

**OPTIMIZACIÓN DE LAS BATERÍAS QUE PROPORCIONAN EL RECURSO  
ENERGÉTICO PARA EL SERVICIO DE LAS MONTACARGAS EN LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS ZENÚ S.A.S.  
TRABAJO DE GRADO**

**ALVAREZ GRANDA HENRY JHOAN  
ZULUAGA GOMEZ JAVIER AUGUSTO**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA  
MEDELLIN  
2013**

**OPTIMIZACIÓN DE LAS BATERÍAS QUE PROPORCIONAN EL RECURSO  
ENERGÉTICO PARA EL SERVICIO DE LAS MONTACARGAS EN LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS ZENÚ S.A.S.  
TRABAJO DE GRADO**

**ALVAREZ GRANDA HENRY JHOAN  
ZULUAGA GOMEZ JAVIER AUGUSTO**

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de  
Profesional en Ingeniería – Mecánica**

**Dirigido por: Cristian Andrés González  
Profesional en Ingeniería Mecánica**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA  
MEDELLIN  
2013**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Medellín, Noviembre 2013**

## **DEDICATORIA**

Al creador de todas las cosas, que me ha dado fortaleza para continuar cuando el camino no ha sido nada fácil, el que me alienta, impulsa y motiva, quien me ha dado el querer y la habilidad para ser el ingeniero que sueño ser, al que abre con tal amplitud sus brazos de amor que no puedo escapar de ellos, quien me ha permitido llegar a donde he llegado y sé que me llevará mucho más allá; por ello desde mi corazón y con toda humildad dedico mi trabajo a Dios.

Henry Álvarez

## TABLA DE CONTENIDO

1.	ANEXOS.....	7
	INTRODUCCIÓN.....	10
2.	TITULO.....	11
3.	FORMULACION DEL PROBLEMA.....	11
4.	JUSTIFICACION.....	12
5.	OBJETIVOS.....	13
5.1.	GENERAL.....	13
5.2.	ESPECÍFICOS.....	13
6.	ASPECTOS GENERALES.....	14
6.1.	ANÁLISIS INICIAL DE ZENÚ.....	14
	HISTORIA DE ZENÚ.....	14
7.	MARCOS REFERENCIALES.....	17
7.1.	ESTADO DE ARTE.....	17
7.2.	MARCO CONTEXTUAL.....	19
7.3.	MARCO TEÓRICO.....	19
7.4.	MARCO CONCEPTUAL.....	27
7.5.	MARCO LEGAL.....	28
8.	METODOLOGIA.....	31
8.1.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	31
8.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
8.3.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	32
8.4.	PROCEDIMIENTO.....	32
8.5.	INSTRUMENTOS.....	32
8.6.	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	32
9.	ESQUEMA TEMATICO.....	33
9.1.	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MANEJO QUE SE DABA A BATERÍAS ANTES DE IMPLEMENTAR EL PROYECTO.....	33
9.2.	PLAN DE MANTENIMIENTO ADECUADO DE BATERÍAS.....	34
9.3.	IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN EL MANEJO DE BATERÍAS.....	34

<b>9.4.</b>	<b>REFORMAS REALIZADAS A BATERÍAS QUE SE ENCONTRABAN DETERIORADAS POR INCORRECTO MANEJO TÉCNICO .....</b>	<b>36</b>
<b>9.5.</b>	<b>BENEFICIOS ECONÓMICOS GENERADOS POR EL PROYECTO .....</b>	<b>37</b>
<b>9.6.</b>	<b>ANÁLISIS COSTO BENEFICIO .....</b>	<b>38</b>
<b>10.</b>	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>40</b>
<b>11.</b>	<b>CRONOGRAMA .....</b>	<b>41</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>12.1.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DEL MANEJO QUE SE LE DABA A BATERÍAS .....</b>	<b>42</b>
<b>12.2.</b>	<b>IMPLEMENTACIONES O MEJORAS REALIZADAS .....</b>	<b>43</b>
<b>12.3.</b>	<b>REPERCUSIONES AMBIENTALES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>44</b>
<b>13.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

## **1. ANEXOS**

1. Formato para encuesta de entrevista a personal encargado de manejo mecánico de las baterías.
2. Plan de mantenimiento para baterías acido-plomo destinadas a montacargas de industria de alimentos Zenú.
3. Guía de desperfectos.
4. Cuadro de mantenimiento.
5. Detalles de la batería plomo ácido.
6. Ilustración de los dos estados de las baterías: cargadas y descargadas.
7. Planilla de control de la batería.
8. Flujograma de funcionamiento de una batería.
9. Tabla de mantenimiento para los cuartos de batería.
10. Registros de operación o manejo realizado a baterías.

## RESUMEN

En el presente proyecto se realizó un diagnóstico del estado actual de las baterías destinadas a las montacargas en la empresa de alimentos Zenú y se diseñó un plan respaldado en el mantenimiento para lograr la optimización de estas y extender su vida útil.

Se partió primero de la observación del manejo que se estaba dando a las baterías, y segundo se buscó la comprensión de los principios de operatividad teóricos de las baterías, así con base en ello se efectuó una confrontación de estos dos factores identificando los aspectos en los cuales se hacía necesaria una mejora.

Se estableció un plan de mantenimiento que incluye reforma de baterías, lo que permitió obtener ventajas económicas, ecológicas y productivas.

Al lograr la optimización de los elementos y así prolongar su vida útil, evitando la inversión necesaria que generaba el reemplazo de estos, se observa que la implementación de esta propuesta no genera altos costes, en cambio genera significativos beneficios, por lo tanto es un proyecto altamente viable.

Por último este proyecto no presentó riesgos ambientales al contrario ayudó a las políticas ambientales ya que disminuyó la disposición final de las baterías, se realizaron algunas modificaciones del espacio físico para lograr una mitigación en un eventual derramamiento del ácido de baterías dentro de la zona de carga.

## SUMMARY

In the present project was done a diagnostic of the actual status of the batteries intended to the loaders in the Zenú food company and was done a plan of support in the maintenance of these to achieve optimize the batteries and extender its lifetime.

First it began with the observation of the manipulation that has been given to the batteries, second was sought to understand the theoretical operation principles of the batteries, and based on them was developed a comparison between these two aspects to identify areas in which it is need do improvement.

Established a maintenance plan that includes reform of some batteries, which allowed obtain advantages economic, ecological and productive.

When is achieved optimization of the elements and thus prolong lifetime its, while avoiding the investment necessary due to replacing these, it is concludes that the implementation of this proposal does not generate high costs, instead it generates significant benefits is therefore a project highly viable.

Finally this project did not present environmental risks instead helped environmental policies because was decreased the final disposal of batteries, there were some changes in the physical space to achieve a mitigation in a eventual spill of battery acid in the loading zone.

## INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos Zenú como fabricante de grandes cantidades de productos tiene como una de sus herramientas necesarias las montacargas que cumplen con las funciones primordiales de: transporte de productos dentro de la misma empresa de una sección a otra, el recibo de insumos y el despacho de producto terminado; para el vital cumplimiento de esas funciones las montacargas utilizan energía química proveniente de baterías recargables de ácido-plomo.

Las baterías por ser un elemento de uso corriente se venían manejando de manera rutinaria, sin confrontar más que con la tradición oral y sin estrictos registros, ocasionando así usos de estas que reducían la efectividad en su rendimiento y disminución en su vida útil.

Con el presente trabajo se realizó un diagnóstico del tratamiento que hasta ahora se le había dado a las baterías, sabiendo que no existía ningún plan formal a seguir establecido para el adecuado manejo de éstas, también se presenta un marco teórico el cual dio los criterios para la comprensión de los principios de operatividad de las baterías.

Se identificó con base en el diagnóstico y a los criterios de principios de operatividad, los manejos equívocos y sus repercusiones negativas y así con base en ello se elaboró un plan de manejo a seguir para optimizar el uso de las baterías, mejorando así su fiabilidad y vida útil, igualmente la reforma de las baterías que se encontraban con una autonomía baja y necesitaban ser prontamente reemplazadas.

Este proyecto implicó costes que se vieron reflejados en la adquisición de materiales y en el tiempo empleado para su desarrollo; pero generó ganancias económicas al hacer que mediante una fiel aplicación del plan de manejo y reparación de algunas baterías, se lograra prolongar la vida útil y eficiencia de las baterías.

## **2. TITULO**

Optimización de las baterías que proporcionan el recurso energético para el servicio de las montacargas en la industria de alimentos Zenú S.A.S.

## **3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

La industria de alimentos Zenú S.A.S. trabaja con altos estándares de calidad y con el adecuado cumplimiento de normas y lineamientos establecidos en todos sus procesos, en el área de mantenimiento sección montacargas las actividades realizadas a las baterías se desarrollan de forma tradicional, no se cuenta con un documento formal donde se instruya en el correcto manejo de estas.

Cuando los manejos que se dan a las baterías no son óptimos se puede conducir fácilmente a sucesos como por ejemplo, entre otros, una sobrecarga (o una carga insuficiente) de la batería y, en consecuencia reducir su vida útil. Se hace necesario el conocimiento a fondo de las limitaciones de las baterías porque sólo así se podrá lograr un correcto uso del sistema de baterías, prolongando su vida útil y grado de fiabilidad, lo cual se ve representado en beneficios económicos y técnicos.

El manejo de estas baterías esta delegado a diferente personal, se propone en este proyecto realizar un estudio exhaustivo de las especificaciones de las baterías y crear un plan de mantenimiento a seguir para el personal destinado a la manipulación de estas, eliminando o reduciendo al máximo las pérdidas que se puedan estar generando por el no normalizado manejo de las baterías en cuestión, además se reparó algunas baterías que presentaban deficiencias.

Para lograr los objetivos se procedió inicialmente a observar el manejo que se le daba a las baterías y compararlo con el marco teórico, posteriormente se diagnosticó cuales procedimientos no eran óptimos, luego basado en los estudios acerca de las especificaciones de las baterías se generó un documento instructivo en el manejo de las baterías a cualquier personal técnico encargado de manipularlas y como parte del proyecto se extendió la vida útil de algunas baterías mediante reparaciones.

#### **4. JUSTIFICACION**

Con el fin de mejorar la eficiencia de los procesos mecánicos internos de la empresa Zenú, se realizó un análisis de operación en el cual se identificó la necesidad de modificar algunos procedimientos realizados, específicamente en la sección de mantenimiento en el área de montacargas en cuanto a las rutinas de operación de las baterías, creando una mejora en este área y aportando beneficios económicos y técnicos.

Fue conveniente realizar este estudio y efectuar las correcciones que eran pertinentes para evitar que se continuaran presentando pérdidas implícitas debidas a la disminución en la eficiencia y vida útil de las baterías.

En este proyecto se realizaron observaciones exhaustivas del manejo técnico que se le hacía a las baterías, con fines diagnósticos y comparativos a los parámetros establecidos en la teoría, con el propósito de implementar un plan de mantenimiento en el cual se establecieron de manera compendiosa pero fiel los procedimientos que se hace necesario implementar para así mejorar la eficiencia de las baterías y prolongar su vida útil.

Se espera que este trabajo establezca una nueva manera de realizar todas las tareas concernientes al manejo técnico de las baterías en la sección de mantenimiento área montacargas y también se extienda a otras áreas de la industria donde también se utilicen este tipo de baterías y que además sirva como referencia o apoyo a algún tipo de estudio, trabajo o mejora que se pretenda implementar en la actualidad o a futuro en el mismo tema dentro o fuera de la compañía.

Con la realización de este trabajo se ve beneficiada el área de producción en cuanto que disminuirán las probabilidades de paros por fallas repentinas, a la menor frecuencia con la que se deba cargar una batería debido a que estas mejorarán su eficiencia y por tanto su tiempo de utilidad, se ve así también beneficiado el personal encargado de estas; estos beneficios se verán también reflejados en menores costes de lo cual se favorece la compañía.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Elaborar un plan de mantenimiento y reparación para las baterías destinadas al servicio de las montacargas de la industria de alimentos Zenú S.A.S. en la planta Pedregal (Medellín) del Grupo Nutresa, con el fin de optimizar el funcionamiento y vida útil de estas.

### **5.2. Específicos**

- Realizar evaluación y diagnóstico a los procedimientos que actualmente se implementan en la utilización de las baterías usadas en las montacargas.
- Identificar las posibles fallas, en el manejo de las baterías, que restan energía y vida útil a éstas.
- Elaborar un plan de manejo a seguir para las baterías con el fin de mejorar su funcionamiento y optimizar su vida útil.
- Realizar reformas a baterías que permitan la reparación de estas prolongando su vida útil.
- Cualificar las pérdidas que se generan dando el manejo tradicional a las baterías.
- Analizar beneficios financieros y costes de operación.
- Prever consecuencias ambientales de la puesta en marcha del proyecto y si existen efectos negativos proponer alternativas de mitigación.

## **6. ASPECTOS GENERALES**

### **6.1. Análisis inicial de Zenú**

#### **Misión**

La misión de la empresa es la creciente creación de valor, logrando un destacado retorno de las inversiones, superior al costo del capital empleado.

En los negocios de alimentos buscar siempre mejorar la calidad de vida del consumidor y el progreso de su gente.

Buscar el crecimiento rentable con marcas líderes, servicio superior y una excelente distribución nacional e internacional.

Gestionar sus actividades comprometidos con el Desarrollo Sostenible; con el mejor talento humano; innovación sobresaliente y un comportamiento corporativo ejemplar.

#### **Historia de Zenú**

Zenú surge en Colombia, en los años 50, época en la que el proceso de carnes se limitaba al corte y expendio y en la que sólo existían en el mercado pequeñas fábricas artesanales productoras de chorizo y que se iniciaban tímidamente en la producción de las salchichas.

Para 1959 y con gran aceptación por sus productos se consolida la empresa al presentar al mercado un sistema de llave para abrir los enlatados de forma más fácil y segura.

En 1960 productos Zenú es adquirida por un monto de \$3.400.000 por la empresa Noel. Venta que un año más tarde y gracias a la demanda creciente de sus productos se ve reflejada en la modernización de los equipos, aumento de los operarios y mayor exigencia en los controles de calidad.

En 1967 se inaugura en la ciudad de Medellín, el primer centro de degustación abierto al público, con el objetivo de presentar al consumidor la variedad de sus productos.

El 19 de septiembre de 1973 Zenú recibe la licencia sanitaria de funcionamiento para vender sus productos embutidos y enlatados de carne en todo el territorio nacional y con destino a la exportación.

En 1988 por decreto del gobierno nacional y bajo la presidencia del doctor Virgilio Barco Vargas, se le concede a Zenú en la categoría de gran industria el premio nacional de la calidad.

En 1990, Zenú adquiere e instala el ahumadero continuo que sirve para el procesamiento continuo de salchichas, mejorando de esta forma el nivel de producción.

En 1998 ingresa a jamones el concepto de embutido por torre prensa que anteriormente se hacía en molde individual y se fusiona la operación del centro de distribución nacional con el centro de distribución regional que dependía del proceso comercial; en conjunto se conformó todo el proceso logístico bajo la dirección de gerencia de logística.

En el 2001 Zenú incursiona en una línea de comidas rápidas congeladas llamada Sofía Express. En esta misma fecha lanza su línea de carnes baja en grasa denominada Pietrán.

En 2005 se crea un moderno centro de desarrollo del negocio cárnico, conformado por un equipo de 11 investigadores. Éste contó con el apoyo de Colciencias que más tarde lo escalonaría en la categoría d.

En el 2007 se instala una sala blanca para empaque de jamones con ciertas características asociadas a los hospitales con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos.

En el 2008 Zenú se convierte en la marca de carnes frías en Colombia que cumple con las normas de calidad ISO 9001/08.

De las 50 personas que dieron inicio a la producción de carnes a finales de los años cincuenta se ha pasado a más de 2500 trabajadores que laboran en la empresa.

En la actualidad Zenú es un ejemplo de organización empresarial y está integrado por diferentes empresas que la abastecen de todos los insumos necesarios para la elaboración de sus productos.

## **Productos**

Los productos que comercializa, se dividen principalmente en cuatro marcas:

- Pietrán (jamones, medallones, salchichas).

- Sofía Express (empanadas, palitos para hornear, pasta hojaldrada).
- Ranchera (hamburguesas, salchichas, costillas pre-asadas).
- Zenú (salchicha, jamón, mortadela, cábano, chuleta, salchichón, platos listos, pizza congelada, pizza refrigeradas, apanados, chorizos, hamburguesas, jamones, morcillas, mortadelas, salchichas, cervceros, tocineta, cárnicos, vegetales, platos listos, salami y mix madurados)

## **7. MARCOS REFERENCIALES**

### **7.1. Estado de arte**

La sulfatación es el proceso natural, por el cual las baterías pierden su capacidad de carga a través del tiempo.

En principio, las baterías de plomo-ácido deberían funcionar indefinidamente, sin embargo en la práctica, los cristales de sulfato de plomo ( $\text{PbSO}_4$ ), directa o indirectamente provocan el fallo prematuro de la mayoría de las baterías, estos cristales de sulfato se crean sobre las placas del electrodo formando una capa y limitando el área disponible para que la reacción electroquímica tenga lugar, este fenómeno es la SULFATACIÓN.

La consecuencia de la sulfatación como ya se mencionó es la pérdida de la capacidad de carga de la batería, pero tiene otras repercusiones negativas como:

- Se incrementa la emisión de gases peligrosos durante la carga y la descarga. Cuando la capa de sulfato se hace muy gruesa, puede llegar a romper el separador que la aísla de la placa adyacente, creando un cortocircuito y destruyendo el elemento
- Acelera el desgaste de la placa y provoca el fallo prematuro de la misma.
- Se incrementa el tiempo de carga generando un aumento del gasto en suministro eléctrico y se reduce el tiempo de uso de la batería.

Dentro del proyecto este fenómeno de sulfatación es clave para asegurar cumplimiento de vida útil o incluso prolongación de esta, las soluciones que existen hasta ahora en el mercado son básicamente dos:

#### **7.1.1. Dispositivo electrónico de pulsos**

Consiste en realizar un profundo y minucioso análisis de todos y cada uno de los componentes del acumulador aplicando un científico método, que transcurridos no menos de 3 días, determina el estado de la batería y una vez diagnosticada se procede con el tratamiento regenerativo de su potencial.

Este profesional tratamiento consigue recuperar muchas de las baterías sulfatadas y también frenar la sulfatación en el futuro, ya que se instala un dispositivo electrónico de pulsos que siempre está trabajando para conseguir que la batería se mantenga libre de sulfatación y funcionando al máximo de su capacidad.

Para el análisis y el tratamiento de las baterías ELECTROCARGAS se utiliza varios productos químicos exclusivos, maquinaria especializada y un novedoso y tecnológico método de origen norteamericano.

## **1..2. Choque eléctrico**

Es un servicio 100% ecológico y ofrece un gran ahorro a las empresas, ya que con la restauración se logra recuperar baterías que se encontraban ofreciendo 1 o 2 horas de servicio.

La Restauración puede aplicarse a una batería hasta en 3 ocasiones.

### **Propósito de la Tecnología**

- Si las baterías poseen un voltaje igual o mayor a 10.5 volts (para baterías de 12 VCD) o bien si la densidad específica del electrolito se torna menos a 1.15 g/cm<sup>3</sup>, la batería es candidata para regeneración.
- Para restaurar la batería, la estabilidad de los cristales de sulfato de plomo formados deberán romperse y disolverse en el electrolito.
- Con esta tecnología y la experiencia adquirida se analiza las características de cada batería y se establecen los procedimientos de restauración de acuerdo a las necesidades de cada batería.
- Un choque eléctrico de baja frecuencia se aplica a los electrodos para separar el sulfato de las placas.
- Al finalizar la restauración, la mayoría de las baterías muertas recuperan tanto su voltaje original (por encima de 12.6 VCD), como la densidad específica del electrolito (superior a 1.28 g/cm<sup>3</sup>) tal como si fueran nuevas.

### **Ejemplo de Resultados de una Batería Restaurada:**

- Recuperada a un 91%.
- Tiempo de respaldo después de Regeneración es: 5 horas 29 minutos y 40 segundos Garantía hasta de por un año.

Algunas de las ya muchas empresas pioneras en estos procesos son:

- ✓ La compañía REGEBAT en el valle de México y en la ciudad de Guadalajara
- ✓ S.A. de C.V. Naucalpan Estado de México.

Con la propuesta de tener una mirada sustentable para la actividad minera regional, se realizó la reunión cuatrimestral del Consejo Regional de seguridad Minera -- Coresemin- de Tarapacá, donde en una de sus secciones se expuso repotenciación de baterías en corea: experiencia coreana que permite la recuperación de baterías, el sistema consiste en electrónica a pulso, se puede recuperar las baterías darle vida nuevamente, a través de unos computadores de pulso se logra quitar las capas de sulfato, sin destaparlas, sin procesos químicos etc. Ver información en video en línea <http://www.youtube.com/watch?v=ALLq-USogs8>

## **7.2. Marco contextual**

Este estudio se realizó en la industria de alimentos Zenú S.A.S., en el área de mantenimiento, sección montacargas y se había proyectado una duración máxima de dos meses.

## **7.3. Marco teórico**

### **7.3.1. Definiciones y conceptos básicos**

Para una mejor comprensión de este trabajo se presenta el siguiente compendio de conceptos básicos respecto al tema en cuestión (las baterías):

Una batería o acumulador eléctrico es un dispositivo electroquímico que permite almacenar energía en forma química mediante el proceso de carga, y liberarla como energía eléctrica, durante la descarga, mediante reacciones químicas reversibles cuando se conecta con un circuito de consumo externo. Todas las baterías son similares en su construcción y están formadas por un número de celdas compuestas de electrodos positivos y negativos, separadores y de electrolito. El tamaño, el diseño interno y los materiales utilizados controlan la cantidad de energía disponible de cada celda.

El tipo de acumulador más usado en la actualidad, dado su bajo costo, es la batería de plomo ácido. En ella, los dos electrodos están hechos de plomo y el electrolito es una solución de agua destilada y ácido sulfúrico.

### **7.3.2. Detalles propios de baterías ácido plomo**

#### **Doble conversión de energía**

El mecanismo que permite la utilización de una batería como una fuente portátil de energía eléctrica es una doble conversión de energía, llevada a cabo mediante el uso de un proceso electro-químico. La primera conversión, energía eléctrica en energía química, toma lugar durante el proceso de carga. La segunda, energía química en eléctrica, ocurre cuando la batería es descargada. Para que estas conversiones puedan llevarse a cabo se necesitan dos electrodos metálicos inmersos en un medio que los vincule, llamado electrolito.

#### **Polaridad**

Este conjunto forma una celda de acumulación, cuyo voltaje, en una batería de plomo-ácido, excede levemente los 2v, dependiendo de su estado de carga. En el proceso electrolítico cada uno de los electrodos toma una polaridad diferente. la batería tiene entonces un terminal negativo y otro positivo, los que están claramente identificados en la caja de plástico con los símbolos correspondientes (- y +).

#### **Batería comercial**

La batería comercial, para poder ofrecer un voltaje de salida práctico, posee varias de estas celdas conectadas en serie. En la estructura interna y externa de una batería de pb-ácido para automotor, el conexionado serie de las celdas, están físicamente separadas por particiones dentro de la caja que las contiene. Cada celda está compuesta de varias placas positivas y negativas, las que tienen separadores intermedios. Todas las placas de igual polaridad, dentro de una celda, están conectadas en paralelo. El uso de varias placas de igual polaridad permite aumentar la superficie activa de una celda.

#### **Proceso de carga**

El voltaje proporcionado por una batería de acumulación es de CC. para cargarla se necesita un generador de cc, el que deberá ser conectado con la polaridad correcta: positivo del generador al positivo de batería y negativo del generador al negativo de batería. Para poder forzar una corriente de carga el voltaje deberá ser algo superior al de la batería.

La corriente de carga provoca reacciones químicas en los electrodos, las que continúan mientras el generador sea capaz de mantener esa corriente, o el electrolito sea incapaz de mantener esas reacciones. El proceso es reversible. Si desconectamos el generador y conectamos una carga eléctrica a la batería,

circulará una corriente a través de ésta, en dirección opuesta a la de carga, provocando reacciones químicas en los electrodos que vuelven el sistema a su condición inicial.

### **Ciclo de descarga**

En principio el “ciclo” de carga-descarga puede ser repetido indefinidamente. En la práctica existen limitaciones para el máximo número de ellos, ya que los electrodos pierden parte del material con cada descarga. La diferencia funcional entre diferentes tipos de baterías obedece al uso de diferentes electrolitos y electrodos metálicos dentro de un mismo tipo de batería, la diferencia funcional es el resultado del método de fabricación.

### **Pérdidas de conversión**

Cuando un tipo de energía es convertido en otro la eficiencia del proceso nunca alcanza el 100%, ya que siempre existen pérdidas (calor). La doble conversión energética que toma lugar dentro de una batería obedece esta ley física. Habrá, por lo tanto, pérdidas de energía durante el proceso de carga y el de descarga.

### **Batería pb-acido**

El tipo de acumulador más usado en el presente, dado su bajo costo, es la batería de plomo y ácido sulfúrico con electrolito líquido. En ella, los dos electrodos están hechos de plomo y el electrolito es una solución de agua destilada y ácido sulfúrico. En trabajo abreviaremos algo su nombre, llamándola batería pb-ácido, usando el símbolo químico para el plomo (pb). Cuando la batería está cargada, el electrodo positivo tiene un depósito de dióxido de plomo y el negativo es plomo. Al descargarse, la reacción química que toma lugar hace que, tanto la placa positiva como la negativa, tengan un depósito de sulfato de plomo.

**Nota:** como el proceso químico libera gases (hidrógeno y oxígeno) se necesita que el conjunto tenga ventilación al exterior. El diseño de las tapas de ventilación permite la evacuación de estos gases, restringiendo al máximo la posibilidad de un derrame del electrolito.

### **Densidad del electrolito**

En una batería de pb-ácido el electrolito interviene en forma activa en el proceso electroquímico, variando la proporción de ácido en la solución con el estado de carga del acumulador. Cuando la batería está descargada, la cantidad de ácido en la solución disminuye. Si la batería está cargada, la cantidad de ácido en la solución aumenta este mecanismo tiene una derivación práctica: monitoreando la

concentración del ácido se puede determinar el estado de carga de la batería. Este monitoreo se hace usando un densímetro.

Tres características definen una batería de acumulación: la cantidad de energía que puede almacenar, la máxima corriente que puede entregar (descarga) y la profundidad de descarga que puede sostener. La cantidad de energía que puede ser acumulada por una batería está dada por el número de watt. Horas (wh) de la misma. La capacidad (c) de una batería de sostener un régimen de descarga está dada por el número de amperes. Horas (ah).

$$\text{wh} = \text{voltaje nominal} \times \text{ah}$$

### **Profundidad de descarga**

La profundidad de descarga (pd) representa la cantidad de energía que puede extraerse de una batería. Este valor está dado en forma porcentual.

### **Voltaje de salida**

El voltaje de salida de una batería de pb-ácido no permanece constante durante la carga o descarga. Dos variables determinan su valor: el estado de carga y la temperatura del electrolito. Para comprender el efecto que tiene la temperatura en el comportamiento de la batería es útil recordar que cualquier reacción química es acelerada cuando la temperatura se incrementa y es retardada cuando ésta disminuye.

### **Curvas de descarga**

Las curvas de descarga muestran que a baja temperatura la caída de voltaje es mucho más severa que la que se observa, para la misma corriente, a 25°C. La baja temperatura retarda la reacción química, lo que se traduce en un brusco aumento de la resistencia interna de la batería, lo que provoca una mayor caída del voltaje. Estas curvas confirman la experiencia que el lector tiene con baterías para automotor durante el invierno. Se observa, asimismo, que si se mantiene constante la temperatura del electrolito, la caída de voltaje es siempre mayor (aumento de la resistencia interna) cuando la corriente de descarga aumenta. Este es el mecanismo auto limitante al que nos referimos con anterioridad.

### **Evaluación del estado de carga**

El valor del voltaje a circuito abierto para una batería no representa una buena indicación del estado de carga o la vida útil de la misma, para que esta medición

tenga alguna significación, la lectura debe ser precedida por la carga de la misma, seguida de un período de inactividad de varias horas, el voltímetro a usarse deberá ser capaz de leer dos decimales con precisión. La medición de la densidad del electrolito constituye una evaluación más fiable, pues se mide un grupo de celdas por separado. Diferencias substanciales en el valor de la densidad entre un grupo de celdas y los restantes da una indicación clara del envejecimiento de la misma. Un voltaje que es importante es el de “final de descarga” para la batería. Este valor está dado por el fabricante, pero es siempre cercano a los 10,5v, para una batería de pb-ácido de 12v nominales, trabajando a una temperatura cercana a los 25°C.

### **Congelación del electrolito**

Un problema que suele presentarse cuando la temperatura del electrolito alcanza el 0 ° c está relacionado con el estado de carga de la batería. Si ésta está prácticamente descargada, la cantidad de agua en la solución electrolítica es mayor, como indicamos anteriormente. Al bajar la temperatura del electrolito existe la posibilidad de que el agua se congele. Si esto ocurre, su volumen aumenta. La fuerza de esta expansión distorsiona los electrodos, pudiendo dañar las celdas o quebrar la caja. El ácido del electrolito actúa como anticongelante, de manera que es extremadamente importante mantener la carga de las baterías cuando la temperatura de trabajo disminuye. Una batería solar del tipo pb-ácido, totalmente descargada, se congela alrededor de los -10°C. Si está totalmente cargada, el punto de congelación se alcanza alrededor de los -58°C.

### **Temperatura elevada**

Si las bajas temperaturas causan tantos problemas, algún lector puede concluir que las temperaturas ambientes elevadas son las ideales. La conclusión es errónea, pues la mayor actividad química se traduce en una *reducción* en la vida útil de una batería de pb-ácido.

### **Gasificación**

Cuando una batería de plomo-ácido está próxima a alcanzar el 100% de su carga, la cantidad de agua en el electrolito ha sido severamente reducida. Los iones que ésta provee se hacen más escasos, disminuyendo la posibilidad para el ion de hidrógeno (electrodo negativo) y para el ion de oxígeno (electrodo positivo) de reaccionar químicamente, formando plomo y dióxido de plomo, respectivamente. Si la corriente de carga continúa al mismo nivel, el exceso de gases escapa del electrolito produciendo un intenso burbujeo, el que se conoce como “gasificación”.

Si el proceso de carga no es controlado, el exceso de oxígeno comienza a oxidar los sostenes de plomo de las celdas, pudiendo causar el derrumbe de los mismos. Este fenómeno es conocido como la “muerte súbita” de la batería, ya que ocurre

sin dar aviso previo. Una gasificación excesiva arrastra parte del electrolito, el que es expulsado fuera de la batería, a través de los tapones de respiración. Este material contiene ácido sulfúrico, dañando los terminales de salida y disminuyendo la cantidad de ácido dentro de la batería. El proceso de carga de una batería de pb-ácido debe minimizar la gasificación del electrolito. Algo de gasificación es útil, pues contribuye a homogeneizar la solución electrolítica.

### **Sulfatación**

Hemos visto que la descarga de las baterías de plomo-ácido trae aparejado un depósito de sulfato de plomo en ambas placas. Normalmente este depósito está constituido por pequeños cristales, que se descomponen fácilmente durante el proceso de carga. Si, por el contrario, la batería ha sido descargada repetidas veces por debajo del mínimo especificado, es pobremente cargada, o permanece descargada por largo tiempo, el tamaño de los cristales crece, y sólo una parte de ellos interviene en el proceso de carga. Esto se traduce en una disminución de la superficie activa del electrodo, disminuyendo la capacidad de almacenaje. Este fenómeno se lo conoce con el nombre de sulfatación de la batería. En lugares donde los períodos nublados son de larga duración las baterías pueden permanecer en estado de baja carga, por largo tiempo, induciendo la sulfatación de las placas. Una carga a régimen de corriente elevado puede disolver esta formación cristalina (proceso de ecualización).

### **Auto descarga**

Una batería que está cargada y permanece inactiva, independientemente de su tipo, pierde su carga con el tiempo. Este fenómeno es conocido como auto descarga. La rapidez de la descarga depende de la temperatura ambiente y del tipo de batería.

### **Normas de seguridad**

El proceso de carga en una batería de pb-ácido genera dos tipos de gases: oxígeno e hidrógeno. Ambos son sumamente activos, de manera que las baterías deben estar en un lugar que tenga ventilación al exterior. En particular, una llama o chispa puede iniciar una reacción química entre el oxígeno y el hidrógeno, la que se lleva a cabo con una fuerte explosión. Por ello es importante no fumar o producir chispas eléctricas en el área donde se alojan las baterías. El electrolito de estas baterías es altamente corrosivo, atacando metales y sustancias orgánicas. Al manejar baterías de pb-ácido se recomienda el uso de guantes, botas y ropa protectora de goma. Si accidentalmente u llegare a entrar en contacto con el electrolito, lávese las manos con abundante agua, para evitar el ataque a la piel. Es muy importante tener a mano bicarbonato de soda. Esta substancia neutraliza

al ácido sulfúrico y dado su bajo costo, puede usarse para neutralizar ácido derramado en el piso o en herramientas.

### **Envejecimiento**

Con el tiempo, todas las baterías pierden la capacidad de acumular carga, ya que con cada descarga se pierde algo del material activo. Sin embargo, la vida útil de las mismas puede ser prolongada si se las mantiene cargadas, no se sobrecargan ni descargan en exceso, permanecen en un lugar que no sufre temperaturas extremas, no son sometidas a cortocircuitos, y se reemplaza el agua destilada que pierden.

notas: nunca agregue ácido al electrolito o productos “restauradores” milagrosos. Durante la carga, iones de hidrógeno y oxígeno intervienen en el proceso químico, disminuyendo la cantidad de agua. Cuando la temperatura ambiente es elevada, esta pérdida se acentúa. Restaure el nivel del electrolito, agregando sólo agua destilada, al nivel recomendado por el fabricante. No sobrepase ese nivel, ya que el electrolito y los gases generados necesitan espacio para expandirse. De baterías en servicio

### **Vida útil**

La vida útil de una batería en servicio corresponde al período de tiempo o al número de ciclos de carga/descarga que la batería puede soportar hasta que su capacidad sea insuficiente para cubrir las necesidades para las que fue diseñada.

Se considera que una batería llega al fin de su vida útil cuando no puede entregar el 80% de su capacidad nominal.

la vida de una batería varía considerablemente en función de factores tales como la composición de las placas; modo de empleo de la misma y profundidad de las descargas, y mantenimiento..

### **Almacenamiento**

Las baterías deben almacenarse en posición vertical, en un lugar ventilado, seco y libre de polvo, lejos de fuentes de calor tales como estufas, hornos o radiadores.

### **Funcionamiento**

Las baterías deben recargarse inmediatamente después de su utilización, si se dejan descargadas, se disminuye la vida útil.

Cuando una batería está completamente cargada, si continúa recibiendo una corriente de intensidad elevada, se producirá un exceso de gases que escapará del electrolito produciendo un intenso burbujeo o gasificación. El fenómeno es perjudicial no sólo porque se producirá una fuerte corrosión en las rejillas positivas sino también porque la pérdida de agua hará que el nivel de electrolito descienda dejando parte de las placas sin recubrir, con el consiguiente riesgo de cortocircuito debido al resecamiento y desprendimiento de la materia activa. Por último, la gasificación excesiva arrastrará parte del electrolito, el que será expulsado a través de los tapones de respiración.

Si bien el proceso de carga de una batería deberá minimizar la gasificación, ésta si tiene un efecto positivo y es que evita la estratificación que se produce debido a los continuos ciclos de carga y descarga y que deriva finalmente en que el ácido tiende a concentrarse en el fondo de la batería, disminuyendo su capacidad.

Nunca se deberá cargar una batería abierta sin antes comprobar que las placas estén cubiertas totalmente con electrolito; siempre se deben verificar los niveles de líquido, antes y después de cargar. Por otro lado, sobrellenar con agua puede causar que el electrolito se diluya.

El proceso de descarga también tiene un límite pasado el cual la batería se deteriorará de forma importante. Si la condición de descarga profunda dura mucho tiempo, la batería podría dañarse irreversiblemente debido a la formación de cristales duros de mayor tamaño de sulfato de plomo que ya no pueden descomponerse en plomo o dióxido de plomo. Este efecto es lo que se conoce como sulfatación de la batería. el 80-85% de las fallas en las baterías de plomo ácido convencionales están relacionadas con este fenómeno.

Para disminuir la sulfatación y extender la vida útil de la batería, se deberán evitar el almacenamiento prolongado de la batería antes de su puesta en servicio, largos periodos de inactividad, y la corrosión de los terminales y de la rejilla positiva.

Las baterías también se sulfatarán antes de lo normal en áreas de intenso calor o frío.

### **Mantenimiento**

Las rutinas de mantenimiento para las baterías varían ampliamente dependiendo del tipo de batería y su uso. Una batería estacionaria de una subestación de transformación no requerirá mantenimiento por varios meses; por el contrario una batería de tracción de una grúa horquilla para una establecimiento industrial deberá tener un mantenimiento frecuente.

Para tener las baterías a su máxima capacidad durante toda su vida útil, éstas requieren de un mantenimiento continuo que comprende mediciones de voltaje,

densidad y temperatura, y pruebas de descarga, realizadas según las frecuencias recomendadas por proveedores o fabricantes.

#### **7.4. Marco conceptual**

##### **Manejo Técnico:**

##### **Dispositivo electroquímico:**

**IEC** es la sigla del internacional electrotechnical committee, con sede en ginebra, y representado por la asociación electrotécnica argentina en nuestro país (en esta institución se puede obtener una copia)

**EN** son la siglas de european norm, es decir que la comunidad europea ha adoptado a esta iec como norma propia

**IEEE** es la sigla del instituto de ingenieros electricistas y electrónicos de estados unidos, una de las instituciones profesionales más importantes del mundo.

**UL** institución fundada en 1894 por las compañías de seguros de usa.

**Voltaje Nominal** Voltaje en el cual trabaja en operación normal un equipo determinado.

**VRLA.** Valve Regulated Lead Acid.

**Sistema Fv** sistema fotovoltaico

**UPS** uninterruptible power supply

**Descarga profunda:** es cuando la batería se encuentra por debajo del 20% de carga.

**Cuarto de carga:** cuarto dispuesto para realizar las cargas de las baterías, también llamado como cuarto de baterías, sala de carga.

**Electrolito:** cuerpo que en estado líquido o en disolución puede ser descompuesto por una corriente eléctrica, en nuestro caso se refiere al líquido ácido con el cual está cargada la batería.

**Rótulos indicativos:** letreros que se disponen para marcar las baterías, en nuestro caso manejamos tres tipos, batería cargada, batería cargando y batería descargada.

**Medidor de carga:** dispositivo que indica el estado de carga de las baterías hace parte de los equipos transportadores de carga.

**Autonomía:** tiempo real de trabajo de la batería después de cargada.

## **7.5. Marco legal**

Haremos ahora referencia a las normas que se refieren al desempeño, ensayos, instalación, etc. de baterías Industriales de plomo-ácido. Con relación a las normas de seguridad solo se menciona que las más reconocidas y respetadas son las realizadas por UL, pero no útiles en este caso para nuestro estudio, con relación a las normas relacionadas con sistemas de gestión, como las de la serie ISO 9000, se trata de un tema más general y no solo relacionado con la fabricación de baterías.

La norma internacional más conocida en relación con baterías industriales de plomo-ácido es la IEC 896, también identificada como IEC 60896 y EN 60896... La norma, a su vez, tiene dos partes: la primera, IEC 60896-1, se refiere a baterías de plomo-ácido abiertas o ventiladas y la IEC 60896-2 se refiere a baterías selladas. En ambos casos, se trata de baterías estacionarias. A continuación mencionaremos brevemente los principales temas que abarcan las dos partes de esta norma:

### **IEC 60896-1**

Requisitos generales y métodos de ensayo de baterías de plomo-ácido del tipo ventiladas. Es sumamente importante cuando se realizan ensayos de capacidad nominal, adaptación al funcionamiento a tensión de flote, ciclado, retención de carga, resistencia interna y corriente de corto-circuito.

### **IEC60896-2**

Requisitos generales y métodos de ensayo de baterías de plomo-ácido del tipo VRLA. Al igual que la anterior es muy utilizada para la realización de ensayos de desempeño en este tipo de productos (los ensayos son similares a los de la norma IEC 60896-1).

Otras normas IEC que nos parece conveniente mencionar para conocimiento de los lectores son las siguientes:

### **IEC 61056-1**

Requisitos generales y características funcionales para baterías de plomo-ácido portátiles. Métodos de ensayo, y su equivalente en el sistema japonés de normas:

JIS C-8702-1. Esta norma se aplica a todas las baterías VRLA pequeñas como las Visión, NP, etc. que se utilizan en UPS, sistemas de alarma e incendio, luminarias de emergencia, etc.

### **IEC 60254**

Requisitos generales y métodos de ensayo de baterías de plomo-ácido para uso en tracción eléctrica. Dimensiones de las celdas y bornes Otras normas muy utilizadas y citadas en los pliegos de licitaciones públicas son las BS. Mencionamos la BS 6290, prácticamente idéntica a la IEC 60896.

### **BS 6290-1**

Especificación de requisitos generales de baterías de plomo-ácido estacionarias del tipo ventiladas.

### **BS 6290-4**

Idem para baterías reguladas por válvula.

IEEE-450 para baterías ventiladas y su similar para baterías selladas, la IEEE-1188.

## **OTRAS NORMAS IEEE IMPORTANTES DE MENCIONAR**

### **IEEE484 – IEEE 485**

Este conjunto contiene las prácticas recomendadas para dimensionar y diseñar la instalación de baterías de plomo-ácido estacionarias cuya carga es variable. Esto suele darse, como ejemplo típico en sub-estaciones y estaciones transformadoras. Es una norma sumamente práctica ya que incluye ejemplos de aplicación.

### **IEEE 937**

Prácticas recomendadas para instalación y mantenimiento de baterías de plomo-ácido para sistemas fotovoltaicos.

### **IEEE 1013**

Práctica recomendada para dimensionar baterías de plomo-ácido para sistemas fotovoltaicos. Además de la teoría incluye hojas de trabajo (worksheets) sumamente útiles para realizar diseño.

## **IEEE 1189**

Es un complemento de la 1188 ya mencionada y contiene una “Guía para la selección de baterías VRLA para aplicaciones estacionarias”

## **8. METODOLOGIA**

### **8.1. Diseño metodológico**

Para la consecución de los objetivos trazados en este proyecto se realizaron una serie de actividades que se describen a continuación en forma organizada y precisa:

Observación directa de personal realizando labores concernientes a las baterías.

Se realizó una descripción detallada de los procedimientos que se implementaban (ver capítulo 9, título 9.1) antes de la puesta en marcha del proyecto, en la utilización de las baterías empleadas, ésta se toma de la observación directa y encuesta de funciones (realizadas al personal encargado), para esto se hizo necesario la creación de una encuesta con preguntas claves que arrojaron información relevante en nuestro aspecto en cuestión; el formato de encuesta se encuentra en anexos.

Se documentó y analizó información acerca del manejo adecuado de baterías para su óptimo rendimiento y vida útil (marco teórico).

Una vez recolectada y organizada la información y apoyándonos en el marco teórico, se procedió a compararla de manera minuciosa con la teoría y se identificaron las fallas en el manejo y sus repercusiones negativas, esta comparación se materializó en un cuadro comparativo (ver capítulo 9: “esquema temático”, título 9.3: “identificación de fallas en el manejo de las baterías”).

Se reformaron algunas baterías que se encontraban dañadas logrando su repotencialización y se procedió a hallar el beneficio económico logrado con éstas reformas.

Con base en la mejor evidencia posible se hicieron recomendaciones de forma sistemática de las acciones a realizar en cuanto al manejo técnico que debe darse a las baterías, estas observaciones se presentan en el documento “PLAN DE MANTENIMIENTO PARA BATERIAS ACIDO PLOMO DESTINADAS A MONTACARGAS DE INDUSTRIA DE ALIMENTOS ZENÚ” (ver anexos).

Se identificaron posibles impactos ambientales que implicaron la ejecución del proyecto y su respectivo plan de contingencia.

## **8.2. Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo exploratorio ya que se examina un problema que no se había abordado, dentro de la compañía.

## **8.3. Fuentes de información**

**Fuentes de información primaria:** Para este proyecto tiene como fuentes de información todo el personal dentro de la compañía encargado del manejo técnico de baterías que consta de tres operarios técnicos: Jhon Edisson Bedoya estudiante de tecnología electromecánica, Juan Carlos Román estudiante de ingeniería mecatrónica, Walter Mauricio Cano técnico Diesel y un coordinador: Henry Jhoan Álvarez estudiante de ingeniería mecánica.

**Fuentes de información secundaria:** se obtendrá información mediante encuestas realizadas a los técnicos y operarios de equipos transportadores de carga, observación ordinaria y participante, igualmente se recopilara información de síntesis bibliográficas.

## **8.4. Procedimiento**

- Encuesta y entrevista con técnicos operadores de las baterías
- Observación del trabajo cotidiano que se hace con las baterías
- Recopilación de bibliografía pertinente acerca del tema de manejo técnico de baterías
- Síntesis acerca del manejo técnico óptimo de baterías.

## **8.5. Instrumentos**

Los instrumentos que se utilizaron para levantar los datos fueron:

Observación directa. Formato de encuesta con preguntas abiertas (ver anexo 1).

## **8.6. Análisis de información**

Se realizó análisis descriptivo de la información, síntesis del marco teórico, recopilación de la información necesaria para tratar el problema.

## **9. ESQUEMA TEMATICO**

### **9.1. Descripción detallada del manejo que se daba a baterías antes de implementar el proyecto.**

Al realizar observación directa al personal encargado de la manipulación de las baterías y una encuesta acerca de las funciones que realizan, se elaboró la siguiente lista con los pasos convencionales del uso dado a estas baterías.

#### **Descripción de procedimiento:**

- La batería después de descargada, es llevada por el operario a los diferentes cuartos de batería, la indicación de descarga es automática.
- Estas baterías son llevadas por medio del elemento de transporte (polipasto, carro porta baterías) y es puesta junto con las demás para iniciar su proceso de cargar.
- Se procede a conectar el cargador si está disponible, de lo contrario se procede a dejarla pendiente para descargar cuando algún cargador esté disponible.
- Este ciclo dura alrededor de 8 horas, el cargador automático determina el fin de la carga, se procede a desconectar.
- Se verifica que el nivel del electrolito de las baterías descargadas este por encima de la malla, porque de lo contrario se procede a llenarla hasta aproximadamente 12 mm arriba de la malla (no se lleva registro de verificación).
- Durante el transcurrir del tiempo, la batería era desechada debido a que su vida ha menguado restándole autonomía de trabajo.
- Eventualmente se realizan pruebas de la densidad, la temperatura adecuada, voltaje y pruebas de descarga.
- Cargar la batería con el cargador adecuado, existen diferentes tipos de baterías como diferentes tipos de cargadores
- Cuando no hay disponibilidad de cargadores se debe optar por parar el equipo antes que utilizar la batería sin estar completamente cargada.

- En la estantería siempre hay disponibilidad de bicarbonato de soda como norma de seguridad.
- Se realiza limpieza al exterior de las baterías limpiando bornes, conectores de rejillas, inspeccionando cableado que tenga aislamiento (no se hace registro).

### 9.2. Plan de mantenimiento adecuado de baterías

Después de hacer un exhaustivo estudio del marco referencial se procedió a elaborar un plan de mantenimiento sucinto y práctico para el manejo óptimo de las baterías dentro de la organización, este contiene los procedimientos que se deben llevar a cabo en la labor diaria.

Este plan se encuentra en el ítem de anexos, anexo número 2.

### 9.3. Identificación de fallas en el manejo de baterías

Una vez registrado el manejo que se le daba a las baterías y el manejo establecido en el plan de mantenimiento adecuado de las baterías, se identificaron cuales prácticas no estaban acordes con el procedimiento y se realizó un análisis de si esta diferencia en la práctica trae repercusiones negativas, logrando así establecer una serie de fallas en el manejo de las baterías.

Las fallas encontradas y su respectiva repercusión son las siguientes:

<b>Manejo requerido</b>	<b>Manejo dado</b>	<b>Cumplimiento</b>	<b>Repercusión negativa</b>
Después de cargada la batería asegurarse que el nivel de agua sea el adecuado	Se revisa el nivel del electrolito de las baterías durante la semana pero no se llevan registros	Al no llevarse registro no se asegura que cada batería mantenga su nivel adecuado	Se puede estar pasando por alto algunas baterías o repetición innecesaria con la posibilidad de generarse gasificación.
El agua destilada debe agregarse una vez cargada la batería	El agua sólo se agrega una vez terminada la carga	OK.	

La batería se debe cargar siempre inmediatamente después de haber sido descargada	La batería después de descargada es llevada a los diferentes cuartos de baterías para ser cargada	OK.	
Una vez al mes se aconseja prolongar la carga final (carga compensadora)	Se realiza la carga compensadora pero no se hace registro de esto	Al no llevarse registro, no hay certeza de que a todas se les realice este proceso	Propensión a que se quemen todas las celdas
llevar registro de las mediciones realizadas a las baterías	No se lleva ningún tipo de registro	Realización de controles irregulares	No se garantiza mantenimiento efectivo a todas las baterías. Disminuyendo su vida útil.
Al agregar agua desmineralizada no sobrepasar el nivel	No existe método de determinación de nivel máximo	No se cumple	Puede provocarse derrame de ácido dañando asimilación y conservación de la batería
Lavar con agua común periódicamente	Se lava con agua común cuando se visualiza necesario	No se realiza con la frecuencia requerida	Incremento de sulfatación, se presenta oxidación y corrosión del cofre de la batería
La temperatura de una batería debe estar entre 30 y 50 °C	Se mantiene en temperatura adecuada	OK.	
Evitar la sobrecarga	El cargador es automático sin embargo no existe control para no volver a ser conectada por error	No completamente	Si ocurre habrá gasificación y disminución de vida útil

La batería no debe permanecer cargadas o descargada por mucho tiempo	Como existen equipo que solo trabajan por temporadas puede ocurrir la inactividad de la batería	No completamente	Esto genera: sulfatación, corrosión y disminución de la vida útil.
--	---	------------------	--

#### **9.4. Reformas realizadas a baterías que se encontraban deterioradas por incorrecto manejo técnico**

En industrias de alimentos Zenú existen 80 baterías, de las cuales el 80% de estas, según el proveedor, están cumpliendo el ciclo de vida útil, es aquí en donde se ha encontrado la necesidad de mejorar la condición de estos dispositivos y así alargar y mejorar el tiempo de autonomía que estas deben poseer, también así a aquellas baterías que aunque no están cercanas a terminar su vida útil, están fallando en su autonomía.

Se propone a toda batería que este fallando en su autonomía y aun no cumpla con su tiempo de vida útil, realizarle las manipulaciones mecánicas que sean necesarias para recuperarla, para ello se tomaron una muestra de doce baterías, las que poseían más dificultad, y describió como debe realizarse el procedimiento planteado.

##### **✓ Evaluación de las baterías tratadas:**

Estas presentaban problemas en la autonomía, en donde su tiempo de trabajo eran tres horas y media (el óptimo son ocho horas); su ciclo de vida útil estaba en cuatro años y medio (el esperado era de cinco años).

##### **✓ Lista de materiales requeridos:**

- \*cables 4 0
- \*conector batería SB 350
- \*Tapas para celdas
- \* Bicarbonato de sodio (neutralizador de ácido sulfúrico)
- \* Puentes conectores entre celdas

##### **✓ Descripción de los elementos que reviviremos:**

- \* Los cables de potencia
- \* El conector
- \* Los puentes interconectores de celdas (los deteriorados)
- \* Limpieza del cofre con bicarbonato y agua

✓ **Descripción del procedimiento:**

Se hizo remplazo de los cables de potencia, conector, cambio de puentes de interconexión de celdas y por medio de un cargador análogo se realizaron procesos de carga y descarga para provocar que el sulfato interno dentro las celdas fuera desprendido; así se logró limpiar las placas de las celdas y mejorar la autonomía de estas.

✓ **Descripción de resultados obtenidos**

Se pudieron recuperar las doce baterías, ya que su autonomía se normalizó y por consecuencia se extiende su vida útil (aproximadamente un año más).

### **9.5. Beneficios económicos generados por el proyecto**

Los beneficios generados en la primera parte del proyecto no son medibles, ya que son beneficios que implican la prevención y minimización de daños y desgastes en la batería, pero la segunda parte de éste proyecto que implicó alargar la vida útil de ciertas baterías, (en este caso 12 de las cuales siete eran grandes y cinco pequeñas) genera beneficios económicos debido a que se prescinde, durante aproximadamente un año, del gasto que implicaba la compra de una nueva batería, este ahorro puede ser cuantificable de la siguiente manera:

Numero de baterías reformadas y/o reparadas = 12, discriminadas así:

- ✓ 7 baterías grandes (las llamaremos baterías A) con costo unitario actual de 18'000.000 de pesos
  - ✓ 5 baterías pequeñas (las llamaremos baterías B) con un costo unitario actual de 5'400.000 de pesos
- Se calcula haber prolongado la vida útil de cada una de estas por el periodo de un año.

Cuantificamos el costo de un año de funcionamiento de la batería así:

- ✓ 18'000.000 de pesos es costo de batería A por un servicio de funcionamiento esperado de 5 años en condiciones óptimas (vida útil provista por el proveedor)

$$\text{Costo de un año de servicio} = \frac{18'000.000 \$}{5 \text{ años}} = 3'600.000 \$$$

Así que este al ser el costo de un año de servicio, es el ahorro por el mismo año que se prolonga la vida útil de la batería, en este caso las baterías que llamamos A son siete, representando un ahorro económico total por estas de:

$$\text{Ahorro total en baterías A} = 3'600.000 \$ \times 7 = 25'200.000 \$$$

- De la misma manera se calcula el ahorro de las cinco baterías que llamamos B:
  - ✓ 5'400.000 \$ es costo de batería B por un servicio de funcionamiento esperado de 5 años en condiciones óptimas (vida útil provista por el proveedor)

$$\text{Costo de un años de servicio} = \frac{5'400.000 \$}{5 \text{ años}} = 1'080.000 \$$$

Así que este al ser el costo de un año de servicio, es el ahorro por el mismo año que se prolonga la vida útil de la batería, en este caso las baterías que llamamos B son cinco, representando un ahorro total por estas de:

$$\text{Ahorro total en baterías B} = 1'080.000 \$ \times 5 = 5'400.000 \$$$

Ahorro total en reparación y/o reforma de baterías = ahorro en baterías A + ahorro en baterías B = 25'200.000\$ + 5'400.000\$ = 30'600.000 \$

#### 9.6. Análisis costo beneficio

Del capítulo 10 (presupuesto) hallamos que el costo total del proyecto fue de 3'193.892 de pesos, comparando este coste con los beneficios económicos del proyecto tenemos la siguiente ganancia:

Costo del proyecto= 3'193.892 de pesos

Ahorro total en reparación y/o reforma de baterías= 30'600.000 de pesos

$$\text{Ganancia} = \text{Ahorro} - \text{Costo}$$

$$\text{Ganancia} = 30'600.000 - 3'193.892 = 27'406.108 \$$$

Gasto que se hacía necesario para reponer las 7 baterías A y las 5 baterías B que ya estaban llegando al fin de sus vidas:

- Baterías A

$$18'000.000\$ * 7 = 126'000.000\$$$

- Baterías B

$$5'400.000\$ * 5 = 27'00.000\$$$

$$\text{Total de gasto en reposición de baterías} = 126'000.000\$ + 27'000.000\$$$

$$= 153'000.000\$$$

Concluimos que este proyecto es totalmente conveniente ya que pospone por un año el egreso de 153'000.000\$ destinados a compra de baterías que reemplazarán a las que están terminando su vida, además que estas baterías reparadas representan un ahorro de **27'406.108\$**; (se resalta que los costos asociados al mantenimiento de las baterías intervenidas en el proyecto, están incluidos en el costo del proyecto).

## 10. PRESUPUESTO

El presupuesto necesario para la ejecución de este proyecto se presenta en las siguientes tablas, así como sus fuentes de financiación.

<b>PRESUPUESTO GOLBAL DEL TRABAJO DE GRADO</b>				
RUBROS	FUENTE DE FINANCIACIÓN			TOTAL
	ESTUDIANTE	UNIVERSIDAD	INDUSTRIA	
GASTOS DE PERSONAL	0	0	1350652	1350652
MATER. Y SUMINISTROS	0	0	1843240	1843240
EQUIPOS	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3193892</b>	<b>3193892</b>

<b>DESCRIPCION DE LOS GASTOS DE PERSONAL</b>						
NOMBRE	FUNCIÓN	DEDICACIÓN HORA/SEM.	FUENTE DE FINANCIACIÓN			TOTAL
			ESTUD.	UNIVER.	INDUSTRIA	
HENRY ÁLVAREZ	EJECUTAR	6 HR/ 8 SEM	0	0	251800	251800
JAVIER ZULUAGA	EJECUTAR	6 HR/ 8 SEM	0	0	402852	402852
ENERGIA INTEGRAL ANDINA	REPARACION BATERIAS	CONTRATO	0	0	600000	600000
<b>TOTAL</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1350652</b>	<b>1350652</b>

<b>DESCRIPCION DE MATERIALES Y SUMINISTROS</b>				
MATERIAL	VALOR FINANCIADO POR LA INDUSTRIA			TOTAL IVA INCL. (16%)
	CANTIDAD	VLR UNITARIO	VLR TOTAL	
CABLES 4 0	9	80000	720000	835200
CONECTOR BATERIA SB 350	6	74000	444000	515040
TAPAS PARA CELDAS	50	1500	75000	87000
BICARBONATO DE SODIO *	0	0	0	0
PUNTES CONECT. ENTRE CELD.	10	35000	350000	406000
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>190500</b>	<b>1589000</b>	<b>1843240</b>

\*suministro proporcionado por la compañía (costo no representativo)

<b>DESCRIPCION DE EQUIPOS</b>				
DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	FUENTE DE FINANCIACIÓN			TOTAL
	ESTUDIANTE	UNIVERSIDAD	INDUSTRIA	
CARGADOR ANALOGO**				0
<b>TOTAL</b>				<b>0</b>

\*\* Aprovechamiento equipo existente en la compañía

## 11. CRONOGRAMA

A continuación se presentan en diagrama de Gantt las actividades que fueron proyectadas y el tiempo que se requirió para el cumplimiento de ellas:

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	MESES Y SEMANAS							
		MES 1				MES 2			
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Diagnostico a procedimientos llevados	Observación directa	■							
	Aplicación de encuesta	■							
	Descripción detallada		■						
Identificación de fallas	Análisis de marco teórico		■						
	cuadro comparativo manejo		■						
Elaborar plan mantenimiento	Lista de procedimientos a seguir					■			
	Elaboración de plan mantenimiento					■	■		
Reforma de baterías	Identificación baterías mal estado			■					
	Diagnóstico reparación de baterías			■					
	Describir herramientas necesarias			■					
	Reparación de baterías			■	■	■			
Análisis costo beneficio	Hallazgo de beneficios						■		
	Evaluación de beneficios						■		
	Beneficios reforma baterías usad.						■		
	Análisis de costo proyecto							■	
Posibles consecuencias ambientales	Identificar condiciones ambientales								■
	Evaluar posibles impactos								■
	Medidas de mitigación								■

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el desarrollo de este trabajo se logró cumplir con todas las actividades propuestas. Se contó con completa disposición y apertura por parte de industria Zenú S.A.S., se contó con todas las herramientas requeridas y el tiempo proyectado para este, además se cumplieron las actividades de mejoras proyectadas como el alargamiento de la vida útil de algunas baterías, también se logró que hasta la fecha se implementaran las reformas establecidas.

Los resultados al final del proyecto fueron:

RESULTADO	INDICADOR	BENEFICIARIO
Diagnóstico de procedimientos que se implementaba en manejo técnico de las baterías	Listado con descripción de procedimientos (ver capítulo 9.1)	Operantes del proyecto
Identificación de fallas humanas y mecánicas en el manejo de las baterías	Cuadro comparativo condiciones reales versus condiciones ideales (capítulo 9.3)	Operantes del proyecto
Baterías averiadas ya reformadas	Informe de baterías restauradas (capítulo 9.4)	La compañía
Plan de mantenimiento para baterías	Documento (anexo 2)	La compañía
Estudio ambiental posibles contingencias y consecuencias ambientales	Informe de repercusión ambiental (capítulo 12.3)	El medio ambiente

### 12.1. Diagnóstico del manejo que se le daba a baterías

Con el tiempo, todas las baterías pierden la capacidad de acumular carga, ya que con cada descarga se pierde algo del material activo; sin embargo, la vida útil de las mismas puede ser prolongada si se las mantiene cargadas, no se sobrecargan ni descargan en exceso, permanecen en un lugar que no sufre temperaturas extremas, no son sometidas a cortocircuitos, y se reemplaza el agua destilada que pierden.

Se hace necesario conocimiento a fondo de las limitaciones intrínsecas de las baterías para poder lograrse el correcto uso del sistema y así prolongar su vida útil

y grado de fiabilidad; con este fin se hizo una revisión exhaustiva de las condiciones ideales, llevadas a la práctica, de las baterías y se realizó una comparación con las prácticas de manejo de esta dentro de la industria de alimento Zenú, encontrándose lo siguiente:

- Se encontró que en general a las baterías si se les estaba realizando el manejo y mantenimiento que teóricamente es requerido pero se halló fallas especialmente en los registros de estas actividades, ya que no existe un sistema de registro de las actividades realizadas y al no registrar esas actividades (como medida de densidad de cada batería, carga compensadora, verificación de nivel después de descarga...etc.) cabe la posibilidad que algunas de esas actividades sufrieran repeticiones o ausencia de implementación en algunas baterías.
- Las baterías cargadas, descargadas y en carga son almacenadas en el mismo espacio físico además que no se rotulaban, lo que había podido o pudo ocasionar una confusión con el respectivo estado de cada una y permitir una sobre carga (por cargar una batería que ya está cargada) o que alguna batería permanezca sin cargar por un tiempo prolongado.
- Después de cargada la batería se nivelaba el electrolito si su nivel no cubría la malla completamente, la malla esta como medidora de nivel mínimo, pero no existe ninguna referencia para el nivel máximo, lo que podría generar un sobrellenado y derramamiento del agua desmineralizada y así deteriorarse el sistema.
- La batería debe lavarse con agua común y bicarbonato de sodio periódicamente, se encontró que esta limpieza que se debe hacer a las baterías mensualmente, no se realiza con esa frecuencia.

## **12.2. Implementaciones o mejoras realizadas**

Con este proyecto se intervinieron básicamente dos aspectos:

- La creación e implementación de un plan de mantenimiento para formalizar y mejorar el trabajo que se viene haciendo.

Se realizó este plan de mantenimiento y se puso en marcha inmediatamente, para ello se hizo necesario divulgar los nuevos formatos de registro de actividades que debían llevarse, las rotulaciones que debían ponerse a las baterías según su estado (cargada, descargada o en carga), e implementar el cuadro de mantenimiento (ver anexos).

- Recuperar o arreglar baterías que estaban cumpliendo su ciclo de vida útil.

Lo que se pretendió en este punto era mostrar como algunas baterías que ya estén cumpliendo con su vida útil o bien todavía les quede más tiempo, pero estén presentando problemas con su autonomía, pueden ser reparadas o modificadas con el fin de extender su vida útil o mejorar su eficiencia según sea el caso, pero por razones de logística sólo se tomaron unas cuantas baterías como muestra de la reparación que se pretende; las baterías que se tomaron de muestra presentaban problemas en la autonomía, en donde su tiempo de trabajo eran tres horas y media; su ciclo de vida útil estaba en 4 años y medio; el procedimiento fue solicitar ayuda de un proveedor externo y pedirle que le hiciera las siguientes mejoras: reemplazo de los cables de potencia, conector, cambio de puentes de interconexión de celdas; a estas mismas baterías dentro de la compañía se le realizó el siguiente procedimiento: por medio de un cargador análogo realizamos procesos de carga-descarga para provocar que el sulfato interno dentro las celdas fuera desprendido, así se logró limpiar las placas de las celdas y mejorar la autonomía de estas.

De esta manera se recuperaron doce baterías, extendiendo su vida a un tiempo esperado de un año cada una, retrasando la inversión del dinero en compra de nuevas baterías.

Se recomienda implementar reparaciones y reformas a las baterías en caso de presentar síntomas que muestren que debe ser reemplazada, de la manera descrita en el numeral anterior: “implementaciones o reformas realizadas”

### **12.3. Repercusiones ambientales de la ejecución del proyecto**

Con el propósito de conservar, proteger, recuperar y/o mejorar los recursos naturales existentes y el medio ambiente en general, así como la salud y calidad de vida de las personas se realizó un análisis acerca de los efectos ambientales de la ejecución de este proyecto hallándose que:

No se encontraron efectos negativos diferentes a los que ya pudieran existir en la manipulación cotidiana, ya que el mayor impacto ambiental al manipular estas baterías es su disposición final y en nuestro caso en particular reducimos estos residuos, porque una de las metas primordiales de este proyecto es extender la vida útil de las baterías, resultando este con efecto ambiental benéfico.

La única derivación negativa indirecta que puede generar el proyecto es un derrame, para lo cual tomamos algunas medidas de contingencia descritas a continuación:

El proceso de carga en una batería de Pb-ácido genera dos tipos de gases: oxígeno e hidrógeno, ambos son sumamente activos, de manera que las baterías deben estar en un lugar que tenga ventilación al exterior ya que en particular, una

llama o chispa puede iniciar una reacción química entre el oxígeno y el hidrógeno, generando una fuerte explosión, por ello es importante no producir chispas eléctricas en el área donde se alojan las baterías.

El electrolito de estas baterías es altamente corrosivo, atacando metales y sustancias orgánicas, al manejar baterías de Pb-ácido se recomienda el uso de guantes, botas y ropa protectora de goma, si accidentalmente se llegare a entrar en contacto con el electrolito, lavarse las manos con abundante agua, para evitar el ataque a la piel, es muy importante tener a mano bicarbonato de sodio, esta sustancia neutraliza al ácido sulfúrico y dado su bajo costo, puede usarse para neutralizar ácido derramado en el piso o en herramientas.

Se implementó en las zonas de manipulación de las baterías un kit de protección personal (guantes, botas y ropa protectora de goma), señalización que prohíba fumar dentro del área, una toma de agua y bicarbonato de sodio en un lugar visible.

Se creó un sistema de contención alrededor de la zona donde se manipulan las baterías evitando que el derrame vaya a los drenajes.

Se crearon programas de capacitación al personal encargado de la manipulación de las baterías, donde se buscó instruir acerca de cómo atenuar las causas de un posible derrame.

#### **12.4. Repercusiones económicas**

Uno de los objetivos claves al poner en marcha este proyecto fue el retraso de la inversión inmediata de capital debido a que era necesario reemplazar aproximadamente el 80% de las baterías de la compañía de la industria de alimentos Zenú S. A. S.

En este proyecto sólo se trabajó con una muestra de 12 baterías que según las fallas que mostraban y el tiempo establecido por el proveedor eran equipos que debían ser rápidamente sustituidos; después de hacer un análisis de los beneficios económicos del proyecto (título 9.5.) se encontró que sólo con esta muestra se ahorró 27'406.108 \$ en reparación y reforma de baterías al haber extendido su vida útil en un año, además de postergar la inversión de 153'000.000\$ destinados a compra de baterías que reemplazarían a las que están terminando su vida

Esto, teniendo en cuenta que son resultados obtenidos de trabajar con las 12 baterías muestreadas nos da el indicio de que al aplicarlo a toda la población de baterías afectadas se obtendrán utilidades mucho más altas.

Se recomienda convertir este proyecto en una práctica de trabajo futura.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Artículo de libro.** Bosch Robert, 1<sup>ra</sup> edición 1996, Alemania, cuidados de la batería, Pagina 805, Manual de la técnica del automóvil, Editorial Reverté.

**Libro.** Alonso, J.M. 2004. Técnicas de automóvil: Equipo eléctrico. 10<sup>a</sup> Edición actualizada. Thomson Paraninfo, S.A.

**Manual.** Manual de baterías Bosch.

[http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF\\_es/Bater%C3%ADas/Bater%C3%ADas\\_Manual.pdf](http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Bater%C3%ADas/Bater%C3%ADas_Manual.pdf)

**Guía:** Manejo de baterías en uso. Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo-acido usadas.

**Artículo.** Titulo artículo: Baterías recargables, Revista: Mundo electrónico (Barcelona), N° 327, enero 2002, pág. 69 – 74, Autor: Sergio Lorenzi.

**Artículo.** Titulo artículo: Conozca a fondo: las baterías estacionarias, Revista: Silicio (Medellín), Volumen 1 N° 2, octubre de 1994, pág. 47 – 52, Autor: Edgar Enrique Ramírez Parra.

#### DISPONIBLE EN INTERNET:

<http://ayudaelectronica.com/mantenimiento-requerido-baterias-plomo-acido/>

<http://ayudaelectronica.com/baterias-de-plomo-acido-principio-de-funcionamiento/>

<http://www.regebat.com.mx/#!sulfatacion/cu53>

<http://www.youtube.com/watch?v=Allq-USogs8>

<http://www.montacargasdemexico.com/contenido.php?simId=50>

# **ANEXOS**

**ANEXO 1.**

**FORMATO PARA ENCUESTA DE ENTREVISTA A PERSONAL ENCARGADO DE MANEJO MECÁNICO DE LAS BATERÍAS**

**RESPONDA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS LO MÁS ESPECÍFICAMENTE POSIBLE:**

1. ¿Sabe que son y para qué sirven las baterías plomo ácido utilizadas por los equipos de transporte de carga?

---

---

---

2. ¿Qué acciones realiza con las baterías?

---

---

---

---

3. ¿Lleva registro de las acciones realizadas a las baterías?; ¿por qué?

---

---

4. ¿De quién recibió instrucción acerca del manejo que le da a las baterías?

---

---

5. Describas las diferentes causas que pueden generar pérdida de la vida útil en una batería.

---

---

6. ¿Recibe acompañamiento con respecto al manejo técnico de las baterías?

---

---

7. ¿Existe algún protocolo o plan a seguir respecto a las baterías?\_\_\_\_\_

## **ANEXO 2.**

### **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA BATERIAS ACIDO PLOMO DESTINADAS A MONTACARGAS DE INDUSTRIA DE ALIMENTOS ZENÚ**

#### **1. Introducción**

La batería de plomo - ácido provee electricidad a través de la conversión de energía química a energía eléctrica, es de operación simple aunque de reacciones químicas complejas. Las ventajas económicas, ecológicas y productivas del uso de acumuladores en los montacargas eléctricos, pueden obtenerse a través de la comprensión de los principios de la operatividad y atención a unos cuantos puntos rutinarios en su operación.

#### **2. Construcción**

Una batería de plomo - ácido consiste en dos o más celdas comunicadas, cada una de estas celdas comprende un vaso celda de polietileno con grupos de electrodos positivos y negativos aislados por un separador de polietileno micro poroso y sumergido en ácido sulfúrico.

Los vasos celdas son de polietileno.

Las placas positivas son del tipo tubular. Una espina de plomo revestida de óxido de plomo acorazada por una funda de fibra sintética resistente al ácido.

Las placas negativas son del tipo plano. Una rejilla plomo conteniendo óxido de plomo.

Los separadores son de polietileno micro poroso flexible.

Las conexiones internas son de plomo inyectado.

Las cubiertas del vaso celda son de polietileno termo soldadas al mismo.

Los tapones son del tipo clap llenado a mano o del tipo llenado automático, (opcional).

Las conexiones entre celdas son de plomo y protegidas con una cubierta de polietileno inyectado por evitar cortocircuito.

El contenedor de los vasos celda es de hierro tratado y protegido con pintura antiácida.

### **3. Indicaciones de uso**

8 Hs. TRABAJA.

8Hs. CARGA, (Máxima 20 de capacidad en Amp. ).

8Hs. REPOSO.

### **4. Especificaciones de los cuartos de baterías**

- Existen 6 de cuartos de baterías, que cubren las diferentes zonas de producción.
- Cada cuarto de baterías debe contar con los siguientes indicaciones: Cada espacio del cuarto debe estar debidamente rotulado y demarcado Como mínimo debe contarse con los siguientes espacios rotulados (baterías, rótulos indicativos, elementos de protección personal, kit de derrames, agua desmineralizada, elementos para las diferentes mediciones, formatos de registro y tablero con registros).

### **5. Funciones del personal no técnico**

- La batería después de descargada, es llevada a los diferentes cuartos de carga, la identificación de la descarga es dada por un dispositivo ubicado en los equipos transportadores de carga (montacargas, estibadoras... etc.), el cual garantiza que esta está siendo llevada a cargar en el momento requerido (medidor de carga).
- Por medio del elemento de transporte (polipasto, carro porta baterías) es puesta junto con las demás para iniciar su proceso de carga.
- Se verifica que la batería se haya ubicado en el lugar dispuesto para ella.
- Se procede a conectar el cargador para iniciar su carga inmediatamente (este ciclo de carga dura aproximadamente ocho horas que son mediadas automáticamente ya que se cuenta con un artefacto que identifica la carga adecuada). Colocar rótulo a batería que indique que esta se encuentra en estado de carga.
- Después de este ciclo se procede a desconectar la batería del cargador.

- Colocar rótulo que indique que la batería se encuentra cargada.
- Realizar el registro de carga en el formato establecido.
- Si en el momento no se encuentra cargador disponible, se debe colocar el rótulo que indique que la batería se encuentra descargada.
- Destinar un operario de producción, relacionado con alguno de los equipos transportadores de carga, capacitado para verificación del estado de las baterías (rondas) y proceder a su conexión o desconexión cuando sea oportuno e informar al personal técnico las eventualidades que se presenten.

## **6. Funciones del personal técnico**

- Realizar inspección diaria sobre baterías cargadas y garantizar que el nivel del electrolito cubra la malla totalmente sino se debe agregar agua desmineralizada hasta 15 mm arriba de la malla; a esta actividad se le debe efectuar registro (ver anexos).
- Verificación semanal de buen funcionamiento de los dispositivos de carga ubicados en los diferentes cuartos de baterías.
- Verificación del buen funcionamiento del medidor de carga, esta debe hacerse al realizar el mantenimiento preventivo del equipo transportador de carga (aproximadamente cada mes).
- Cumplir con las funciones establecidas en el cuadro de mantenimiento preventivo para baterías (ver anexos)
- Acompañamiento a personal operativo en el cargue, descargue de baterías y dudas generadas en el manejo de estas.
- Basado en los formatos que llevan los operarios, verificar que el ciclo de vida útil esperado sea afín al real y si se notará una disminución en este, se procede a realizar un estudio de las posibles causas y ofrecer soluciones.
- Hacer mantenimiento correctivo de las baterías que se encuentren con problemas.
- Arreglar baterías averiadas que puedan ser recuperadas.

- Disponer adecuadamente las baterías que han finalizado su ciclo de vida.

## 7. Recomendaciones

- Cuando se requiere de una batería y no hay disponibilidad de estas, se debe optar por parar el equipo antes que utilizar la batería sin estar completamente cargada.
- En la estantería siempre hay disponibilidad de bicarbonato de soda como contingencia.
- Las baterías siempre son cargadas inmediatamente después de su utilización.
- El cuarto de batería debe estar debidamente demarcada con cada zona.

## 8. Glosario

**Cuarto de carga:** cuarto dispuesto para realizar las cargas de las baterías, también llamado como cuarto de baterías, sala de carga.

**Electrolito:** cuerpo que en estado líquido o en disolución puede ser descompuesto por una corriente eléctrica, en nuestro caso se refiere al líquido ácido con el cual está cargada la batería.

**Rótulos indicativos:** letreros que se disponen para marcar las baterías, en nuestro caso manejamos tres tipos, batería cargada, batería cargando y batería descargada.

**Medidor de carga:** dispositivo que indica el estado de carga de las baterías hace parte de los equipos transportadores de carga.

**Ecualizar:** realizar un proceso de estabilización de la carga de las celdas de la batería, buscando que sea uniforme la carga en todas las celdas.

### ANEXO 3.

<b>GUIA DE DESPERFECTOS</b>		
Baja autonomía	Batería agotada	Cambiar
	Capacidad inadecuada	Elegir batería de mayor capacidad
	Puentes a masa	Limpiar sulfataciones
	Fuerte consumo de corriente	Controlar auto elevador
	Placas en corto circuito	Cambiar el elemento
	Carga insuficiente	Regular el temporalizador
Baja tensión	Elemento en corto circuito	Cambiar el elemento
	Fuerte consumo de energía	Controlar el auto elevador
Densidad baja	Carga insuficiente	Regular el temporalizador de carga
	Dispersión de ácido	Reponer ácido
	Elemento sulfatado	Carga baja corriente
Densidad despareja	Carga insuficiente	Controlar el cargador
	Elemento en corto circuito	Cambiar el elemento
	Aislamiento defectuoso	Controlar la aislación
Elementos a masa	Elemento sucio	Lavar batería
	Cajo corroído	Lavar y pintar
Perdida del electrolito	Elemento roto	Cambiar el elemento
	Superficie bañada en ácido	Agregar menos agua y lavar
	Vibración	Controlar auto elevador y pisos
Excesivo consumo de agua	Vaso roto	Cambiar el Vaso
	Carga excesiva	Controlar el cargador
	Batería agotada	Cambiar
	Elemento en corto circuito	Cambiar el elemento
Electrolito con temperatura	Consumo excesivo de corriente	Controlar el auto elevador
	Carga excesiva	Regular el temporalizador
	Elemento en corto circuito	Cambiar el elemento

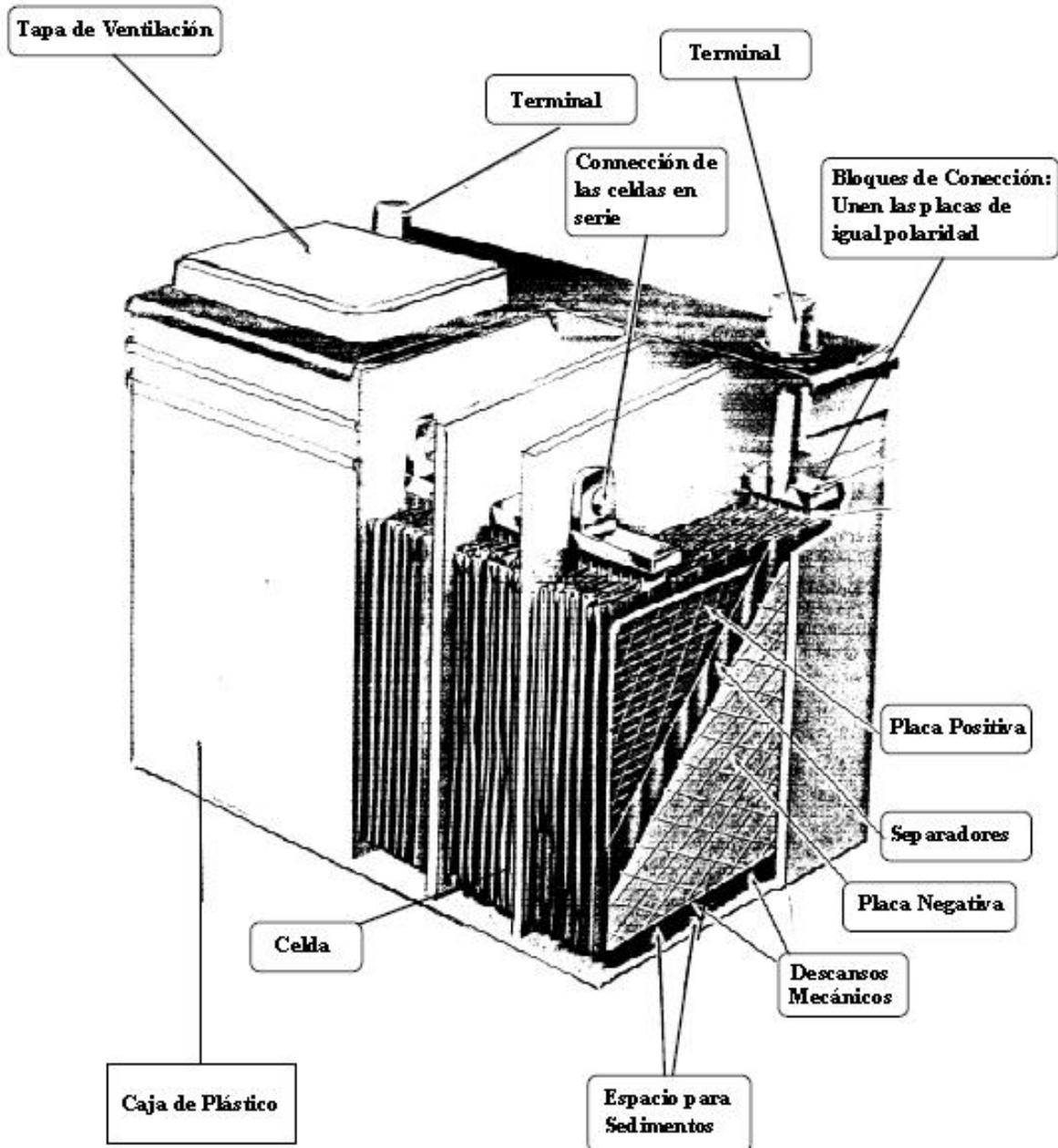
**ANEXO 4.**

**CUADRO DE MANTENIMIENTO**

	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANTAL</b>	<b>MENSUAL</b>
Densidad del electrolito (elemento testigo)			
Voltaje del elemento (elemento testigo)			
Densidad de todos los elementos			
Agregar agua	Cuando se considere necesario		
Cargar			
Medición de Voltaje de toda la batería			
Carga compensadora			
Limpieza			

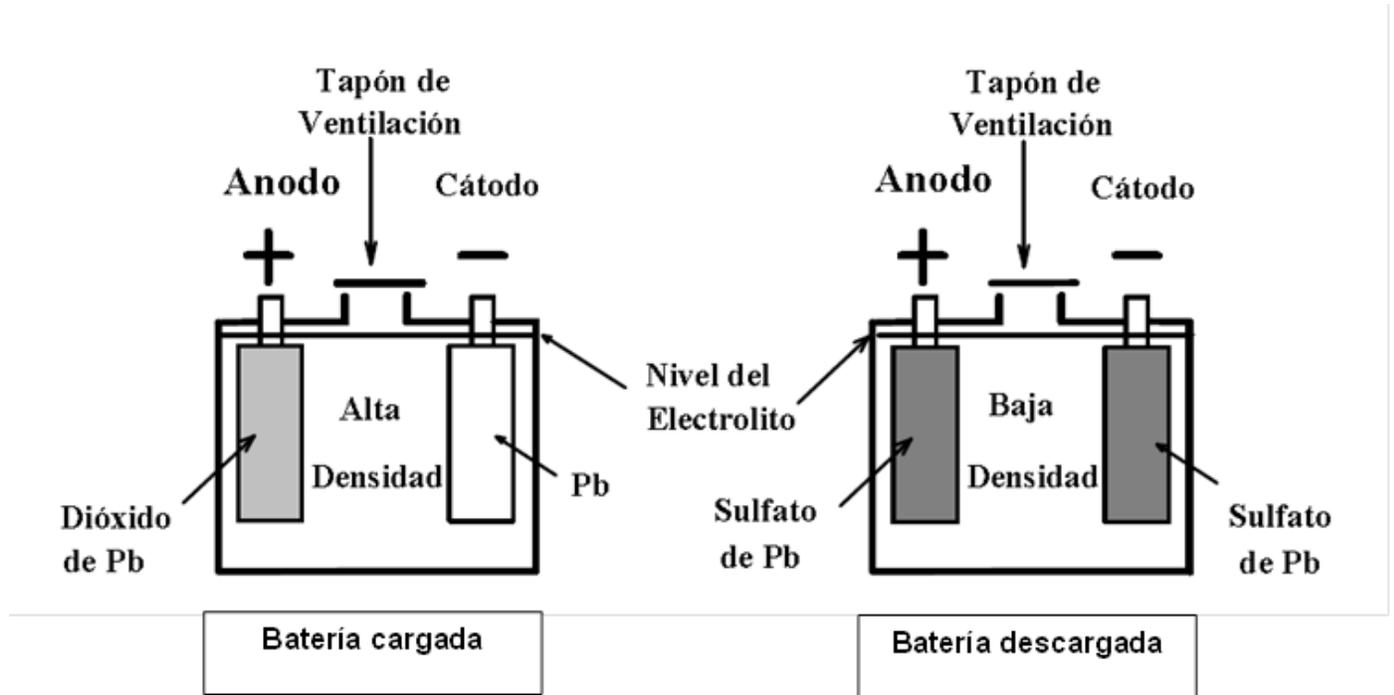
## ANEXO 5.

### DETALLES DE LA BATERIA DE PLOMO ACIDO



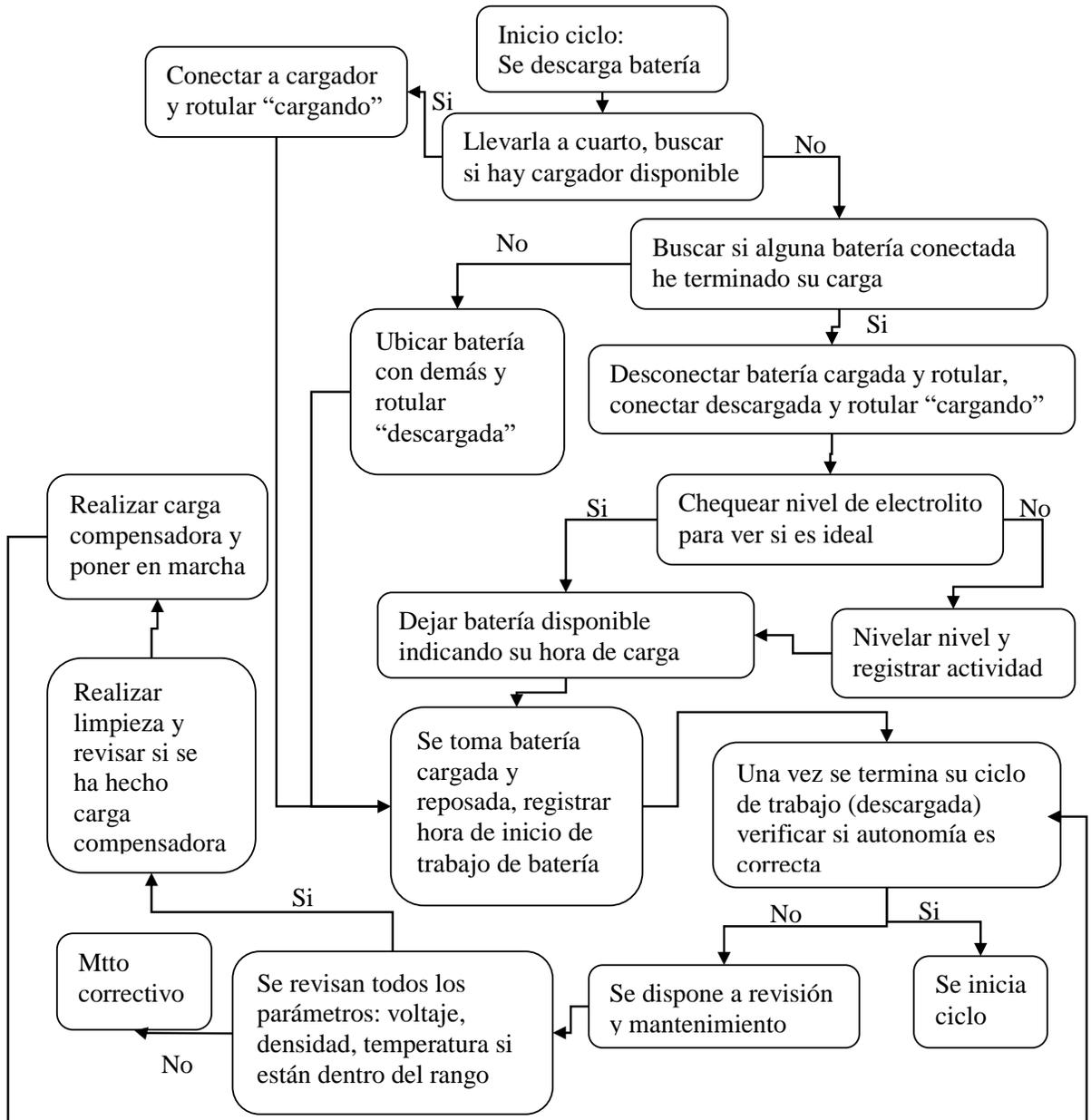
## ANEXO 6.

### ILUSTRACION DE LOS DOS ESTADOS DE LA BATERIA: CARGADA Y DESCARGADA





**ANEXO 8  
FLUJOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BATERIA**



**ANEXO 9:  
TABLA DE MANTENIMIENTO PARA LOS CUARTOS DE BATERÍA**

Tabla de mantenimiento para los cuartos de baterías				
ítem/semana	1	2	3	4
Medición de Voltaje	Cuarto 1	Cuarto 6	Cuarto 2	Cuarto 3, 4 y 5
Medición de Densidad	Cuarto 1	Cuarto 6	Cuarto 2	Cuarto 3, 4 y 5
Temperatura	Cuarto 1	Cuarto 6	Cuarto 2	Cuarto 3, 4 y 5
Limpieza y ajuste de conexiones de cables	Cuarto 1	Cuarto 6	Cuarto 2	Cuarto 3, 4 y 5
Comprobación de daños en caja o fugas de electrolito	Cuarto 1	Cuarto 6	Cuarto 2	Cuarto 3, 4 y 5
Ajuste de Nivel de electrolito	Cuarto 1	Cuarto 6	Cuarto 2	Cuarto 3, 4 y 5
carga compensatoria	Cuarto 1	Cuarto 6	Cuarto 2	Cuarto 3, 4 y 5

- Las ochenta baterías están repartidas entre los seis cuartos
- Las baterías están repartidas en los cuartos así: 34 baterías en cuarto 1, 12 baterías en cuarto 2, 2 baterías en cuarto 3, 4 baterías en cuarto 4, 4 baterías en cuarto 5 y 19 en el cuarto 6
- No incluye la operación de carga porque esta depende del funcionamiento de elemento transportador

