



# Documentación

## NTP 97: Baterías de arranque. Riesgos de accidentes durante su manejo

Batteries. Accidents

### Redactor:

Fernando Delgado Benavides  
Arquitecto Técnico

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

A finales del pasado siglo, la invención del acumulador eléctrico significó un notable avance para la industria del automóvil. Entonces, es posible que ni Planté (Gastón Planté (1834-1889). Físico francés inventor del acumulador de plomo.) ni los fabricantes sospecharan que, además de los adelantos técnicos que ello implicaba, aquel aparato se convertiría en un agente productor de accidentes.

El enorme uso que en la actualidad se da a las baterías eléctricas, sobre todo en las actividades relacionadas con el transporte de mercancías, ha supuesto que los accidentes laborales causados por ellas se den con mayor frecuencia. Estos siniestros y las lesiones graves derivadas nos han estimulado a incluir este tema en la presente serie de NTP.

## Objetivo

Pretendemos recoger en esta NTP unas cuestiones básicas de seguridad e higiene relacionadas con las condiciones habituales de uso de las baterías de arranque (Nos referimos a la batería convencional de plomo, dejando de lado por el momento a las alcalinas, las de tracción y las estacionarias). Lógicamente, el estudio no sería completo si no se incluyeran unas medidas tendentes a eliminar los riesgos característicos que se exponen.

El almacenamiento, la carga y descarga masiva, el transporte y la fabricación de acumuladores son temas no abordados en esta NTP.

## Definición

Podemos definir la batería de arranque como aquel aparato, capaz de almacenar energía en forma química para restituirla bajo forma de energía eléctrica, la cual se

aprovecha para el servicio combinado de la puesta en marcha y el funcionamiento del motor de combustión interna, además de la iluminación y servicios auxiliares del vehículo.

Estas baterías son de las denominadas reversibles, es decir, una vez transformada la energía química en eléctrica pueden ser cargadas de nuevo con una corriente continua, haciéndola circular en sentido inverso a la descarga.

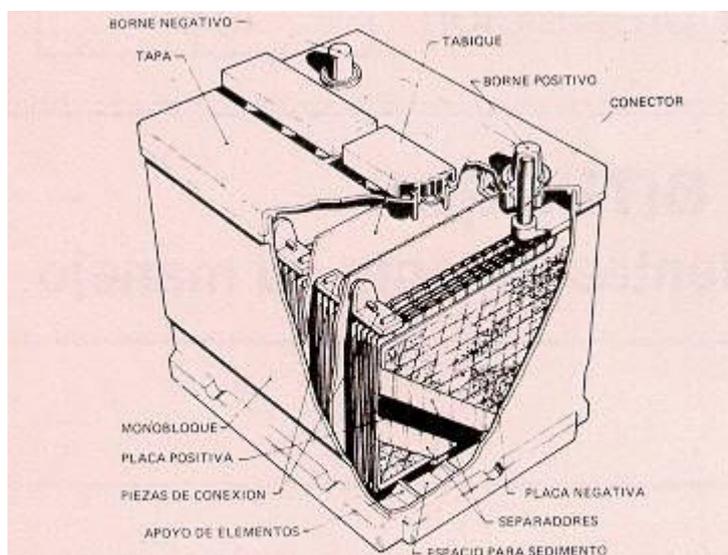
## Descripción

### Funcionamiento

Si sumergimos dos placas de plomo, cuyos huecos están rellenos con las masas activas, en una disolución de ácido sulfúrico y hacemos pasar por el recipiente una corriente, el ánodo se convertirá poco a poco en peróxido de plomo. Decimos entonces que el acumulador "se carga" de electricidad porque, cuando suprimimos el manantial empleado para cargarlo, la modificación química que ha experimentado es capaz de restituarnos una corriente eléctrica (debido a la fuerza electromotriz de polarización: tensión de la superficie de contacto entre el electrodo y la disolución, esta tensión es algo superior a 2 V en cada elemento) que será de sentido opuesto al de la corriente de carga y motivará que tienda a igualarse la composición de los electrodos. En el cátodo queda plomo.

### Composición

Un acumulador de plomo está compuesto de (Fig. 1):



Recipiente o monobloque: de ebonita o polipropileno, dividido en tres o seis compartimentos o celdas.

Tapa: que cierra la batería, con dos inserciones de plomo (terminales) para los bornes y un agujero por cada celda para la salida de gases y adición de agua destilada.

Rejilla: soporte de la materia activa y conductora de la corriente eléctrica.

Materia activa: compuestos para empastar las placas.

Placa: positiva o negativa; rejilla empastada con la materia activa.

Separador: impide el contacto físico entre placas de distinta polaridad y suele tener forma ondulada o ranurada para facilitar la conducción del electrolito.

Elemento: está formado por grupos de placas positivas unidas entre sí y grupos de placas negativas también unidas. Entre ambos grupos se hallan intercalados los separadores.

Tapón: para cerrar el agujero de la celda, con orificio para el escape de gases.

Electrolito: solución de ácido sulfúrico diluido en agua que suministra el sulfato y actúa como conductor entre las placas (la densidad, con la batería completamente cargada, oscila entre 1,25 y 1,29 a 25° C. Una densidad de la disolución de 1,20 equivale a 5 volúmenes de agua por uno de ácido).

## Observaciones sobre las sustancias químicas

### Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )

Es un líquido aceitoso, de incoloro a marrón oscuro, e inodoro. Se congela a 10'37°C., dando un sólido cristalino incoloro. No es combustible, pero sí en cambio muy reactivo. Concentrado y caliente es oxidante.

El ácido sulfúrico se mezcla con el agua en todas proporciones. No obstante, la preparación de ácido sulfúrico diluido debe efectuarse con cuidado pues al mezclar el ácido puro con agua se desprende una cantidad considerable de calor. Por esta razón debe añadirse siempre el ácido al agua en pequeñas proporciones, agitando continuamente, para que toda el agua absorba el calor desarrollado; de no hacerlo así éste será suficiente para convertir el agua en vapor y esparcir el ácido caliente en todas direcciones. Una vez hecha la disolución conviene esperar unas dos horas que se enfríe.

### Sulfato de plomo ( $PbSO_4$ )

Es una sal insoluble de plomo, de color blanco, de densidad 6'3.

La capa blanca sobre la materia activa puede hacerse desaparecer añadiendo una pequeña cantidad de sulfato de sosa al electrolito.

La conductibilidad eléctrica del sulfato es insignificante.

El sulfato de plomo esponjoso, que en forma microcristalina constituye inicialmente la masa activa de los electrodos, se transforma en cristales mayores que no pueden intervenir en las reacciones de los electrodos, durante la carga, transformándose de nuevo en plomo y en dióxido de plomo.

Todos los compuestos de plomo son tóxicos.

### Peróxido de plomo ( $PbO_2$ )

También llamado dióxido, bióxido y minio oxidado, es un polvo pardo negruzco de fractura escamosa y cristalina, oxidante enérgico, obtenido al añadir polvos de gas (cloruro de cal) sobre una disolución de plumbito sódico, entre otras formas. Su densidad es 9'4.

Calentado solo o con ácido sulfúrico desprende oxígeno, convirtiéndose sucesivamente en minio y óxido o sulfato plúmbico.

### Hidrógeno ( $H_2$ )

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es inflamable, siendo su velocidad de combustión la

más alta de todos los gases, y su energía de ignición muy baja. Estas propiedades hacen que una minúscula chispa, la fricción o la electricidad estática produzcan la ignición inmediata de este gas (energía mínima de ignición a la presión atmosférica: 0,019 mJ en el aire y 0,07 mJ en oxígeno).

Todos los metales, el plomo inclusive, liberan hidrógeno de los ácidos.

El hidrógeno es la substancia más ligera que se conoce, pues pesa unas catorce veces menos que el aire.

Una mezcla de 2 volúmenes de hidrógeno y 1 de oxígeno ó 5 de aire atmosférico, encendida por una chispa, da lugar a una combinación con formación de agua acompañada de una fuerte detonación (debida a la dilatación del vapor de agua por el calor de reacción).

## Casos de accidentes por baterías

En el cuadro I se muestran algunos accidentes originados por baterías de plomo que han sido recogidos en el CIAT de Barcelona, ofreciéndonos una muestra real de este tipo de siniestros.

Nº	Operación realizada	Objeto utilizado	Vehículo	Edad de la batería	Observaciones
1	Montar la batería en el soporte. Apretando abrazadera.	Llave inglesa	Camión (2 baterías de 12 V)	4 años	Explosión. Tapa celdas colocada. Batería caliente. Lesiones en ojos. 1 mes de baja.
2	Hacer el puente con otra batería nueva.	Cables emergencia.	Apisonadora	6 meses	Explosión. Se escapó la pinza. Tapas puestas.
3	Apretar abrazadera al borne. Comprobación.	Llave inglesa	Camión (2 baterías de 12 V)	1 año	Explosión. Tapa retirada. Batería caliente. Lesiones en cara y ojos.
4	Hacer el puente con otra batería. Moviendo las pinzas.	Cables de emergencia.	Retroexcavadora	Nueva	Explosión. Batería fría.
5	Transportar a mano la batería.	--	Automóvil	Vieja	Tapas deterioradas. Derrame del electrolito. Quemaduras en manos.
6	Hacer el puente con batería de otra máquina.	Cables de emergencia	Pala cargadora	11 meses	Saltó tapas de las celdas. Chispa al soltarse las pinzas.
7	Comprobar nivel electrolito	Encendedor	Compresor	?	Acercó el encendedor a la celdilla abierta. Explosión.
8	Comprobar nivel electrolito	Herramienta	Furgoneta	2 años	Celdilla destapada. Explosión. Chispa por contacto en borne.
9	Carga de la batería	Cables de emergencia	Camión	?	3 meses de baja. Error en la conexión. Explosión.
10	Retirar la batería del soporte.	--	Camión	1 año	Vuelco en el suelo y derrame del electrolito en los pies
11	Verter ácido sulfúrico en la batería.	Densímetro	Camión	?	Agachado a la altura de la batería, le salpicó ácido a los ojos.

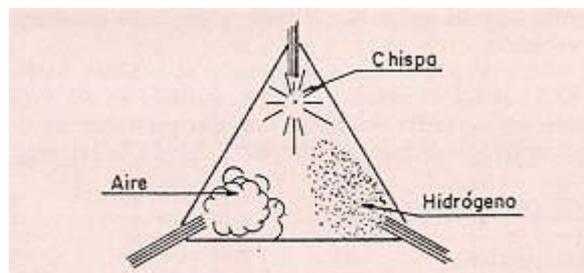
## El riesgo de explosión

Una batería de plomo no explota por sí sola, sino que han de concurrir dos factores:

- Emanación de gases, especialmente el hidrógeno.
- Proximidad de un foco de ignición.

La liberación de hidrógeno, incluso con la batería en estado de reposo, es inherente a la reacción química que se produce en aquella, por lo tanto la emanación de este gas inflamable es inevitable (1 Ah, con la batería llena, descompone 0,34 gr. de agua para formar 0,42 l. de hidrógeno, que necesita un volumen de aire 26 veces mayor (11 litros) para perder su capacidad de explosión).

En cuanto al segundo factor, dando por sentado que es una imprudencia peligrosa acercar involuntaria o intencionadamente a la batería cualquier objeto en ignición, se muestra problemática su eliminación ante la dificultad en conseguir una diferencia de potencial equilibrada entre los electrodos. Por ello, las chispas accidentales pueden saltar en cualquier momento al maniobrar sobre la batería, y no olvidemos que una chispa, por pequeña que sea, inflama instantáneamente el hidrógeno liberado en la atmósfera enriquecida de oxígeno, también liberado, por ínfima que sea la "nube" depositada sobre la batería (Fig. 2).



## Otros riesgos

Los demás riesgos importantes se derivan del transporte manual de la batería y del trasiego del ácido sulfúrico.

Al manejar la batería puede caer sobre los pies, con el consiguiente golpe, y verterse el ácido que puede producir quemaduras.

Al añadir ácido, bien puro o diluído, puede haber salpicaduras que alcance los ojos, capaces de producir la ceguera.

Para tratar de evitar que las chispas se produzcan debemos conocer sus posibles orígenes.

Pueden clasificarse en:

- Chispas internas.
- Chispas externas.

Las primeras se producen en el seno de la batería por cortocircuitos causados por un deficiente estado de la misma, ya sea por desprendimiento de materia porosa, por acumulación de algunas impurezas, por comunicación entre los apoyos o por deformaciones de éstas, así como por avería en algún separador. Cabe pensar que estas circunstancias se deban a defectos de fabricación, a un mantenimiento incompleto o al trato dispensado a la batería.

Las chispas externas tienen lugar por la manipulación de herramientas durante el montaje o desmontaje, la conexión de pinzas de cables de emergencia, la electricidad estática, las abrazaderas flojas, la carga insuficiente, la sobrecarga y por dejar objetos metálicos encima de la batería.

La explosión de una batería origina la proyección violenta tanto de las partes duras del recipiente como del líquido que contiene, produciendo generalmente heridas en cara y ojos.

## Normas de seguridad

### Contra explosión

Nunca acerque ninguna llama o chispa a la batería. No fume.

No deje herramientas u objetos metálicos encima de la batería.

Al sustituir una batería se desconectará en primer lugar el borne negativo (masa).

Al instalar una batería la conexión del borne negativo (masa) se hará en último lugar.

Las abrazaderas de los bornes deben estar adecuadamente apretadas y cubiertas con una ligera capa de vaselina filante.

Debe evitarse la sobrecarga o carga insuficiente revisando y ajustando el regulador de corriente.

Antes de quitar las pinzas de los bornes se debe interrumpir el circuito de carga.

Resulta muy conveniente soplar sobre las celdillas antes de maniobrar en la batería.

Cuando utilice cables de emergencia enlace en primer lugar los dos polos positivos. Después enlace el negativo de la batería de socorro al negativo de la batería del vehículo en la conexión a masa de esta última de modo que la eventual chispa suceda lejos de los orificios de la batería.

En evitación de chispas estáticas toque un metal puesto a tierra antes de trabajar en la batería.

Mantenga bien ventilada la zona de carga y descarga de la batería.

Es una mala costumbre limpiar los cabos de los conductores de cobre cerca de los acumuladores, así como realizar cualquier labor que implique desprendimientos de partículas metálicas sobre la batería.

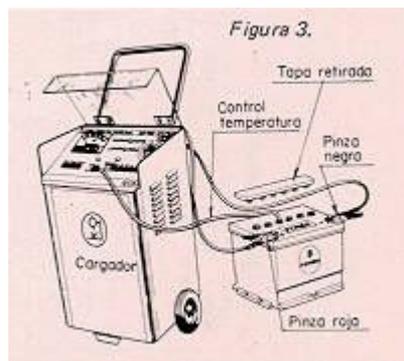
Un correcto mantenimiento y uso reducirá la formación de cortocircuitos en el interior de la batería.

### Otras

Nunca añada ácido sulfúrico puro al electrolito, sino diluido.

Nunca vierta agua sobre el ácido para diluirlo.

Durante la carga de una batería deben seguirse las instrucciones ofrecidas por el fabricante en cuanto a tensión, temperatura, tiempo, densidad, etc. (Fig.3).



Durante la carga y descarga las celdas se mantendrán destapadas.

Para el transporte de la batería se usarán carretillas, manteniéndose las celdillas tapadas.

Resultaría altamente positivo generalizar el uso de herramientas antichispas (de bronce, berilio, ...)

El soporte, con fondo de material aislante, debería estar pintado o protegido para ser inatacable por el ácido. La batería estará asentada perfectamente en su alojamiento.

### Protecciones personales

Cuando se maneja ácido o se manipula una batería, se deben utilizar las prendas de protección siguientes:

Gafas o pantallas incoloras, clase D-747 (Según norma MT-16 (B.O.E. Nº 196 de 17.8.78)).

Guantes, botas y delantal de goma.

Manguitos de nylon.

Ropa antiácido, que no desarrolle cargas estáticas.

Sería excesivo recomendar todas estas prendas para cualquier operación en las baterías, por lo tanto se utilizarán las más idóneas al tipo de trabajo, pero siempre protección visual.

### Accesorios útiles

Están destinados a facilitar los trabajos y reducir riesgos. El operario debe disponer, para su uso en el momento oportuno, de:

Densímetro, para comprobar la densidad del electrolito (Fig. 4)

Voltímetro (con lectura hasta 3 V).

Espátula, para remover el líquido o retirar salientes de la materia porosa.

Lámpara portátil, para examinar la transparencia del líquido y su nivel.

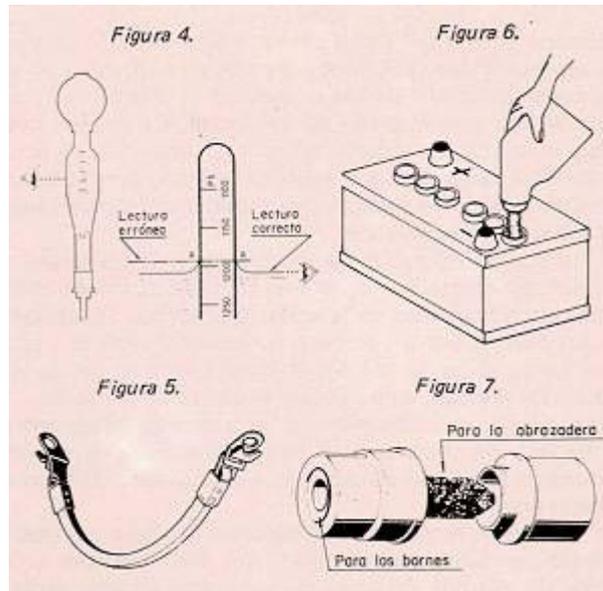
Asa porta-baterías (brida) (Fig. 5).

Botella antiderrame, para verter el electrolito en las celdillas (Fig. 6)

Cepillo de alambres para limpiar los terminales y de cerdas fuertes para frotar las partes dañadas Fig.7)

Extractor de terminales, para evitar golpearlos al sacarlos o introducirlos.

Llave de estrella aislada para aflojar las tuercas de sujeción de los bornes.



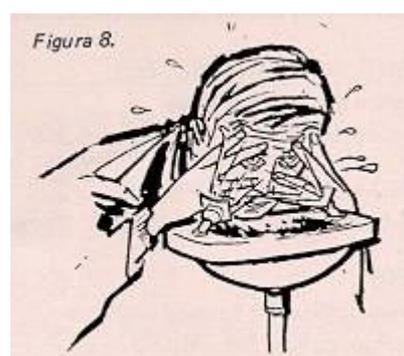
## Precauciones

Es importante tener presente ciertas medidas para una actuación inmediata en caso de accidente, especialmente por si el operario resulta alcanzado por el ácido, o por el contacto con alguna de las sustancias contenidas en el recipiente.

b) En caso de salpicadura de ácido en los ojos, deben lavarse de inmediato con abundante agua y acudir al médico en seguida (Fig. 8).

c) No debe tomar alimentos ni fumar, si sus manos han tocado cualquier sustancia de plomo, sin antes efectuar un completo lavado de ellas.

d) En caso de explosión se hará una limpieza a fondo de aquellos lugares afectados por los restos de la batería, especialmente fuentes de beber, herramientas, prendas, etc. Los restos de ácido se neutralizarán con sosa cáustica y agua, en proporción aproximada del 50%.



## Innovaciones

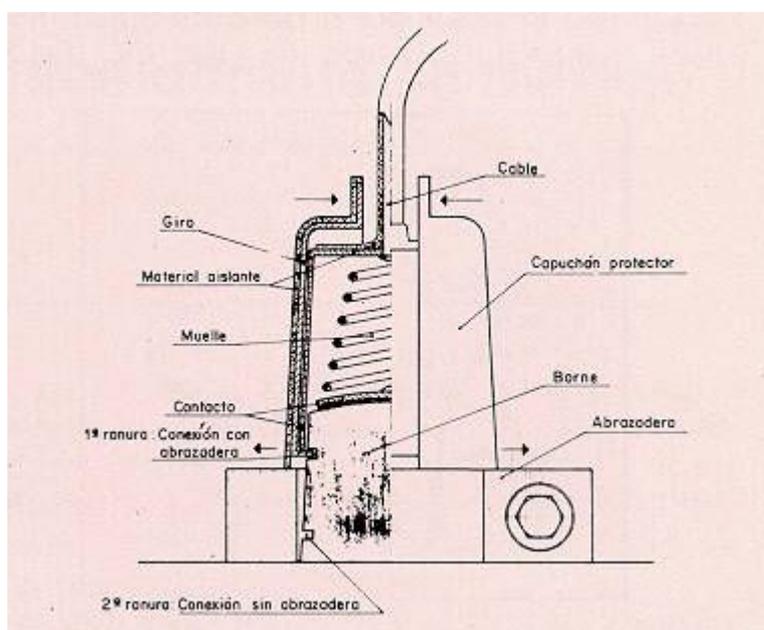
Creemos en la posibilidad de introducir modificaciones en algunos útiles que, junto a otros ya existentes en el mercado, procuren un mejor servicio y, sobre todo, garanticen un mayor grado de seguridad. Es posible que estas innovaciones repercutan en la fabricación de acumuladores variando algún aspecto de ellos, pero esto no debe ser obstáculo siempre que sea en beneficio de reducir los accidentes laborales.

Las pinzas de los cables de emergencia o de los cargadores son un agente casi constante de producción de chispas: por dificultades en la conexión, porque se escapan de los bornes, porque golpean el chasis del vehículo, etc. Una forma de evitar estos problemas puede ser un nuevo diseño de la pinza, como es que se ofrece en la Fig. 9.

Si se inserta un interruptor en los cables de enlace entre la batería de socorro y la batería instalada, al menos conseguiremos estar alejados de la batería caso de producirse la explosión.

La existencia hoy en día de baterías de "bajo mantenimiento" y "sin mantenimiento" que permiten estar activadas sin pérdida de carga durante largo tiempo, representa disminuir notablemente la exposición a los riesgos señalados.

Por último, hay que hacer constar que el soporte para alojar la batería en los vehículos resulta a veces demasiado débil contra los golpes y vibraciones a que continuamente están sometidos, por lo que sería deseable modificar su estructura, situación y sistema de sujeción de la batería.



## Bibliografía

(1) BABOR, Joseph. IBARZ, José  
**Química general moderna**  
 Editorial Marín, S.A. Barcelona 1.960

(2) MANUALES DE SERVICIO  
**Baterías Magneti Marelli, FEMSA, Tudor.**

(3) NIOSH

**A prescription for battery workers**

Hew Publication No. 76-153

(4) VIDAL, J.M.

**Física**

Barcelona, 1.962

---

Advertencia

© INSHT