantidad de electricidad que una celda puede almacenar, y el voltaje que puede producir en operación, son relativamente pequeños y están limitados entre otros factores por el tipo y cantidad de materiales activos utilizados, la cantidad y naturaleza del electrólito empleado, y las características constructivas de la propia celda. Por lo tanto, para la mayoría de las aplicaciones prácticas, se hace necesario interconectar en arreglos serie y/o paralelo, varias celdas individuales a fin de obtener la capacidad de almacenamiento y el voltaje deseados.

Las baterías se clasifican en dos grandes grupos: *primarias* y *secundarias*. Dadas las características de los materiales activos empleados en su construcción, las baterías primarias únicamente pueden proporcionar electricidad, llegando al final de su vida útil al quedar descargadas por completo, por agotamiento del material activo. A éste grupo pertenecen las pilas comúnmente usadas para la operación de lámparas de mano, radios, etc. Por el contrario, las baterías secundarias pueden ser recargadas repetidamente, sirviendo así como almacenes de electricidad, ya que el proceso electroquímico en su interior es reversible. Su vida útil está caracterizada por un determinado número de ciclos carga/descarga. A éste grupo pertenecen las baterías de automóvil, baterías industriales, y otras.

La batería cumple funciones importantes en un sistema de electrificación rural a base de fuentes renovables de energía: permite extender el tiempo de operación del sistema; le da capacidad para operar durante varios días consecutivos de baja disponibilidad del recurso energético; permite amortiguar variaciones de corta duración en la generación, causadas por fenómenos climatológicos y otros factores locales; y define el voltaje de operación de los sistemas.

En la actualidad, la aplicación de tecnologías de energía renovable para electrificación rural se da en dos modalidades básicas: *sistemas dispersos* para servicios domiciliarios individuales y comunitarios pequeños (escuelas, dispensario médico, etc.), y *sistemas centralizados* para el abastecimiento de

toda una población mediante una red local de distribución eléctrica. Mientras los primeros demandan baterías relativamente pequeñas y operan a bajos voltajes (generalmente 12 V), los segundos requieren bancos de baterías de más capacidad y voltajes de operación mayores (120 V).

## 1. OBJETIVO.

Esta especificación establece **las características técnicas que deben reunir las baterías que forman parte de sistemas de electrificación rural a base de fuentes renovables de energía**, y los servicios que deben proporcionar las empresas proveedoras para garantizar la eficiencia, confiabilidad y larga vida de las baterías instaladas.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta especificación se aplica a baterías individuales del *tipo plomo-ácido* en sus distintas variedades, *abiertas o selladas*, destinadas a operar como parte de **pequeños sistemas dispersos** de generación eléctrica a base de fuentes renovables de energía, **no interconectados a la red** general de distribución de electricidad, para servicios domiciliarios y comunitarios, cuyas corrientes instantáneas de carga y descarga **no excedan a los 20A**, y cuyo voltaje nominal de operación **no exceda los 24 V**.

## 3. PROPÓSITO.

El propósito fundamental de ésta especificación es auxiliar a los usuarios, proveedores, y organismos reguladores y normativos, en el proceso de licitación, selección y procuramiento, instalación, operación y mantenimiento de baterías eficientes, confiables y de larga vida para los sistemas de electrificación rural a que se refiere el punto 2 anterior. Al mismo tiempo pretende sentar criterios técnicos que puedan ayudar a la industria mexicana de baterías a desarrollar productos de aplicación específica a la electrificación rural, en un marco de calidad que les permita competir con el producto extranjero, tanto en el mercado nacional como en el de exportación.

## 4. ESTRUCTURA.

Esta especificación consta de dos partes principales. La primera se refiere a los aspectos técnicos que deben satisfacer a las baterías de referencia y sus componentes. Estos incluyen características y condiciones generales de las baterías, los requisitos de fabricación, los materiales de construcción, las condiciones de operación, los criterios de instalación y las prácticas de seguridad asociadas a su uso y manejo. Esta primera parte trata de baterías destinadas a pequeñas aplicaciones dispersas, tales como la iluminación

doméstica, la electrificación de dispensarios y escuelas, y otros servicios comunitarios que puedan ser abastecidos con sistemas individuales cuya tensión nominal de operación sea menor de 24V.

La segunda parte de la especificación se refiere a los servicios e información que debe prestar el proveedor, desde el momento en que hace su oferta y luego de ejecutar la venta e instalación. Esta segunda parte se considera importante, ya que la experiencia ha demostrado que las baterías son el elemento más expuesto a daños en los sistemas de electrificación rural; daños que pueden minimizarse con una selección adecuada de las baterías, una correcta instalación, y prácticas apropiadas de operación y mantenimiento.

Este documento incluye también varios apéndices en los que se especifican los materiales de construcción de las baterías, se relacionan las normas aplicables en el contexto de ésta especificación, y se desglosan los términos especializados utilizados a lo largo del texto.

# **PRIMERA PARTE**

## **ASPECTOS TECNICOS**

## PRIMERA PARTE

# ASPECTOS TÉCNICOS

## 1. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES.

### 1.1 Tipos de baterías.

La presente especificación se refiere a *baterías del tipo plomo-ácido*, las cuales pueden ser de acuerdo a sus características: *las tradicionales abiertas o inundadas y las de válvula regulada o selladas "libres de mantenimiento"*.

Las **baterías abiertas** también conocidas como **inundadas** son las más convencionales y se caracterizan por tener orificios de acceso a su interior con tapones removibles, que permiten la verificación del nivel, la gravedad específica del electrólito y la eventual reposición del agua perdida. Invariablemente, el electrólito en éstas baterías se encuentra en estado líquido.

Las **baterías selladas** o de **válvula regulada** se caracterizan por su parte por carecer de orificios de acceso a su interior. Según el estado en que se encuentre su electrólito, éstas se clasifican como **líquidas**, **absorbidas** y **gelificadas**.

En las **baterías selladas líquidas**, el electrólito se encuentra en estado líquido.

En las **baterías absorbidas**, el electrólito se encuentra inmovilizado en la estructura microporosa de separadores altamente absorbentes.

En las **baterías gelificadas** el electrólito es inmovilizado mediante la adición de materiales que le dan una consistencia gelatinosa.

Las baterías selladas ofrecen algunas ventajas técnicas sobre las abiertas, tales como la ausencia de fugas de electrólito, mínima emisión de gases, nula posibilidad de contaminación del electrólito y bajos requerimientos de mantenimiento. Sin embargo, también presentan limitaciones tales como un menor número de ciclos, la imposibilidad de reponerle el agua perdida por exceso de sobrecarga, y en algunos casos su mayor sensibilidad a la temperatura de operación, la imposibilidad de verificar en forma confiable su

estado de carga, y requerimientos de mayor precisión en la operación del controlador de carga.

## 1.2 Condiciones de operación.

Las baterías a que se refiere ésta especificación deben ser capaces de soportar **ciclos normales de operación** que incluyen períodos de **carga, descarga y reposo**.

El proceso de **carga** tiene lugar cuando se hace pasar corriente directa generada por una fuente externa a través de la batería y se induce la conversión de energía eléctrica en energía química en su interior.

La **descarga** es el proceso de obtener energía de la batería mediante la conversión de la energía química en energía eléctrica, lo cual ocurre al cerrar un circuito externo conectado a sus terminales.

Los estados de **reposo** ocurren entre eventos consecutivos de carga y/o descarga, y en los cuales la electricidad permanece almacenada en la batería.

En **operación normal**, las baterías estarán expuestas, por un lado, a la **acción del ambiente físico** local, principalmente la **temperatura** y la **humedad**; por el otro, podrán estar inmersas en un **ambiente sociocultural pobre**, en el que la mayoría de las veces los usuarios no están acostumbrados a manejar ésta tecnología. Además, las baterías podrán estar operando en regiones donde el acceso a partes de repuesto y servicios de mantenimiento es muy limitado, o prácticamente nulo. En consecuencia, las baterías **deben ser confiables** en lo que se refiere a su operación. Además sus **requerimientos de mantenimiento deben ser mínimos y sencillos**.

Con éste propósito, todos los elementos de las baterías a que se refiere ésta especificación, incluyendo la instalación, deben estar diseñados y construidos para **operar en forma eficiente, confiable y por tiempos de vida largos**, en la variedad de climas y regiones geográficas que presenta la República Mexicana.

Las condiciones extremas de referencia se enumeran a continuación.

	Máximo	Mínimo
Temperatura ambiente (°C)	60	-10
Humedad relativa (%)	99	10

### 1.3 Condiciones de diseño.

Las baterías deben tener un diseño tal que les permita **soportar la acción del medio ambiente local**, y deben ser **seguras, confiables**, de **fácil instalación**, de **operación autónoma** (sin atención de personal) y de **mantenimiento simple**.

Las baterías deben estar diseñadas y construidas para ser además compatibles con las características eléctricas de los sistemas de generación a base de fuentes renovables de energía del cual forman parte, considerando la naturaleza intermitente de éstas, y con las características variables de las cargas eléctricas abastecidas mediante el circuito exterior.

**La capacidad de las baterías debe ser suficiente para garantizar la autonomía del sistema generador al que se integran, según lo que se establece para cada uno de los casos que se especifican más adelante en este documento.**

Las baterías deben ser fácilmente reemplazables al término de su vida útil y su relación costo/vida-útil debe ser tal que minimice el costo de la energía (kWh) entregada al usuario por el sistema generador en todo el ciclo de vida de la planta.

Todas las interfaces entre la batería y los demás elementos que componen el sistema deben estar construidas para asegurar una operación eficiente y confiable durante toda la vida útil de la planta.

Los almacenes de electricidad a base de baterías en los sistemas de electrificación rural deben estar concebidos e integrados para operar prácticamente sin asistencia técnica en lugares de difícil acceso, por lo que deben ser altamente confiables.

### 1.4 Marcado.

Todas las marcas a que se refiere ésta sección deben conformarse a lo establecido en el documento UL 969. (referencia completa en el apéndice C).

Toda batería integrada a un sistema de electrificación rural debe tener una marca simple, legible y permanente que debe incluir: (1) el nombre del fabricante, la marca comercial, u otra marca descriptiva mediante la cual sea posible identificar a la organización responsable del producto; (2) el número de modelo o su equivalente; (3) el tipo de batería; (4) la capacidad en ampere-hora; (5) el voltaje de operación; y (6) la fecha de fabricación o un código fehaciente que la indique.

La terminal positiva de la batería debe estar claramente identificada con alguno de los cuatro tipos de marcado siguientes:

" + " ;	" POS " ;	" POSITIVO " ;	" P "
---------	-----------	----------------	-------

Es opcional que la superficie superior del borne positivo se pinte también de rojo.

Por otra parte, la terminal negativa de la batería puede ser identificada de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor, o en su defecto de la manera siguiente:

" - " ;	" NEG " ;	" NEGATIVO " ;	" N "
---------	-----------	----------------	-------

## 1.5 Empaques.

Los empaques y contenedores utilizados para el transporte de las baterías al sitio en que habrán de ejecutarse las obras, deben conformarse de acuerdo a las prácticas comerciales vigentes (Standard Practice for Commercial Packaging, ASTM D3951-88) y a lo establecido en la especificación CFE L0000-11 "Empaque, Embarque, Recepción, Manejo y Almacenamiento de Bienes Adquiridos por CFE".

## 2. REQUISITOS DE FABRICACIÓN.

### 2.1 De Aplicación General.

Las baterías que se integren en los sistemas de electrificación rural a que se refiere ésta especificación deben estar construidas y probadas de acuerdo a lo que se estipula en los siguientes documentos: Battery Council International (1,2), SAE J240, DIN 43534, DIN 43539, NOM-J-166-1988, NOM-J-140, NOM-J-172, NOM-W-8, NOM-J-165, NOM-J-289 y NOM-J-181., éstas últimas de la SECOFI., NOM-J-122, IEC 61427-1 (Referencias completas en el apéndice C).

Para propósitos de adquisición por parte del Sector Público, las baterías que se integren a los pequeños sistemas dispersos de electrificación rural deben:

- Tener el registro NOM de SECOFI;
- Estar diseñadas para resistir los **esfuerzos mecánicos, vibraciones y golpes** que puedan ocurrirle durante la transportación normal, su manejo y uso;
- Estar **libres de daños físicos aparentes** al momento de instalarse, incluyendo grietas en las cajas, golpes, terminales flojas o deformadas, etc.;
- Tener una construcción tal que para su instalación no sea necesario alterar su estructura física;
- Tener una **capacidad de almacenamiento en A-h no menor a siete y media veces la demanda eléctrica diaria del sistema** (A-h/día), establecida a un régimen de descarga de 20 horas. Esta capacidad debe ser suministrada con el menor número posible de baterías individuales;
- Dar al sistema de electrificación al que pertenecen una **autonomía de por lo menos 4 días** para satisfacer la carga en condiciones de generación nula durante ese período de días consecutivos;
- Poder **aceptar descargas diarias de profundidad entre el 2 y el 20 %** de la capacidad nominal de la batería sin reducir el tiempo de vida útil especificado;
- Tener un régimen de **autodescarga no mayor que:**
  - ⇒ **3 % mensual a 20 °C,**
  - ⇒ **6 % mensual a 30 °C,**
  - ⇒ **10 % mensual a 40 °C,**
- Tener una densidad de energía **no menor de 35 kWh por kilogramo;**
- Poder soportar un mínimo de **8 eventos de descarga profunda** (usualmente del 30 al 60 % de la capacidad nominal) por año sin que se reduzca el tiempo de vida útil especificado;
- El material de construcción de la caja y tapa de la batería debe reunir las siguientes características: elevada resistencia dieléctrica, resistencia química, alta resistencia al impacto, buena resistencia a los choques térmicos y facilidad de producción (buena aptitud para el moldeado);

- Es recomendable que el material de la caja sea translúcido o transparente con el fin de facilitar el mantenimiento de la batería.

## 2.2 De Aplicación a Baterías Abiertas.

Las baterías abiertas deben cumplir además con los siguientes requisitos:

Dependiendo del fabricante, las baterías pueden suministrarse en las siguientes condiciones:

- **cargadas y llenas** con electrolito ;
- **cargadas y secas** (sin electrolito u otro líquido);
- Incluir **tapones de seguridad** con cavidad de condensación y capacidad para arrestar flamas;
- Las baterías cargadas y secas deben estar acompañadas de las dosis correspondientes de electrolito a base de ácido sulfúrico, cuya densidad debe estar en el rango de **1.2 a 1.3 g/cm<sup>3</sup>**, y una dosis de agua desmineralizada de repuesto;
- Las baterías cargadas y secas deben contar con sellos de plástico en buen estado, los cuales no se deberán quitar hasta el momento de activarse;
- Tener un tiempo de vida útil superior a los **1200 ciclos carga/descarga** a la profundidad de descarga diaria de diseño;
- Tener **indicadores de nivel máximo** de electrolito en cada celda para facilitar el servicio de mantenimiento.

Las baterías cargadas y llenas con electrolito deben ser **de fabricación reciente**, de tal manera que al momento de su instalación no se hayan excedido los siguientes tiempos de almacenamiento:

- 6 meses a 20 °C,
  - 4 meses a 30 °C,
  - 2 meses a 40 °C,
- Una batería cargada y llena con electrolito que ha sido almacenada por un período más largo a los antes mencionados, podrá ser aceptada siempre y cuando:
    - a) Su vida en almacén no sea superior a 12 meses;

- b) Se compruebe que haya recibido cargas de refuerzo cada 90 días (3 meses);
  - c) Tener un voltaje en circuito abierto no menor a 12.6 V;
  - d) Tener una gravedad específica del electrólito no menor a 1.250 o la que especifique el fabricante equivalente al 100% de estado de carga de la batería.
- Pueden aceptarse baterías cargadas y secas que tengan un tiempo máximo de almacenamiento **no mayor a un año y medio** a partir de la fecha de su fabricación;

### 2.3 De Aplicación a Baterías Selladas.

Las baterías selladas deben cumplir con los siguientes requisitos, además de los señalados en la sección 2.1 de ésta especificación:

- Contar con **válvula de seguridad** para aliviar la presión interna desarrollada durante los posibles períodos de sobrecarga. La válvula debe de ser de acción automática y debe encontrarse libre de daños físicos al momento de recibir la batería como parte del sistema generador.
- Ser de **producción reciente**, de tal manera que al momento de su instalación no se hayan excedido los siguientes tiempos de almacenamiento:
  - ⇒ 6 meses a 20 °C,
  - ⇒ 4 meses a 30 °C,
  - ⇒ 2 meses a 40 °C,

Una batería sellada que ha sido almacenada por un período más largo a los antes mencionados, podrá ser aceptada siempre y cuando:

- a) Su vida en almacén no sea superior a 12 meses;
  - b) Se compruebe que haya recibido cargas de refuerzo cada 180 días (6 meses);
  - c) Tener un voltaje en circuito abierto no menor a 12.6 V.
- Tener un tiempo de **vida útil superior a los 1200 ciclos** carga/descarga a la profundidad de descarga diaria;
  - Soportar la presión de diseño sin deformarse;

- El sellado entre los postes y la tapa y entre ésta y la caja debe soportar una presión interna de hasta 5 veces la presión normal de operación especificada por el fabricante durante un período de 5 horas sin presentar fugas.

### 3. CRITERIOS DE INSTALACIÓN.

Los siguientes criterios generales son aplicables para la instalación de baterías en sistemas de electrificación rural a base de fuentes renovables de energía.

#### 3.1 Confinamiento.

Las baterías deben ser instaladas en el interior de un **contenedor**, el cual puede variar en tamaño, forma y características.

El contenedor debe estar limpio, seco, y con ventilación adecuada. Además, debe proporcionar protección contra condiciones ambientales perjudiciales, y debe satisfacer los siguientes requisitos:

##### 3.1.1 Localización.

El contenedor con la batería no debe interferir en el espacio del usuario para lo cual debe ubicarse en el exterior de la vivienda y lo más cerca posible del módulo fotovoltaico, de las cargas (lámparas, etc.) y del controlador de carga.

- La caída de voltaje entre la batería y el generador fotovoltaico no debe ser mayor a 0.5 V en las peores condiciones de operación, por ejemplo: con todas las cargas apagadas (lámparas, grabadora, etc.) y la máxima corriente de carga del generador fotovoltaico;
- La caída de voltaje entre la batería y las cargas no debe ser mayor a 0.5 V en las peores condiciones de operación, por ejemplo: con todas las cargas encendidas y sin corriente del generador fotovoltaico;
- La localización de la batería debe ser tal que se evite la contaminación de suministros de agua o cualquier otro daño, en caso de derrame de electrólito.

La batería no debe colocarse directamente sobre el piso ya que puede descargarse si éste se humedece demasiado.

### **3.1.2 Consideraciones mecánicas y eléctricas.**

El contenedor debe tener suficiente espacio entre sus paredes y la batería para facilitar el acceso para maniobras de instalación y mantenimiento.

La base del contenedor debe tener rigidez estructural adecuada para soportar el peso de la batería.

El material del contenedor debe ser resistente a los efectos químicos del electrolito.

El diseño del contenedor debe incluir medios apropiados para prevenir accesos no autorizados.

El contenedor debe a su vez proporcionar aislamiento eléctrico a la batería.

### **3.1.3 Consideraciones ambientales.**

El contenedor debe estar ventilado, ya sea por medio natural o inducido, para prevenir la acumulación de una mezcla de hidrógeno que puede ser explosiva, y para limitar la acumulación de otros gases peligrosos. A la vez debe resguardar a la batería contra las temperaturas extremas.

- En climas cálidos, el contenedor debe ayudar a mantener la temperatura del electrolito alrededor de 25°C. Esto contribuirá a una vida óptima de la batería, buen funcionamiento y bajo costo de operación. Deben evitarse temperaturas extremas debido a que las temperaturas bajas disminuyen la capacidad de la batería, mientras que temperaturas altas por períodos prolongados, acortan su vida útil.
- En climas donde la temperatura ambiente desciende por debajo de los 4°C, el contenedor debe estar diseñado para mantener la temperatura del electrolito arriba de su punto de congelamiento.
- Las diferencias de temperatura entre las celdas de una batería deben ser limitadas a 3°C. Por lo tanto deben evitarse lugares con fuentes de calor incluyendo rayos directos del sol.

## **3.2 Instalación Eléctrica.**

Todas las terminales desnudas y todos los accesorios deben aislarse para reducir riesgos de corto circuito y de quemaduras.

El cableado eléctrico externo a la batería debe quedar instalado de tal manera que no obstruya los espacios de acceso para mantenimiento. Además, no debe

crear esfuerzos indebidos en las terminales de la batería, ni riesgos de seguridad.

La batería debe estar provista con medios de protección de sobrecorrientes y de desconexión para las terminales positiva y negativa.

La iluminación del contenedor durante el tiempo de mantenimiento debe ser adecuada por razones de seguridad.

### **3.3 Conexión de baterías.**

Cuando se utilizan dos o más baterías en un sistema, éstas pueden conectarse entre sí en serie, en paralelo, o en serie y paralelo al mismo tiempo, dependiendo de los requerimientos de corriente y voltaje en el sistema. Para hacer cualquiera de éstas conexiones deben considerarse los puntos siguientes:

- Las baterías deben ser del mismo tipo y capacidad.
- Tanto los voltajes como las capacidades de las baterías deben coincidir para ser conectadas en paralelo. De no ser así, todas las baterías igualarán sus condiciones a las de la batería con la capacidad más pequeña, causando en ellas una rápida sulfatación.
- Las baterías deben ser del mismo tipo y tener la misma capacidad y edad para ser conectadas en serie.
- Cuando se requiera conectar baterías en serie y paralelo, las conexiones en serie deben hacerse antes de hacer las conexiones en paralelo.

### **3.4 Desconexión y reconexión de baterías.**

Cuando sea necesario desconectar la batería del sistema deben seguirse los siguientes pasos:

- Aislar eléctricamente la batería del resto del sistema desconectando tanto al (los) módulo(s) fotovoltaico(s) y las cargas;
- Remover en primer lugar el cable de la terminal negativa para minimizar la posibilidad de hacer un corto cuando se remueva el otro cable;
- Remover el cable de la terminal positiva.
- Para reconectar nuevamente la batería es necesario seguir los pasos siguientes:
- Reconectar primero el cable de la terminal positiva;

- Reconectar el cable de la terminal negativa;
- Reconectar tanto al módulo fotovoltaico como las cargas.

## 4. PRACTICAS DE SEGURIDAD.

Las baterías son los elementos de los sistemas de electrificación doméstica rural con energías renovables que **pueden representar mayores riesgos para la seguridad del usuario**, tanto por sus características eléctricas, como por sus características químicas. Por lo tanto, las siguientes prácticas de seguridad deben seguirse durante la instalación y mantenimiento de las baterías. Algunas de éstas prácticas son solo válidas para el caso de grandes bancos de baterías por lo que en la aplicación de éstas recomendaciones deberán usarse criterios que correspondan a la realidad del caso.

### 4.1 Equipo de protección.

El trabajo debe hacerse con **herramientas adecuadas** y utilizando **equipo de protección**. La instalación debe hacerla o supervisarla **personal calificado** en el área de baterías y con las precauciones de seguridad que el caso demande. Se recomienda el uso del siguiente equipo y materiales para el manejo seguro de la batería y para protección del personal:

- Protectores de ojos, como goggles o caretas protectoras.
- Ropa protectora, como delantales y guantes resistentes al ácido.
- Un agente neutralizador de ácidos, tal como una solución de bicarbonato de sodio.
- Herramientas con mangos aislados eléctricamente.
- Equipo lavaojos, estacionario o portátil.
- Extinguidor de fuego tipo C.

### 4.2 Procedimientos de seguridad.

Los siguientes riesgos son inherentes en el uso de baterías plomo-ácido:

#### 4.2.1 Riesgos del electrólito.

El electrólito es **ácido sulfúrico diluido**, el cual puede causar **irritación** o incluso **quemaduras** al contacto con la piel y los ojos. Es **corrosivo** y **eléctricamente conductivo**. Los procedimientos siguientes se recomiendan para evitar daños personales o mitigar sus efectos:

- Usar protectores de ojos y ropa protectora cuando se manejen ácidos. El agua de repuesto de las baterías debe estar libre de ácido (agua destilada) por lo que su manejo no requiere de elementos protectores. Sin embargo, al adicionarla a la batería se deberá hacer de tal manera que se eviten los derrames de electrólito hacia el exterior.
- Si por alguna razón el electrólito hace contacto con la piel, lavar inmediatamente la zona afectada con abundante agua.
- Si el electrólito llegara a hacer contacto con los ojos, enjuagar inmediatamente con agua por unos cinco minutos, manteniéndolos abiertos, y buscar atención médica.
- Los derrames de electrólito deben ser neutralizados. Una práctica común es utilizar una solución de aproximadamente 500 gr. de bicarbonato de sodio en 4 litros de agua.
- Cuando por alguna razón haya necesidad de preparar electrólito de una densidad deseada, debe seguirse la regla de vaciar el ácido concentrado sobre el agua; nunca se debe vaciar el agua sobre el ácido.
- Con excepción de recipientes de plomo o recubiertos de plomo, no deben usarse recipientes ni embudos metálicos.

#### 4.2.2 Riesgos eléctricos.

La batería puede presentar **riesgos de electrocución** y de **corto circuito**. Se recomienda observar los siguientes procedimientos siempre que se trabaje en o cerca de baterías para evitar tales riesgos:

- Quitarse relojes, anillos, cadenas u otros objetos de metal de adorno personal que pudieran entrar en contacto inadvertidamente con las terminales de la batería;
- De preferencia es aconsejable usar guantes y botas de plástico;

- Usar herramientas con mangos de aislamiento eléctrico;
- Aislar eléctricamente la batería del resto del sistema, desconectando el o los módulos fotovoltaicos, antes de desconectar o conectar las terminales de la batería.

#### 4.2.3 Riesgos de Incendio.

Las baterías plomo-ácido pueden presentar **riesgos de incendio** debido a que generan gas hidrógeno y producen corrientes eléctricas altas. Se recomienda observar los siguientes procedimientos para evitar tales riesgos:

- Debido a que entre la cubierta y el electrólito se forma fácilmente **más del 4 % de hidrógeno** que puede explotar con una chispa, es indispensable tener una **ventilación** en el contenedor que satisfaga los siguientes requerimientos mínimos:

⇒ para baterías abiertas: Volumen de aire (m<sup>3</sup>/hr) = 0.055(n)(I)

⇒ para baterías selladas: Volumen de aire (m<sup>3</sup>/hr) = 0.0025(n)(I)

donde:

**n = número de celdas;**

**I =tasa de carga en Amperios**

Establecer la **prohibición de fumar** en el área de la batería.

- Mantener el área de la batería fuera del alcance de flamas, chispas y cualquier otra fuente de ignición.
- Descargar la electricidad estática del cuerpo antes de tocar la batería, tocando primero una superficie metálica aterrizada.
- Usar tapones retardantes de flama si el diseño de la batería lo permite.
- Mantener la batería y sus conexiones limpias y en buen estado.

#### 4.2.4 Riesgos de manejo.

Antes y durante la instalación deben seguirse los siguientes procedimientos de seguridad:

- Prevenir el impacto entre las baterías para evitar daños.

Evitar que las baterías tengan una excesiva inclinación que pueda provocar el derrame de electrólito (sólo para baterías abiertas).

#### **4.2.5 General.**

Las siguientes son precauciones generales de seguridad:

- Prevenir el acceso de personas no autorizadas al contenedor de las baterías. Es muy importante evitar que los niños jueguen sobre o en el interior del contenedor.

Mantener siempre la parte superior de la batería limpia y libre de herramientas o cualquier otro objeto extraño.

# **SEGUNDA PARTE**

## **SERVICIOS E INFORMACIÓN REQUERIDOS**

## **SEGUNDA PARTE**

# **SERVICIOS E INFORMACIÓN REQUERIDOS**

## **1. INFORMACIÓN QUE DEBE ENTREGAR EL PROVEEDOR CON SU OFERTA.**

### **1.1 Baterías.**

El Proveedor debe entregar un paquete de información sobre la batería a utilizar en el sistema de generación eléctrica con fuentes renovables de energía, conteniendo al menos lo siguiente:

- Marca y/o nombre del fabricante.
- Tipo de batería.
- Tipo de placas.
- Tipo de electrólito.
- Si es o no de cierre hermético y sus requerimientos de mantenimiento.
- Capacidad de régimen. (Capacidad nominal).
- Regímenes de carga y descarga.
- Profundidad de descarga permisible.
- Razón de carga/descarga diaria.
- Número de ciclos esperados a la profundidad nominal de descarga.
- Rango de temperatura permisible de operación y efectos térmicos en voltajes terminales.
- Régimen de reducción de temperatura.
- Tiempo de vida probable y factores de envejecimiento.

- Peso en kilogramos.
- Densidad de energía y de potencia.
- Requerimientos de instalación.
- Copia del registro NOM
- Fecha de fabricación.
- Presión de operación de la válvula de seguridad en las baterías selladas.
- Presión de diseño en las baterías selladas.
- Normas y especificaciones que cumple.
- Para baterías abiertas o selladas de fabricación no reciente (ver secciones 2.2 y 2.3) proporcionar pruebas fehacientes de haber recibido las recargas necesarias, indicando explícitamente las fechas de la mismas.

## **1.2 Certificado de pruebas.**

El proveedor debe entregar junto con su oferta un certificado de prueba de la batería avalado por el organismo que la CFE designe.

## **1.3 Garantías.**

El proveedor debe entregar junto con su oferta las siguientes garantías:

- Certificado de que la batería que ofrece cumple con ésta especificación. Este certificado debe ser avalado por el organismo que la CFE designe.
- Certificado de garantía el cual establezca:
  - ⇒ Tiempo de vida útil durante el cual se garantiza la operación eficiente y confiable de la batería y el rango aceptable de variación de los principales parámetros de operación;
  - ⇒ El tipo de garantía que se ofrece, y plazo de tiempo dentro del cual se debe cumplir con ella una vez reportada la falla.

## **1.4 Recepción de baterías al término de su vida útil.**

Entregar por escrito el compromiso del proveedor respecto a tener centros de acopio donde se reciban baterías usadas sin el compromiso expreso por parte

de usuarios de sistemas FV, entidades ejecutoras, autoridades comunitarias y municipales realizar de adquirir en dichos lugares baterías nuevas. Lo anterior se recomienda para evitar la acumulación de baterías usadas en comunidades que pudieran representar un riesgo de contaminación.

## **2. DOCUMENTACIÓN QUE EL PROVEEDOR DEBE ENTREGAR CON LOS EQUIPOS.**

Una vez colocada la orden de compra, el proveedor debe entregar la siguiente documentación:

- Instructivo aprobado por CFE para instalación, conexión, pruebas y operación de la batería, dirigido a personal técnico.
- Instructivo aprobado por CFE para el diagnóstico y solución de problemas en la batería, dirigido a personal técnico.
- Descripción clara de la capacidad y tipo de carga que proporciona la batería y sus limitaciones, dirigida al usuario final.
- Instructivo de operación, reemplazo, diagnóstico de problemas simples e instrucciones sobre “qué hacer” para resolverlos, dirigido al usuario final, aprobado por CFE.
- Garantías firmes por escrito a la Entidad Ejecutora del proyecto y al usuario final.
- Lista de baterías equivalentes que pueden ser utilizadas para reemplazar a la batería original del sistema, una vez que ésta haya llegado al término de su vida útil.
- Incluir en el instructivo que se entregará al usuario del sistema FV de manera clara y sencilla los riesgos a que puede estar expuesto (contaminación y toxicidad) al abandonar la batería al término de su vida útil en lugares inadecuados (por ejemplo: cerca de animales domésticos, en campos de cultivo, a la orilla de ríos, etc.). Así mismo, se debe indicar la ubicación más cercana a la comunidad de los centros de recepción de baterías.

## **3. SERVICIOS QUE DEBE PRESTAR EL PROVEEDOR.**

- A la entrega de los sistemas de generación eléctrica con fuentes renovables de energía el proveedor debe realizar la instalación y pruebas preoperacionales de la batería en el sitio y tiempo que la Entidad Ejecutora del proyecto indique, dejándola en correcto estado de operación a juicio del personal de CFE.
- El proveedor debe efectuar los servicios de mantenimiento necesarios y cumplir con lo establecido en la garantía, dentro de los 12 días siguientes al reporte de problemas, a satisfacción del usuario.

#### **4. BASES BAJO LAS CUALES EL PROVEEDOR DEBE CAPACITAR A PERSONAL DEL SECTOR PUBLICO Y AL USUARIO FINAL.**

- El proveedor debe proporcionar capacitación sobre el funcionamiento, instalación, operación y mantenimiento de las baterías, a un grupo de ingenieros y técnicos del organismo público que efectúa la compra, o en su caso a personal de CFE asignado a la División en la que se hará la instalación, dentro del mes siguiente a la colocación del pedido.
- El proveedor debe dar capacitación directa al usuario final sobre los servicios que proporciona la batería, sus limitaciones, el modo de operación normal, las actividades de reemplazo, el diagnóstico de problemas simples e instrucciones sobre “qué hacer” para resolverlos. Esta capacitación debe darse en el momento de la instalación.
- El proveedor debe dar capacitación colectiva sobre los temas señalados en el punto anterior, una vez terminadas las instalaciones de los sistemas en la localidad y a satisfacción de los usuarios y de personal de CFE.

#### **5. BASES Y FACTORES DE EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS EN OPERACIÓN.**

Periódicamente, personal de CFE realizará inspecciones de los sistemas de generación eléctrica con fuentes renovables de energía instalados para asegurarse de la calidad y funcionamiento de las baterías. En dichas inspecciones se deben abarcar los siguientes aspectos:

- Estado físico de la batería.
- Estado de carga eléctrica.

- Proceso de recarga eléctrica.
- Operación correcta de los sistemas por los usuarios finales.
- Cumplimiento de la garantía por el proveedor.

# APÉNDICE A

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Las baterías del tipo plomo-ácido están constituidas por los siguientes elementos:

### A.1. Material Activo.

Es el material electroquímico usado en la fabricación de las placas positivas (dióxido de plomo  $PbO_2$ ) y negativas (plomo esponja  $Pb$ ). En la mayoría de los casos para su fabricación se utilizan también diferentes aditivos como las fibras de poliéster y de vidrio y algunas sustancias expansoras (lignina).

### A.2. Rejillas.

Son los elementos estructurales que soportan el material activo y conducen la corriente generada en las placas. Se fabrican en forma **plana y tubular**. Las principales propiedades que deben tenerse en cuenta en su construcción son las siguientes: resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, adherencia con los materiales activos, conductibilidad, elevada sobretensión de desprendimiento de gases y el peso. Su construcción es a base de plomo puro o una aleación de éste con algún agente endurecedor como el antimonio o el calcio. Otros metales como el arsénico, el estaño, el selenio y la plata son también utilizados en pequeñas cantidades en la aleación para obtener mejores características de dureza y resistencia a la corrosión.

### A.3. Placas.

Placa es el conjunto de material activo y su soporte (rejilla), destinada a almacenar la energía eléctrica en la batería. Las hay de dos tipos: **positivas y negativas**: La placa positiva es la que recibe la corriente eléctrica del circuito exterior durante el proceso de carga. La placa negativa entrega la corriente eléctrica al circuito exterior durante el proceso de descarga.

### A.4. Separadores.

Son los elementos de material microporoso de baja resistencia eléctrica y alta resistencia química que se colocan entre las placas de polaridad opuesta para evitar un corto circuito. Tradicionalmente los separadores tienen la misma forma que las placas siendo algo superiores en tamaño, este tipo de

separadores se denominan de hoja. Recientemente se están utilizando separadores denominados de bolsa o sobre que tienen tres lados cerrados y la placa se introduce en su interior. Entre los materiales utilizados en los separadores tipo hoja se encuentran los celulósicos, los de fibra de vidrio y los de PVC. Los materiales utilizados en los separadores tipo sobre son poliméricos siendo el más utilizado el polietileno.

### **A.5. Elemento o celda.**

Es la unidad electroquímica básica que se usa para generar o almacenar energía eléctrica y esta formada por los siguientes componentes: placas positivas, placas negativas, separadores, electrólito, caja tapa, tapones y conexiones.

### **A.6. Conectores.**

Son piezas de material conductor destinadas a conectar eléctricamente los elementos internos de una batería. Estos conectores están hechos con aleaciones de plomo-antimonio o plomo-cobre, y son diseñados para tener baja resistencia y ser capaces de transportar las corrientes que manejan los distintos elementos. Hay **dos tipos de conectores**. Uno que sirve para unir entre sí los conjuntos de placas de una misma polaridad (negativas con negativas y positivas con positivas) en la celda. El otro sirve para conectar en serie los grupos de placas de una celda con los correspondientes de las celdas adyacentes, con objeto de obtener el voltaje deseado en la batería. Este conector debe estar diseñado para soportar la corriente máxima de corto-circuito sin sufrir daño alguno.

### **A.7. Caja.**

Es un recipiente rectangular moldeado en una pieza con secciones independientes, cuya función es la de contener a las celdas y el electrólito. El material de construcción debe reunir las siguientes características básicas: elevada resistencia dieléctrica, resistencia química, alta resistencia al impacto, buena resistencia a los choques térmicos y facilidad de producción (buena aptitud para el moldeo). Es aconsejable que el material sea traslúcido o transparente con el fin de facilitar el mantenimiento de la batería. Hasta la década de los 70 se utilizó el caucho duro (ebonita) cuyos espesores eran de 5 a 6 mm. Hoy en día se utiliza el copolímero de polipropileno con espesores que oscilan entre 2 y 3 mm. En algunas baterías estacionarias se utiliza el estireno acrílico nitrilo (SAN) que al ser totalmente transparente, permite ver el nivel del electrólito. En el fondo de la caja hay soportes sobre los que descansan las placas, dejando un espacio vacío que actúa como cámara colectora del material activo que se desprende de éstas, evitando así posibles corto-circuitos.

### **A.8. Tapa.**

Es la cubierta de material aislante que se fija a la caja para cerrarla y evitar la introducción de impurezas, las fugas de electrolito y minimizar los riesgos de accidentes eléctricos y químicos. Los materiales empleados en su construcción son los mismos que se utilizan en la fabricación de la caja. Las tapas en baterías abiertas tienen un orificio por cada celda que contiene la batería para dar acceso al interior de la misma. Las tapas de las baterías selladas carecen de estos orificios.

### **A.9. Tapones.**

Son piezas removibles que sirven para cubrir los orificios de las tapas en las baterías abiertas. Su función principal es dejar salir los gases producidos por sobrecarga e impedir que estos gases arrastren pequeñas gotas de electrolito. Los tapones pueden ser individuales o múltiples. Su ajuste puede ser por rosca o a presión. Algunos tapones tienen deflectores en su interior que permiten la salida de los gases producidos en la batería, otros tienen barreras arrestadoras de flama, para lo cual se utilizan filtros de polipropileno sinterizado con un tamaño de poro que permite la salida de los gases, dificulta la salida del electrolito e impide que la llama pase al interior de la batería. Hay otro tipo de tapón llamado de recombinación de gases que, utilizando un catalizador, permite la recombinación del hidrógeno y oxígeno en agua a baja temperatura, con lo cual no se requiere el mantenimiento del nivel del electrolito. El paladio es el metal más utilizado como catalizador.

### **A.10. Sello.**

En la actualidad el sellado de la caja y tapa se lleva a cabo por termosellado mediante un proceso de alta temperatura y presión. Sin embargo, en algunos casos todavía se utiliza material asfáltico o material epóxico para sellar.

### **A.11. Terminales.**

Son los bornes o postes de la batería a los cuales se conecta el circuito externo. El acabado de las terminales debe tener una superficie tersa, libre de porosidad y otros defectos. Su sección transversal debe ser adecuada para conducir la corriente máxima que pueda manejar la batería de acuerdo a su capacidad. Generalmente las terminales se fabrican con aleaciones de plomo. El diseño más usado es el de postes cónicos sobre la tapa, aunque hay también terminales laterales, terminales tipo L y terminales tipo perno. Es deseable que las terminales de las baterías destinadas al uso en sistemas de electrificación rural sean distintas a las utilizadas comúnmente en los automóviles, para evitar que puedan ser intercambiadas en detrimento del sistema de electrificación.

### **A.12. Electrolito.**

Es el líquido, pasta u otro material que permite cerrar el circuito de la corriente mediante el transporte de los iones en el interior de la celda. En las baterías del tipo plomo-ácido es una solución diluida de ácido sulfúrico en agua, que puede encontrarse en 3 estados: en forma líquida; en forma gelificada, donde es inmobilizado adicionando sílica a la solución; y en forma absorbida, donde es retenido en separadores especiales de material altamente absorbente.

### **A.13. Válvula de Regulación.**

Es el dispositivo que mantiene aislado el interior de las baterías selladas del medio ambiente exterior. No permite el acceso al interior de la caja, y deja escapar los gases producidos sólo cuando la presión interna de operación alcanza la presión de diseño (este valor varía de acuerdo al fabricante y oscila entre 1.5 a 6 psi), evitando así la deformación y otros daños a la batería.

# APÉNDICE B

## ASPECTOS GENERALES

Las siguientes especificaciones son aplicables a todos los componentes de la batería.

### B.1 Ensamblajes y Acabados.

Todas las **conexiones eléctricas** entre los componentes internos de la batería deben estar hechas por medio de soldadura. Una excepción puede ser la unión de conectores entre celdas, donde el ensamble puede hacerse mediante remachado.

Las **aristas y esquinas** de la caja de la batería deben tener acabados tales que no presenten riesgo de daño a las personas.

El **ensamble entre la caja y la tapa** de la batería puede hacerse mediante un proceso de alta temperatura y presión, o mediante la utilización de un compuesto sellador. Ambos procesos deben formar un sello permanente, el cual no debe permitir fugas del electrolito al exterior, aún cuando la batería se encuentre sometida a presión interna, ni agrietarse por temperaturas altas.

El acabado de las **terminales** debe tener una superficie tersa, libre de porosidad y otros defectos.

### B.2 Materiales Poliméricos.

Los elementos fabricados con materiales poliméricos tales como las cajas, tapas, tapones, algunos separadores y el compuesto sellador, deben cumplir con los siguientes requerimientos:

#### B.2.1 Eléctricos.

La caja y la tapa deben poder soportar de una tensión eléctrica de por lo menos 4000 V por milímetro de espesor, de acuerdo con la norma NOM-J-166-1988.

La resistencia eléctrica de los separadores debe estar entre los límites establecidos en la norma NOM-J-172.

## **B.2.2 Mecánicos.**

### **B.2.2.1 Resistencia al Impacto.**

La caja y la tapa deben tener una resistencia de 14 kg-cm<sup>2</sup> como promedio mínimo, y ningún valor menor de 9 kg-cm<sup>2</sup> cuando se trate de servicio ligero. Para servicio pesado la resistencia al impacto debe ser de 23 kg-cm<sup>2</sup> como promedio mínimo y ningún valor menor de 18 kg-cm<sup>2</sup>.

El separador debe resistir sin quebrarse, una flexión o doblez de 90° como mínimo, sobre una superficie cilíndrica con un diámetro máximo de 51 mm.

### **B.2.2.2 Resistencia a la deformación.**

Las cajas de hule duro no deben presentar deformaciones permanentes mayores de 1.78 mm y de 4 mm para cajas de plástico.

### **B.2.2.3 Dureza.**

Las cajas de hule duro deben tener una dureza mínima de 65 Grados Shore y máxima de 75 Grados Shore, escala D, a 23±2°C cuando sea probada de acuerdo a lo establecido en la norma NOM-J-166-1988.

La dureza de las tapas debe ser de 61 Grados Shore mínimo y 78 Grados Shore máximo.

## **B.2.3 Térmicas.**

Las cajas y las tapas no deben sufrir deterioro cuando se les someta a cambios bruscos de temperatura durante 10 ciclos, según las condiciones establecidas en el inciso 7.4 de la norma NOM-J-166-1988.

El compuesto sellador debe soportar un mínimo de 10 ciclos sin mostrar fallas cuando se somete a la prueba de ciclos frío-caliente conforme la norma NOM-J-140.

## **B.2.4 Químicas.**

El material de la caja debe tener como máximo un contenido de 0.0003% en peso de manganeso y de 0.30% en peso de hierro.

El cambio de las dimensiones de la caja debido al hinchamiento al estar en contacto con el ácido sulfúrico debe ser como máximo del 2%.

El incremento en el peso debido a la absorción de ácido sulfúrico debe ser como máximo de 5.425 mg/cm<sup>2</sup>.

La profundidad de penetración del ácido debe ser como máximo de 0.4 mm.

El compuesto sellador debe ser resistente al ácido y no debe mostrar ataque apreciable cuando se someta a la prueba establecida en el inciso 5.1 de la norma NOM-J-140.

En el separador, el contenido de metales no debe exceder los límites indicados a continuación:

METAL	LIMITE MÁXIMO (%)
Hierro	0.050
Cobre	0.005
Níquel	0.005
Manganeso	0.001
Antimonio	0.002

### B.2.5 Dimensiones.

Las tolerancias admitidas en las dimensiones nominales de las cajas, deben estar de acuerdo con los planos proporcionados por el fabricante y aceptadas por el consumidor.

Las dimensiones de los separadores deben admitir una tolerancia de acuerdo con lo siguiente:

DIMENSIÓN	TOLERANCIA
Altura	valor nominal $\pm$ 0.8 mm
Ancho	valor nominal $\pm$ 0.8 mm
Espesor	valor nominal $\pm$ 0.075 mm

Las dimensiones de las tapas deben ser de acuerdo a las dimensiones de las cajas para las cuales fueron diseñadas.

### B.2.6. Inflamabilidad.

Las cajas y las tapas deben ser fabricadas con materiales plásticos retardantes de flama.

El compuesto sellador debe presentar un valor mínimo de 315°C en la determinación de su punto de inflamación, según el método de prueba de la norma NOM-J-140.

### B.3. Partes Conductoras de Electricidad.

Los conectores utilizados en la unión de las celdas deben tener baja resistencia, y deben tener un área de conducción tal que puedan transportar corrientes equivalentes a 5 veces la capacidad nominal de la batería en A-h sin provocar pérdida excesiva de voltaje.

Las terminales de la batería deben tener una sección adecuada para conducir la corriente máxima que pueda manejar la batería de acuerdo a la capacidad de ésta.

### B.4. Medios de Conexión.

Se consideran medios de conexión aquellos elementos con los cuales se unen eléctricamente los postes de una batería con los cables del circuito externo de carga y/o descarga.

Los medios de conexión que deben usarse para fijar los cables a los postes terminales de la batería son los siguientes:

Para postes terminales de **tipo cónico**, la conexión debe hacerse mediante un par de terminales atornillables.

Para postes terminales de **tipo lateral**, la conexión debe hacerse mediante un par de tornillos.

Para postes terminales de **tipo L**, la conexión debe hacerse mediante un par de tornillos y un par de tuercas mariposa.

Para postes terminales de **tipo perno**, la conexión debe hacerse mediante un par de tuercas.

En la fijación de los cables deben usarse los siguientes pares de torsión:

TIPOS DE CONEXIÓN	PAR DE TORSIÓN (lb-pulg)
Postes terminales cónicos:	50-70
Terminales laterales:	70
Terminales de perno:	120-180

El calibre del cable a utilizar en la conexión de los postes terminales con el circuito exterior de carga/descarga, debe tener la capacidad de manejar al menos 1.25 veces la corriente requerida por las cargas y mantener la caída de voltaje entre la batería y el controlador de carga menor al 3%.

### **B.5. Tierras.**

Los sistemas de electrificación rural a que se refiere ésta especificación están limitados a tensiones nominales de 24V, por lo que no se requiere el uso de tierras físicas en su instalación.

# APÉNDICE C

## NORMAS QUE SE APLICAN

“Norma para Marcado y Etiquetado de Sistemas”, (Standard for Marking and Labeling Systems), UL 969.

“Prácticas Normalizadas para Empacado Comercial”, (Standard Practice for Commercial Packaging), ASTM D3951-88.

Empaque, Embarque, Recepción, Manejo y Almacenamiento de Bienes Adquiridos por CFE, CFE L0000-11.

“Pruebas de Vida para Baterías Automotrices de Almacenamiento” (Life Tests for Automotive Storage Batteries) SAE J240.

“BCI Especificación de Materiales Recomendados para Baterías de los Tipos: Vehicular, Ignición, Iluminación y Arranque” (BCI Recommended Battery Materials Specifications, Vehicular, Ignition, Lighting and Starting Types).

Cajas y Tapas para Acumuladores Eléctricos Tipo Plomo-Ácido para Vehículos Automotrices. NOM-J-166-1988.

Compuesto Sellador para Acumuladores Eléctricos para Vehículos Automotrices. NOM-J-140.

Separadores de Material Aislante para Acumuladores Eléctricos Tipo Plomo-Acido para Vehículos Automotores. NOM-J-172.

Plomo Refinado en Lingotes. NOM-W-8.

Óxidos de Plomo para Acumuladores Eléctricos Tipo Plomo-Acido para Vehículos Automotores. NOM-J-165.

Tapones para Acumuladores Eléctricos Tipo Plomo-Acido para Vehículos Automotores. NOM-J-289.

“Agua de Reposición para Acumuladores Eléctricos Tipo Plomo-Acido. NOM-J-181.

Baterías selladas recargables “libres de mantenimiento” con electrolito gelificado (“Maintenance Free” sealed rechargeable batteries with gelled electrolyte). DIN 43534.

Pruebas a baterías selladas recargables “libres de mantenimiento” con electrolito gelificado (Test “Maintenance Free” sealed rechargeable batteries with gelled electrolyte). DIN 43539.

Productos Eléctricos Acumuladores Eléctricos Tipo Plomo-Ácido Utilizados en Vehículos Automotores. NOM-J-122-1988.

"Secondary Cells and Batteries for Photovoltaic Solar Energy Systems" Part 1: General Requirements and Methods of Test., IEC 61427-1 Ed. 1.0, 1996.

"Lead-Acid Technology Used in Renewable Energy Sources", comunicación privada, artículo por publicarse, 1997.

"Universal Technical Standard For Solar Home Systems", European Commission, Directorate-General for Energy, 1998.

"Acumuladores Electroquímicos", José Fullea García, Ed. Mc. Graw Hill, 1994.

# APÉNDICE D

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Acumulador.-** Ver Batería.

**Autodescarga.-** Pérdida de capacidad de una batería cuando está almacenada en circuito abierto debido a las reacciones químicas parásitas internas. Este fenómeno se acelera conforme aumenta la temperatura.

**Batería.-** Dispositivo provisto de materiales activos que convierte directamente la energía química en energía eléctrica mediante reacciones electroquímicas y es capaz de almacenar electricidad en forma química por períodos prolongados. También se denomina acumulador.

**Batería abierta.-** Batería en la que los gases producidos en su interior por la electrólisis y la evaporación del electrólito pueden escapar a la atmósfera.

**Batería primaria.-** Batería cuya capacidad inicial no puede ser restablecida por recarga, y su vida se limita a una sola descarga.

**Batería plomo-ácido.-** Es la batería cuyas placas están constituidas básicamente de plomo puro o alguna aleación de éste (plomo-antimonio o plomo-calcio), estando aisladas por un separador, y cuyo electrólito es una solución acuosa de ácido sulfúrico.

**Batería secundaria.-** Batería cuya capacidad inicial puede ser restablecida repetidamente por medio de recargas. Su vida útil está caracterizada por un número de ciclos carga/descarga.

**Batería sellada.-** Batería en la que el escape de los gases producidos por la electrólisis del electrólito es controlado automáticamente por una válvula sensitiva a la presión.

**Capacidad.-** Cantidad de electricidad, medida en amperios-hora (Ah), que puede suministrar una batería bajo unas condiciones específicas.

**Capacidad nominal.-** Es el valor nominal que se usa para indicar la capacidad de la batería. Generalmente la capacidad nominal se expresa en regímenes de 100, 20, 10, 8 y 5 horas.

**Carga.-** Cantidad de energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de cualquier dispositivo o aparato eléctrico en un momento dado. También se denomina carga al propio dispositivo o aparato que recibe la energía.

**Carga.-** \_Proceso por el cual se convierte la energía eléctrica generada por una fuente externa en forma de energía química en el interior de la batería..

**Celda electroquímica.-** Es la unidad electroquímica básica, caracterizada por un ánodo, un cátodo, un separador y electrólito, capaz de recibir, almacenar y proporcionar energía eléctrica.

**Ciclo de vida.-** Es la vida útil de la batería en servicio. Usualmente se expresa en años, o como la cantidad de ciclos que puede soportar hasta que su capacidad sea insuficiente para cubrir las necesidades para las que fue diseñada. Un ciclo comprende un período de carga, uno de descarga y uno de reposo.

**Descarga.-** Es la conversión de la energía química de una batería en energía eléctrica que se utiliza en un dispositivo de consumo eléctrico.

**Reposo.-** Período de tiempo en que la electricidad permanece almacenada en la batería y que ocurre entre los eventos consecutivos de carga y/o descarga.

**Densidad de Energía.-** Relación entre la capacidad energética de una batería y su volumen (expresada en Wh/litro) o su peso (en Wh/Kg).

**Densidad de potencia.-** Relación entre la potencia nominal disponible en una batería y su volumen (expresada en W/litro) o su peso (en W/Kg).

**Autonomía.-** Número de días que una batería en operación normal como parte de un sistema de electrificación rural con fuentes renovables de energía, puede satisfacer las demandas de la carga sin recarga alguna, y sin que se afecte negativamente su ciclo de vida.

**Eficiencia.-** Es la relación entre la energía eléctrica que puede suministrar la batería en el período de descarga y la que requiere en el período de carga (recarga) para restablecer sus condiciones iniciales.

**Electrólito.-** Es el elemento que proporciona el mecanismo de transporte de iones entre las placas positivas y negativas de una batería.

**Electrólito absorbido.-** Solución de ácido sulfúrico diluido que es inmovilizado mediante la utilización de separadores hechos de fibra vidrio altamente absorbente o fibras poliméricas.

**Electrólito gelificado.-** Solución de ácido sulfúrico diluido al cual se le agregan pequeñas cantidades de partículas finas de sílice amorfo (del 4 al 8%) con el fin de inmovilizarlo dándole una consistencia gelatinosa.

**Electrólito líquido.-** Solución de ácido sulfúrico diluido, utilizada en baterías abiertas del tipo plomo-ácido.

**Gravedad específica.-** Relación entre el peso de una solución y el peso del mismo volumen de agua a una temperatura especificada. Este parámetro se utiliza como un indicador del estado de carga de las baterías.

**Material activo.-** Es el material de las placas de una batería que interviene en las reacciones electroquímicas de carga-descarga.

**Profundidad de descarga.-** Relación entre la cantidad de corriente (Ah) cedida por una batería y la capacidad total de la misma.

**Recarga.** Ver carga.

**Régimen de autodescarga.-** Porción de la capacidad de una batería perdida por unidad de tiempo, como resultado de la autodescarga.

**Régimen de carga.-** Tasa a la que se recarga una batería. Se expresa como una relación entre la capacidad de la batería y el flujo de la corriente suministrada. Por ejemplo, C/5.

**Régimen de descarga.-** Tasa de extracción de corriente de una batería. Se expresa como una relación entre la capacidad de la batería y el flujo de la corriente a la descarga. También se denomina régimen C.

**Sistema Centralizado.-** Esquema de abastecimiento eléctrico con fuentes renovables de energía en el cual la generación y el almacenamiento de electricidad se llevan a cabo en forma centralizada para toda la comunidad, y en el que la distribución de electricidad a los usuarios individuales se hace mediante una pequeña red de suministro local.

**Sistema disperso.-** Esquema de abastecimiento eléctrico con fuentes renovables de energía en el cual la generación y el almacenamiento de electricidad se llevan a cabo en el propio domicilio del usuario.

**Sulfatación.-** Proceso químico que se ocurre en el interior de las baterías plomo-ácido en tres formas: a) pequeños cristales de sulfato formados de manera natural durante la descarga; b) sulfato formado como resultado del proceso de autodescarga; y c) grandes cristales de sulfato debido a la falta de uso de la batería en períodos prolongados de tiempo. Generalmente el término sulfatación se usa para el último caso.