

**Universidad Internacional del Ecuador**

**Escuela de Ingeniería Automotriz**



**TEMA:**

**METODOLOGÍA DE PRUEBA PARA ANÁLISIS DE FALLAS EN BATERÍAS  
AUTOMOTRICES CON TECNOLOGÍA PLOMO-ÁCIDO GRUPO 42**

**Proyecto de Titulación para la obtención del Título de Ingeniero Automotriz**

**Barreiro García Sergio Alejandro**

**Director: Ing. Oscar Orellana Cruz, MsC.**

Guayaquil-Ecuador

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN (ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD)**

Yo, Sergio Alejandro Barreiro García, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

SERGIO ALEJANDRO BARREIRO GARCIA

C.I. 0921954277

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**

Ing. Oscar Orellana Cruz, MSc.

**CERTIFICA**

Que el trabajo de “METODOLOGÍA DE PRUEBA PARA ANÁLISIS DE FALLAS EN BATERÍAS AUTOMOTRICES CON TECNOLOGÍA PLOMO-ÁCIDO GRUPO 42” realizado por el estudiante: Sergio Alejandro Barreiro García ha sido guiado y revisado periódicamente, cumpliendo las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. Este trabajo consta de un empastado que contiene toda la información del mismo. Autoriza el señor: Sergio Alejandro Barreiro García que lo entregue a la biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, enero 2020

Ing. Oscar Orellana Cruz MSc

Docente de cátedra

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA**

Principalmente quiero agradecer a Dios por ser mi guía y acompañante en el transcurso de mis días, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mi esposa, por confiar en mí y por estar siempre presente. A mi hijo, quien es mi mayor motivación. A mi familia, por todo su amor, en especial a mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente.

A mis profesores de tesis, por haberme guiado en el trabajo de titulación como en mi carrera universitaria y por haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Sergio Alejandro Barreiro García

## ÍNDICE

CERTIFICA .....	ii
AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA .....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1.    Definición del problema .....	1
1.2.    Objetivos de la investigación.....	3
1.2.1.  Objetivo General.....	3
1.2.2.  Objetivos específicos .....	3
1.3.    Justificación .....	3
1.3.1.  Justificación teórica .....	3
1.3.2.  Justificación metodológica .....	4
1.3.3.  Justificación práctica.....	4
1.3.4.  Delimitación temporal .....	4
1.3.5.  Delimitación geográfica.....	4
1.3.6.  Delimitación del contenido.....	4
CAPÍTULO II .....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1.    Batería automotriz.....	5
2.2.    Estructura de una batería Plomo o Derivados.....	6
2.2.1.  Electrolito.....	6
2.2.2.  Caja plástica.....	7

2.2.3.	Separadores .....	7
2.2.4.	Rejilla.....	7
2.2.5.	Placas .....	7
2.3.	Batería de Plomo-Ácido.....	9
2.4.	Tipos de Baterías .....	11
2.4.1.	Batería bajo mantenimiento .....	11
2.4.2.	Batería libre de mantenimiento.....	11
2.4.3.	Batería de ciclo profundo.....	12
2.4.4.	Batería Dry charged .....	13
2.5.	Tipos de carga en baterías plomo-ácido.....	14
2.5.1.	Carga rápida.....	15
2.5.2.	Carga a voltaje constante .....	15
2.5.3.	Flotación .....	16
2.5.4.	Carga a corriente constante.....	17
2.6.	Problemas con cargas y descargas de batería .....	17
2.6.1.	Sobrecarga o insuficiencia de carga.....	18
2.6.2.	Consecuencia de descarga.....	19
2.6.3.	Consecuencia de la carga .....	20
2.7.	Temperatura de operación del motor .....	21
2.8.	El alternador.....	22
2.8.1.	Identificación de los fallos .....	23
2.9.	Herramientas y equipos .....	24
2.9.1.	Multímetro Fluke 289 .....	24
2.9.2.	JDiag BT-100.....	26
2.9.3.	Sensor temperatura DATA LOGGER .....	27
2.9.4.	Densímetro ANTON-PAAR.....	27
2.9.5.	Cargador de batería .....	28
2.9.6.	Comprobador BAT110 .....	29

2.9.7.	Lector OBD II ELM 327 .....	30
2.10.	Métodos de investigación .....	31
2.10.1.	Método analítico .....	31
2.10.2.	Método comparativo .....	32
2.11.	Norma SAE.....	33
2.11.1.	Proceso de test de batería.....	33
2.12.	Vehículos con baterías grupo 42.....	35
CAPÍTULO III.....		37
METODOLOGÍA .....		37
3.1.	Introducción .....	37
3.2.	Metodología de experimentación.....	37
3.2.1.	Proceso de revisión de batería Plomo-ácido .....	41
3.2.1.1.	Procedimiento de revisión de batería tecnología plomo-ácido .....	42
3.2.2.	Análisis eléctrico de la batería en vehículo: .....	44
3.2.2.1.	Proceso .....	49
CAPÍTULO IV.....		51
RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....		51
4.1.	Introducción .....	51
4.2.	Análisis de la batería del grupo 42.....	51
4.2.1.	Análisis en batería sometida a mantenimiento.....	52
4.2.2.	Análisis en batería sin mantenimiento .....	55
4.2.3.	Comparación entre baterías.....	58
CONCLUSIONES .....		61
RECOMENDACIONES .....		62
BIBLIOGRAFÍA.....		63
ANEXOS .....		65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Baterías Bosch (Bosch, 2019) .....	5
<i>Figura 2.</i> Partes de una batería automotriz (Federico, 2018).....	6
<i>Figura 3.</i> Electrolítico (Fleta, 2009) .....	6
<i>Figura 4.</i> Placas negativas (Fleta, 2009).....	8
<i>Figura 5.</i> Placas negativas (Fleta, 2009).....	8
<i>Figura 6.</i> Batería de bajo mantenimiento (Bosch, 2019).....	11
<i>Figura 7.</i> Batería libre mantenimiento (Bosch, 2019) .....	12
<i>Figura 8.</i> Batería de ciclo profundo (Bosch, 2019) .....	13
<i>Figura 9.</i> Batería seca (Bosch, 2019).....	14
<i>Figura 10.</i> Recarga de batería (Postdeldia, 2019).....	15
<i>Figura 11.</i> Carga y descarga de batería (Blogspot, 2015) .....	18
<i>Figura 12.</i> Temperatura salida de motor (Scientia et technica año XIII, 2007) .....	22
<i>Figura 13.</i> Alternador (Fleta, 2009).....	23
<i>Figura 14.</i> Multímetro Fluke 289 (Cedesa, 2019) .....	24
<i>Figura 15.</i> Jdiag BT100 (Aliexpress, 2019) .....	26
<i>Figura 16.</i> Sensor datalogger .....	27
<i>Figura 17.</i> Densímetro antonpaar (Antonpaar, 2019).....	28
<i>Figura 18.</i> Cargador de batería (Fleta, 2009).....	29
<i>Figura 19.</i> Comprobador Bat110 (Bosch, 2019) .....	30
<i>Figura 20.</i> Lector OBD II EKN 327 (Agrodeport, 2019).....	31
<i>Figura 21.</i> Venta de vehículos por segmento (Aeade, 2018).....	35
<i>Figura 22.</i> Venta de vehículos por ensambladora (Aeade, 2018).....	36
<i>Figura 23.</i> Instalación del sensor de temperatura USB .....	38
<i>Figura 24.</i> Meteorología Ecuador (Inamhi,2019).....	39
<i>Figura 25.</i> Medición de voltaje con multímetro .....	39
<i>Figura 26.</i> Conexión del OBDII ELM327 .....	40
<i>Figura 27.</i> Proceso de revisión de baterías .....	41
<i>Figura 28.</i> Chequeo de la batería físicamente.....	42
<i>Figura 29.</i> Ajuste correcto del bracket.....	42
<i>Figura 30.</i> A. Borne negativo B. Borne positive .....	43
<i>Figura 31.</i> Limpieza de bornes con cepillo de cerdas metálicas .....	43
<i>Figura 32.</i> Conexión de la batería.....	44
<i>Figura 33.</i> Conexión del BAT110 .....	44

<i>Figura 34.</i> Medición de voltaje con el BAT110 .....	45
<i>Figura 35.</i> Operando el BAT110 .....	45
<i>Figura 36.</i> Medición de CCA con el BAT110.....	45
<i>Figura 37.</i> Orificios de tapones en la batería .....	46
<i>Figura 38.</i> Medición de la densidad del electrolito .....	46
<i>Figura 39.</i> Medición de consumo en el circuito del vehículo.....	47
<i>Figura 40.</i> Registro de carga del alternador en la batería .....	48
<i>Figura 41.</i> Caída de tensión del motor de arranque con multímetro .....	48
<i>Figura 42.</i> Proceso de análisis de electrolito en batería.....	49
<i>Figura 43.</i> Resistencia.....	50
<i>Figura 44.</i> Temperatura de batería.....	53
<i>Figura 45.</i> Temperatura del motor .....	53
<i>Figura 46.</i> Voltaje del alternador .....	54
<i>Figura 47.</i> Relación potencia y temperatura batería MTTO.....	55
<i>Figura 48.</i> Temperatura de batería sin mantenimiento .....	56
<i>Figura 49.</i> Temperatura del motor .....	57
<i>Figura 50.</i> Voltaje del alternador .....	57
<i>Figura 51.</i> Relación potencia y temperatura Batería sin MTTO .....	58
<i>Figura 52.</i> Relación curvas temperatura .....	59
<i>Figura 53.</i> Relación potencia de baterías .....	60

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Características técnicas de batería bajo mantenimiento.....	10
Tabla 2. Vida útil batería bajo mantenimiento.....	10
Tabla 3. Automóviles matriculados .....	36
Tabla 4. Característica batería con buena carga.....	49
Tabla 5. Característica de batería necesita carga.....	50
Tabla 6. Característica de batería con grupo malo .....	50
Tabla 7. Principales modelos Chevrolet caja 42 .....	51
Tabla 8. Datos de batería.....	52

## RESUMEN

El actual trabajo investigativo presenta los diferentes tipos de fallos en las baterías con tecnología plomo ácido, por medio de una metodología de prueba aplicada a un vehículo en la ciudad de Guayaquil, usando dispositivos para el diagnóstico y usando parámetros de comparación como la temperatura, revoluciones del motor entre otros, para luego ser plasmados en gráficos y analizarlos para encontrar los factores que influyen en el deterioro de las baterías ya sea en su funcionamiento como en su estructura interna. Cabe indicar la importancia que presenta el conocer las necesidades actuales del sector automotriz en lo que refiere a sistemas eléctricos, en ámbitos de formación profesionales como pre profesionales los cuales juegan un rol fundamental para adquirir habilidades en diagnósticos y correcto uso de herramientas y equipos electrónicos.

**Palabras claves:** Batería, plomo-ácido, sistemas eléctricos

## **ABSTRACT**

This research paper reveals the different types of failures in batteries with lead acid technology, through a test methodology applied to a vehicle in the city of Guayaquil, using diagnostic devices and using comparison parameters such as temperature, engine revolutions among others, to then be reflected in graphs and analyze them to find the factors that influence the deterioration of the battery either in its operation as in its structure. It is important to indicate the importance of knowing the current needs of the automotive sector in terms of electrical systems, in professional and pre-professional training fields which play a fundamental role in acquiring diagnostic skills and the correct use of electronic tools and equipment.

**Keywords:** Battery, lead-acid, electrical systems

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1. Definición del problema

El problema se centra en el manejo que se le da a las baterías automotrices con tecnología plomo-ácido en un vehículo automotor, por el hecho que los distribuidores, puntos de servicio y usuarios de este dispositivo están desinformados o no tienen la capacitación correcta sobre el uso de equipos y herramientas de diagnóstico necesarias que sirven para que la batería complete su ciclo de vida útil de manera correcta, aumentando los índices de garantías, los cuales provocan pérdidas económicas para los fabricantes de baterías.

Todo vehículo automotor consta de un sistema eléctrico, el cual es fundamental el buen estado para el correcto funcionamiento del mismo, pero por distintas razones como: falta de mantenimiento periódico, reparaciones mal realizadas, uso de piezas o componentes de baja calidad provocan que el alternador y el motor de arranque empiecen a generar desperfectos que perjudican el funcionamiento parcial o total en las baterías automotrices con tecnología plomo-ácido. Existen usuarios que utilizan sus vehículos como herramienta de trabajo con el fin de solventar las labores diarias, tienen la necesidad de instalar distintos tipos de dispositivos eléctricos o electrónicos los cuales aumentan la demanda de corriente en el sistema eléctrico. Debido a la gran variedad de tecnología en accesorios y complementos automotrices, ciertos usuarios acceden a instalar dispositivos al vehículo para que este posea mayor confort y seguridad, sin darse cuenta el problema que conlleva instalar algún accesorio sin antes realizar una respectiva evaluación al sistema eléctrico, dando como resultado un acelerado desgaste interno provocado por una sobrecarga o insuficiencia de carga a la batería.

Por otro lado, tenemos los vehículos de uso público como la policía, bomberos, ambulancia, policía de tránsito y militar, en los que se instalan accesorios que no son considerados de fábrica y alteran la demanda de consumos del sistema eléctrico. Las baterías con tecnología plomo-ácido instaladas en estos vehículos son exigidas al máximo en cuanto altas temperaturas se refiere, las cuales provocan que la batería trabaje en condiciones extremas, debido a la aplicación que se le da a este tipo de vehículos más los consumidores adicionales. Dentro de este segmento de vehículos también se incluye a taxis y buses de transporte público, donde se evidencia un alto recorrido de kilómetros, causando que los ciclos de carga y descarga en la batería con tecnología plomo-ácido aumenten, provocando un exceso de gasificación y pérdida de electrolito. El electrolito es una mezcla de líquidos entre agua destilada y ácido concentrado, En caso de que la concentración de ácido aumente puede acelerar la corrosión causando un desgaste prematuro en la batería. Pese a que existen baterías con tecnología libre mantenimiento las cuales se caracterizan por no necesitar agregar agua destilada durante el periodo de funcionamiento, esto dependerá de las condiciones normales de uso. Sin lugar a duda la falta de manteamientos periódicos a la batería, incluyendo la reposición de agua destilada y la revisión del sistema eléctrico del vehículo, reducirá las capacidades eléctricas de la batería significativamente.

Existen varios distribuidores de baterías en la región costa que comentan que la batería con tecnología plomo-ácido que genera más problemas y reclamos de garantías son las del grupo 42, este modelo de batería es instalada en vehículos como Chevrolet Aveo, Kia Rio y Hyundai Accent los cuales son vehículos con alta demanda a nivel nacional.

Es importante considerar estos aspectos para la metodología de una prueba que permita determinar la causa del daño en una batería plomo-ácido al momento de que esta se encuentre con falla. Este problema como en todo proyecto debe basarse estrictamente en PLAN DE DESARROLLO 2017-2021 TODA UNA VIDA, Eje 2: ECONOMÍA AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD. OBJETIVO 5: IMPULSAR LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD

PARA EL CRECIMIENTO ECONÓMICO SOSTENIBLE DE MANERA RETRIBUTIVA Y SOLIDARIA, ya que busca concientizar no solo al usuario sino también a las pequeñas empresas que se encargan del manejo, mantenimiento y reparación del sistema eléctrico del vehículo, para que puedan mejorar el servicio que brindan y solventar los problemas que tienen sus clientes.

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar las causas principales de falla de la batería con tecnología plomo-ácido grupo 42 bajo la metodología de una prueba que permita tomar acciones con el fin de que se cumpla el periodo de cobertura de garantía de la batería.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar parámetros y equipos para la identificación de causa principal o modo de fallo en las baterías automotrices con tecnología plomo-ácido.
- Establecer metodología de prueba para análisis de modo de falla en baterías automotrices con tecnología plomo-ácido grupo 42 considerando las condiciones ambientales de la región costa.
- Demostrar por medio de análisis de los datos obtenidos si los parámetros permiten generar conclusiones con alto grado de confianza.

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación teórica**

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación de temas relacionados exclusivamente a baterías automotrices con tecnología plomo-ácido, su funcionamiento y función dentro del vehículo, como también las características de las partes que lo conforman, los procesos internos como los mantenimientos y cuidados que se debe tener en el manejo de los mismos.

### **1.3.2. Justificación metodológica**

La investigación se centra en un método mixto de investigación ya que se basa en estudios, entrevistas, pruebas adaptadas a distintas normas y análisis de datos tales como el tiempo de duración de las baterías en el vehículo y el rendimiento que se da en el sistema eléctrico del automóvil.

### **1.3.3. Justificación práctica**

Realizar una metodología de prueba debido al corto periodo de vida útil de las baterías automotrices con tecnología plomo-ácido en la región costa, demanda conocer desde un punto de vista técnico las causas de falla del componente, que impide cumplir lo ofrecido por el fabricante en cuanto a cobertura de garantía.

### **1.3.4. Delimitación temporal**

El trabajo se desarrollará desde el mes de octubre del 2019, hasta enero del 2020, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

### **1.3.5. Delimitación geográfica**

El trabajo se desarrollará en el cantón Guayaquil de la provincia del Guayas la cual representa condiciones ambientales de la región costa y podemos comprobar un gran número de vehículos que utilizan baterías con tecnología plomo-ácido grupo 42.

### **1.3.6. Delimitación del contenido**

La información detallada en el presente trabajo se basa únicamente en las baterías automotrices con tecnología plomo-ácido, su funcionamiento, las partes que lo conforman, la funcionalidad dentro del sistema eléctrico del vehículo, y los mantenimientos y cuidados que se deben tener al momento de la manipulación de este dispositivo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Batería automotriz

Componente fundamental del sistema eléctrico del automóvil, diseñado para distribuir de energía entre algunas condiciones eléctricas siendo la más substancial, la capacidad de arranque para efectuar el objetivo principal de encender el motor, como se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Baterías Bosch (Bosch, 2019)

La potencia de arranque es efectiva en un acumulador durante el tiempo de 10 segundos abasteciendo del máximo amperaje permisible que puede otorgar su diseño interno mientras la condición eléctrica que se produce cuando se generan los giros del motor. Esta prueba, llamada condición de arranque, se ha estandarizado a una temperatura ambiente  $25^{\circ}\text{C}$ , mientras que la prueba realizada a  $0^{\circ}\text{C}$  y  $-18^{\circ}\text{C}$  se denomina condición de arranque en frío. (Pancha, 2019)

Según (Gonher, 2008). Las causas principales que afectan de una u otra manera la vida útil de la batería son las siguientes.

- Tiempo de uso
- Mantenimiento inadecuado
- Niveles bajos de electrolito

- Sobrecarga o escasez de carga
- Uso de una batería de menor capacidad
- Vibración
- Sistema eléctrico defectuoso

## 2.2. Estructura de una batería Plomo o Derivados

La batería se compone de los siguientes elementos, tales como, bornes, tapa, placas, electrolítico entre otros, como se puede observar en la figura 2.

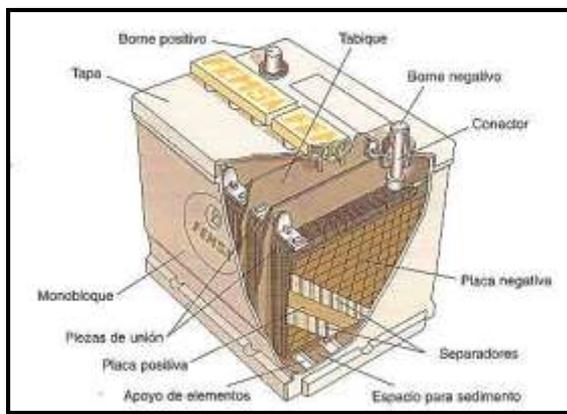


Figura 2. Partes de una batería automotriz (Federico, 2018)

### 2.2.1. Electrolito

Formado por una solución acuosa con Ácido Sulfúrico con una proporción del 34% y un 66% de agua destilada, El cual es utilizado por la batería como medio para migrar la energía, tal como se puede observar en la figura 3.

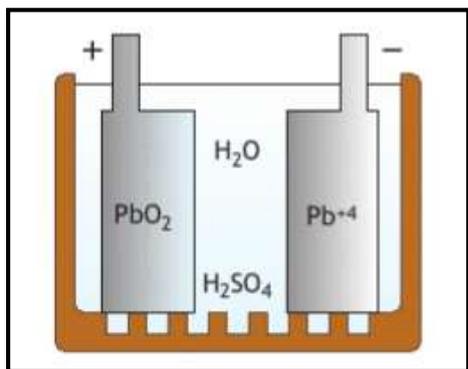


Figura 3. Electrolítico (Freta, 2009)

### **2.2.2. Caja plástica**

Conjunto Monoblock (tapa y caja termo sellada), contenedor que agrupa varios elementos. Tapones con orificio de ventilación. (Van Zandweghe Hnos, 2018)

### **2.2.3. Separadores**

El objetivo principal de los separadores es imposibilitar el contacto metálico entre las placas de polaridad opuesta. Asimismo, permiten el transporte electrolítico libre. Entre los principales tipos de separadores se encuentran los de PVC, materiales vítreos poroso, sobres de polietileno, plásticos micro-porosos, películas de celulosa, telas de Dynel o Vinyon y fibra de vidrio. (Van Zandweghe Hnos, 2018)

Los separadores son colocados en las baterías de tres formas: en forma de placas, en forma de sobres y en forma de sobres envolventes.

### **2.2.4. Rejilla**

Armazón (parrilla) que sirve de sustento para los materiales activos; transmiten la corriente. Están fabricadas de un compuesto de plomo, calcio, plata y estaño, que crean una aleación que le agregan características específicas a la rejilla. “Desempeñan también la misión de distribuir la corriente uniformemente en toda la placa”. (Van Zandweghe Hnos, 2018)

### **2.2.5. Placas**

Conformadas por las rejillas, impregnadas de una pasta o material activo. Esta pasta es una composición de óxido de plomo con otros elementos químicos. (Van Zandweghe Hnos, 2018)

- **Placas positivas**

Conformadas de peróxido de plomo ( $\text{PbO}_2$ ), el cual es un material cristalino de color café oscuro, constituido por partículas muy pequeñas y de alta porosidad para que el electrolito penetre libremente en el interior de las placas, como se puede observar en la figura 4. (Van Zandweghe Hnos, 2018)

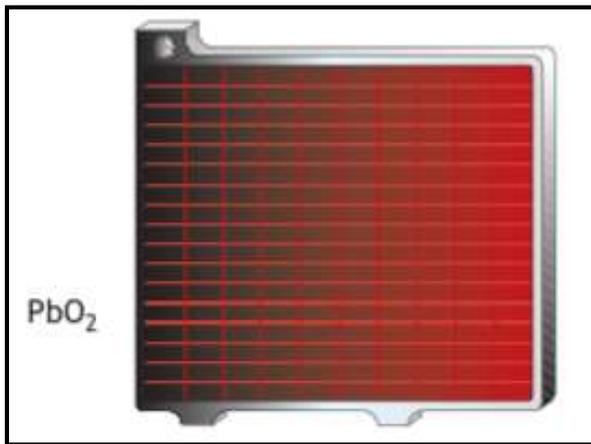


Figura 4. Placas negativas (Freta, 2009)

- **Placas negativas**

Conformadas por plomo esponjoso ( $\text{Pb}$ ) de color gris pizarra, en el que penetra independientemente el electrolito, haciendo esponjar las placas, con lo que aumenta área eficaz de las mismas, haciendo que incremente la productividad. (Van Zandweghe Hnos, 2018)



Figura 5. Placas negativas (Freta, 2009)

En estas placas se emplean sustancias difusoras o expansoras en pequeñas cantidades para impedir la contracción y solidificación del plomo esponjoso, con lo que se restaría la capacidad y vida útil de la batería, tal y como se puede observar en la figura 5. (Van Zandweghe Hnos, 2018)

### 2.3. Batería de Plomo-Ácido

Las baterías de plomo-ácido han sido las más se han utilizadas por más de un siglo y las más exitosas comercialmente ya que es un tipo de batería standard, de rápida disponibilidad y con bajos costos.

- **Tipos de batería Plomo-Ácido**

Se encuentran 2 grupos principales de baterías Plomo-Ácido:

De electrolito inundado o ventiladas (VLA) donde los electrodos se hallan sumergidos en exceso de electrolito líquido.

Selladas o reguladas por válvula (VRLA), donde el electrolito se halla inmovilizado en un separador absorbente o en un gel. (Bardo, 2015)

Puede ser desglosado en 3 categorías:

- a) Arranque, iluminación y encendido (**SLI**, *Starting, Lighting and Ignition Batteries*): Abundantes en el mundo del automovilismo. Son económicas. Proveen un buen nivel de amperaje a bajo costo. Su ciclo de vida es corto.
- b) De ciclo profundo o de tracción: diseñadas para aplicaciones donde tengan lugar descargas profundas.
- c) Estacionarias: generalmente se utilizan para suministrar energía en operaciones de control, así como suministrar energía de emergencia en subestaciones y sistemas de telecomunicaciones.

- **Características técnicas**

En la tabla 1 se observa las características técnicas de los diferentes tipos de batería de bajo mantenimiento como la SLI, Ciclo profundo y la estacionaria.

**Tabla 1.**  
Características técnicas de batería bajo mantenimiento

<b>Tipo de celda</b>	<b>SLI</b>	<b>Ciclo Profundo</b>	<b>Estacionaria</b>
Tensión nominal	2	2	2
Tensión en circuito abierto	1,90 ~ 2,15	1,90 ~ 2,15	1,90 ~ 2,15
Tensión final de la carga	2,5	2,5	2,5
Tensión final de la descarga	1,75	1,75	1,75
Eficiencia (AC a DC)	75% ~ 85%	75% ~ 85%	75% ~ 85%
Temperatura de trabajo	(-40 )~ 55	(-20 )~ 40	(-10 )~ 40
Energía específica (Wh/kg)	35	25	10 ~ 55
Densidad de energía (Wh/L)	70	80	50 ~ 70
Densidad de potencia	Alta	Moderadamente alta	Moderadamente alta

(Bardo, 2015)

- **Vida útil de la batería**

Como se observa en la tabla 2, se tiene la vida útil expresada en años y ciclos dependiendo de la expectativa de vida con los diferentes tipos de batería de bajo mantenimiento.

**Tabla 2.**  
Vida útil batería bajo mantenimiento

<b>Batería</b>	<b>Expectativa de vida (años)</b>	<b>Expectativa de vida (ciclos)</b>
<b>SLI</b>	5 – 7	200 - 700
<b>De ciclo profundo</b>	3 – 5	1500
<b>Estacionarias</b>	15 – 30	-
<b>VRLA</b>	5 – 10	250 - 500

(Bardo, 2015)

## 2.4. Tipos de Baterías

### 2.4.1. Batería bajo mantenimiento

Tiene tapas roscadas en la parte superior que sirve para comprobación y adición de agua desmineralizada debido al consumo de agua en el interior de 4 a 6g/Ah, por la reacción química y altas temperaturas. A estas baterías se le denomina baterías híbridas, por los materiales que combinan plomo y bajo nivel de antimonio en las rejillas de las placas, como se puede observar en la figura 6. (Van Zandweghe Hnos, 2018)



Figura 6. Batería de bajo mantenimiento (Bosch, 2019)

En la actualidad, las baterías convencionales son utilizadas en vehículos livianos, pesados, servicio de transporte, la tendencia a nivel mundial es la disminución en aplicaciones de vehículos de alta gama, ya que no son libres de mantenimiento y no atienden adecuadamente las demandas de los avanzados sistemas eléctricos y gestión electrónica. (Bardo, 2015)

### 2.4.2. Batería libre de mantenimiento

Esta batería no requiere ninguna comprobación del nivel de electrolito, no es necesario que se reponga durante toda su vida útil, ya que está sellada de forma estanca, sus placas positivas están compuestas de aleación de plomo plata o plomo calcio y las placas negativas de plomo calcio. La aleación de plata provee a la rejilla una alta

resistencia contra la corrosión incluso en temperaturas elevadas, también ofrece la ventaja de una tasa de auto descarga muy reducida, permitiendo un mejor almacenaje totalmente cargada durante muchos meses.

En la actualidad tienen dispositivos adicionales de seguridad, como la tapa que en muchas ocasiones tiene un laberinto, una ventilación central de gas y un interruptor de llama. Esto disminuye el consumo de agua, imposibilita el escape del electrolito si la batería es inclinada por un instante breve y previene el encendido prematuro en caso de chispas.

Posee una potencia de arranque mayor que la batería convencional, básicamente, eso se debe al diseño industrial de placas más finas y más fuertes, que permite la instalación de un mayor número de placas. Se recomienda su aplicación para vehículos con mayores consumidores eléctricos y electrónicos, como se puede observar en la figura 7. (Bosch, 2019)



Figura 7. Batería libre mantenimiento (Bosch, 2019)

### 2.4.3. Batería de ciclo profundo

La batería de ciclo profundo resiste a ciclos repetitivos, contiene plomo con mayor grado de pureza (95%), su principal característica es la formulación de la masa activa, el uso de separadores especiales absorbente (AGM) es de vital importancia en el diseño, porque se logra una distribución mucho más uniforme del electrolito en todas las placas y también el uso de válvulas que regulan la respiración de los gases. (Bosch, 2019)

También existen versiones con tapas roscadas en la parte superior que sirve para la comprobación y adición de agua desmineralizada debido al consumo de agua, por la reacción química y altas temperaturas, estas baterías se utilizan en la náutica, vehículos de tracción eléctrica, grúas para cargas, UPS (UNIT POWER SOURCE), centrales telefónica, señalizaciones, sistemas de refrigeración, maquinaria agrícola, uso militar entre otras más, como se puede observar en la figura 8.



Figura 8. Batería de ciclo profundo (Bosch, 2019)

#### 2.4.4. Batería Dry charged

Es una batería “tipo seca”, que se caracteriza porque en las placas tienen la formulación de masa activa más simple y rejillas normalmente de plomo antimonio, permanecen secas y selladas en perchas, son activadas en el momento previo a la venta, se agrega el electrolito a través de las tapas roscadas de la parte superior y se realiza un proceso de carga, conocido también como activación.

La batería necesitara reposición de agua durante su vida útil, esta empieza en el momento de la activación, generalmente este tipo de batería se utiliza en vehículos livianos o motocicletas, dependiendo de la aplicación a utilizar, su diseño proporciona a los usuarios una solución económica para vehículos con baja demanda eléctrica, como se puede observar en la figura 9.



Figura 9. Batería seca (Bosch, 2019)

## 2.5. Tipos de carga en baterías plomo-ácido

La principal causa de la disminución de la vida útil de una batería es el inadecuado proceso de recarga. Un cargador de baterías plomo-ácido tiene dos objetivos que cumplir. El primero es restaurar la capacidad de una manera práctica y rápida, el segundo es mantener la capacidad compensando la auto descarga.

El proceso de recarga presenta varias opciones mediante diferentes técnicas, pero la idea común siempre es hacer circular la corriente a través de la batería en dirección contraria a la de descarga, el aspecto más importante de la recarga es relacionar de mejor manera el cargador con la aplicación de la batería.

Al escoger un cargador es necesario considerar el tipo de batería, el tiempo disponible para recargar, las condiciones a las cuales estará expuesta y el número de placas (Ah) en la batería. En general las baterías plomo-ácido pueden ser recargadas a cualquier tasa siempre y cuando no produzca excesiva gasificación, sobrecarga o elevadas temperaturas. Las baterías totalmente descargadas que presente un voltaje menor a 9 voltios pueden ser recargadas con altas corrientes iniciales. Sin embargo, una vez que la batería se aproxima a su carga completa la corriente debe disminuir para reducir la gasificación y la sobrecarga excesiva.

### 2.5.1. Carga rápida

Cuando se realiza una carga rápida a la batería se requiere una alta corriente en corto tiempo para restablecer la energía que ha sido descargada. Además, se necesitan mediciones de control adecuadas de temperatura y corriente de carga que eviten la sobrecarga cuando la carga rápida se completa. Los requerimientos básicos para una carga rápida son:

- Suficiente energía disponible que haga posible una recarga rápida.
- Corriente de carga controlada que evite la sobrecarga aun en cargas prolongadas.
- Temperatura ambiente de carga de entre 20°C y 40°C.

### 2.5.2. Carga a voltaje constante

Los cargadores a voltaje constante cargan a un voltaje de entrada de entre 12.4 y 12.6 voltios, sin considerar el estado de carga de la batería. Los cargadores de voltaje constante entregan una corriente inicial de 20 Amperios a la batería debido a la gran diferencia de potencia entre la batería descargada y el cargador. Este tipo de cargador restablece un 70% de una descarga en los primeros 30 minutos. Esto resulta ser útil para la mayoría de aplicaciones de descarga de baterías, como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Recarga de batería (Postdeldia, 2019)

Previo a finalizar la recarga, el voltaje en la batería incrementa rápidamente, luego se estabiliza con el correspondiente decrecimiento de la corriente del cargador.

Como resultado, aun cuando la batería alcanzó rápidamente una carga parcial, para obtener una carga completa se requiere tiempos más prolongado de carga. Según esto los cargadores de voltaje constante son frecuentemente utilizados en aplicaciones que normalmente permiten extensos periodos de carga que logren conseguir cargas completas. Los cargadores de voltaje constante no deberían utilizarse donde los ciclos carga y descarga son frecuentes. Repetidas descargas sin permitir a las celdas llegar a su carga total eventualmente disminuyen la capacidad de la batería y pueden causar el envejecimiento prematuro de las placas.

Los cargadores de voltaje constante a menudo son usados en dos modos diferentes: como cargadores rápidos para restablecer un alto porcentaje de carga en un corto tiempo o como cargador flotante para minimizar los efectos de la sobrecarga en baterías que tienen descargas anómalas o de ciclo frecuente.

### **2.5.3. Flotación**

Una vez que la batería está totalmente cargada, la mejor manera de mantener su carga es aplicando un voltaje constante a la batería. Esto se lo realiza utilizando un correcto nivel flotante de corriente de carga.

La carga por flotación se utiliza comúnmente en baterías que están instaladas en respaldos de energía de emergencia donde la descarga es ocasional. Durante la flotación el cargador, la batería y la carga están conectadas en paralelo (sistemas estacionarios). El cargador opera muy aparte de la fuente normal de energía. La cual provee de corriente a la carga durante su operación. En caso de que la fuente normal de energía falle, la batería provee el respaldo de energía necesario hasta

que la fuente normal se restablezca. Los cargadores flotantes son comúnmente cargadores de voltaje constante que operan a bajo voltaje, usualmente a menos de 2.4 voltios por celda, manteniendo la corriente de carga baja para compensar únicamente la auto descarga. En la carga flotante se debe tener en cuenta el aumento de temperatura, esta condición ocurre cuando la energía de carga genera calor en el interior de la batería, mayor al que la misma pueda disipar, lo que puede causar fallas en las celdas al secarse, acortando su vida útil.

#### **2.5.4. Carga a corriente constante**

Carga a corriente constante significa que el cargador entrega corriente relativamente uniforme, sin considerar el estado de carga de la batería. Los cargadores de corriente constante ayudan a eliminar los desbalances de las celdas y baterías conectadas en serie. Los cargadores de corriente constante de tasa única son los más apropiados para ciclos de operación donde la batería es a menudo requerida para obtener una carga completa de manera inmediata. A estas altas tasas de carga existe gasificación y escape de gases. La oxidación de la rejilla positiva ocurrirá a elevadas temperaturas o sobrecargas de demasiado tiempo.

Debido a esto se debe aplicar la carga de corriente constante durante periodos de tiempo que permitan una carga completa pero que eviten la excesiva oxidación de la rejilla. Otro tipo de cargador de corriente constante aplica una elevada corriente inicial a las celdas y luego cambia a una tasa de carga baja en base a un tiempo, voltaje o ambos.

#### **2.6. Problemas con cargas y descargas de batería**

Ocasionalmente, un sistema eléctrico con fallos afecta las condiciones de la batería. Una batería en condiciones excelentes no se descarga constantemente, el

problema de descarga generalmente puede ocurrir por una o más condiciones donde las más comunes son que se dejen encendidos los accesorios del vehículo, sistemas eléctricos defectuosos, entre otros. Como se observa en la figura 11.

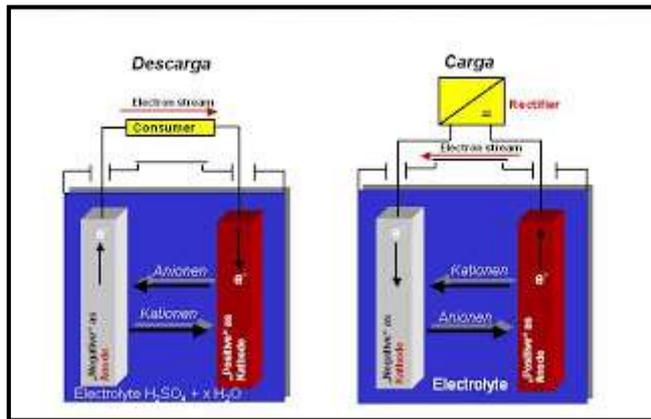


Figura 11. Carga y descarga de batería (Blogspot, 2015)

### 2.6.1. Sobrecarga o insuficiencia de carga

Un suministro excesivo o insuficiente de carga, puede causar serios daños a la batería. Esto se aplica tanto para el sistema de generación propia del vehículo, como para las fuentes externas de emergencia, como los cargadores para batería.

- La sobrecarga provoca:
  - a) Rápida corrosión de las placas positivas.
  - b) Calor, lo que aumenta la reacción química normal, causando un envejecimiento prematuro en todos los componentes.
  - c) Deformación de las placas positivas y daños a los separadores.
  - d) Derramamiento del ácido, lo cual reduce el nivel del electrolito y ocasiona daños en el entorno de la batería
  - e) Pérdida excesiva de agua por evaporación

- La insuficiencia de carga provoca:
  - a) El sulfato de plomo se deposite en grandes cantidades en las placas, lo que afecta la reacción electroquímica normal.
  - b) Acumulación de depósitos de plomo en los separadores, lo que causa cortocircuitos entre placas negativas y positivas.
  - c) Bajo contenido de ácido en el electrolito, lo que incrementa las posibilidades de congelación en temperaturas muy frías.
  - d) Descarga de la batería.

### **2.6.2. Consecuencia de descarga**

Como consecuencia de las reacciones químicas que tienen lugar durante el proceso de descarga de la batería, se produce en ella:

- **Disminución de la densidad del electrolito**

Durante la descarga, el ácido sulfúrico del electrolito se descompone y se crea agua. De este modo, varía la densidad del electrolito, ya que tendrá una menor concentración de ácido sulfúrico. Esta característica nos permite conocer el estado de carga de la batería midiendo la densidad del electrolito. (Freta, 2009)

- **Sulfatación de las placas**

Durante la descarga de la batería, debido a que el ácido sulfúrico “SO<sub>4</sub>” reacciona con el plomo de las placas positivas y negativas, se forma sulfato de plomo I (PbSO<sub>4</sub>) y sulfato de plomo II (Pb(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>), que van recubriendo la superficie de las placas. Estas reacciones son reversibles, es decir, si proporcionamos electricidad desde el exterior se producen las reacciones de carga de la batería y si ponemos un consumo a la batería tienen lugar las reacciones de descarga. Habitualmente, pasamos de las reacciones de carga a las de descarga sin ninguna dificultad, pero con el paso del tiempo empiezan a aparecer zonas

en las que el sulfato ya no vuelve a descomponerse en ácido sulfúrico, quedando poco a poco las placas con mayor cantidad de sulfato. Este fenómeno se puede frenar manteniendo la batería siempre cargada y con el nivel correcto de electrolito. (Freta, 2009)

- **Sobrecalentamiento de la batería**

El sobrecalentamiento se produce cuando sometemos a la batería a un régimen de descarga alto cuando sale mucha intensidad de ella o bien a un régimen de descarga medio durante un tiempo excesivo. Cuando se produce una de las dos situaciones anteriores, se genera calor por efecto joule, el cual no tiene tiempo de ser evacuado al exterior, de ahí que la batería vaya aumentando su temperatura. El problema que se nos plantea cuando la batería aumenta su temperatura por encima de los valores normales es que las rejillas que constituyen las placas, fabricadas comúnmente en plomo-antimonio, se dilatan.

Al dilatarse las rejillas, aumenta el tamaño de la cuadrícula interna y se desprende de ellas la materia activa, ocasionando dos problemas. Por un lado, perdemos directamente materia activa lo que proporcionará menor capacidad de la batería. Por otro lado, si cae demasiada materia activa al fondo de las celdas, a pesar de que las placas no tocan el fondo de las mismas, la cantidad de materia activa desprendida puede ser suficiente para provocar el cortocircuito. (Freta, 2009)

### **2.6.3. Consecuencia de la carga**

Como consecuencia de las reacciones químicas que tienen lugar durante la carga dentro de la batería, produce lo siguiente:

- **Aumento de la densidad del electrolito**

Hemos visto que durante la carga de la batería se descompone el agua destilada del electrolito y se crea ácido sulfúrico. Como la densidad del ácido sulfúrico es casi el

doble de la del agua destilada ( $1,81 \text{ g/cm}^3$  y  $1 \text{ g/cm}^3$ ), el nuevo electrolito contendrá mayor concentración de ácido, aumentando así su densidad. De este modo, se puede conocer el estado de carga de la batería midiendo la densidad del electrolito. (Pancha, 2019)

- **Peligro de explosión**

Durante la carga de la batería, debido a la descomposición del agua destilada que tiene lugar en su interior, una parte del oxígeno y del hidrógeno no reacciona con las placas y sale al exterior en forma de gas, pudiendo generarse una chispa en la parte interna de las celdas, provocando una explosión al contacto con el hidrogeno. Esto es menos probable que suceda cuando la carga de la batería la realiza el alternador, ya que mientras estamos circulando, no tiene ninguna importancia que se desprendan gases de la batería, estos son disipados por la propia velocidad del vehículo. (Pancha, 2019)

- **Pérdida de agua destilada**

Debido a que una parte del agua destilada que contiene nuestro electrolito se descompone y sale al exterior del recipiente en cada carga de la batería, la pérdida de agua destilada, aunque pequeña, es constante. Por esta razón, en las revisiones periódicas deberemos mirar el nivel del electrolito y en caso de ser insuficiente introducir agua destilada y no ácido sulfúrico.

Mientras dura el proceso de carga de la batería, hay que controlar su temperatura. En caso de que le falte agua destilada, la temperatura subiría excesivamente por efecto joule, pudiendo provocar el desprendimiento de la materia activa de las placas y con él la destrucción de la batería. (Pancha, 2019)

## **2.7. Temperatura de operación del motor**

El tiempo en que calientan los motores modernos es extenso sobre todo cuando las condiciones ambientales son desfavorables y cuando el calentador del habitáculo se enciende. Cuando se calienta el motor puede llegar a consumir de 4 a 5 kW y estos

valores, se vienen a alcanzar solo al final del ciclo de calentamiento cuando se maneja en la urbe de la ciudad.

Como se puede observar en la figura 12 (Scientia et technica año XIII, 2007), se determina que, al llegar a los 20 minutos de funcionamiento, la temperatura de motor alcanza los 120°C, dentro de habitáculo del motor.

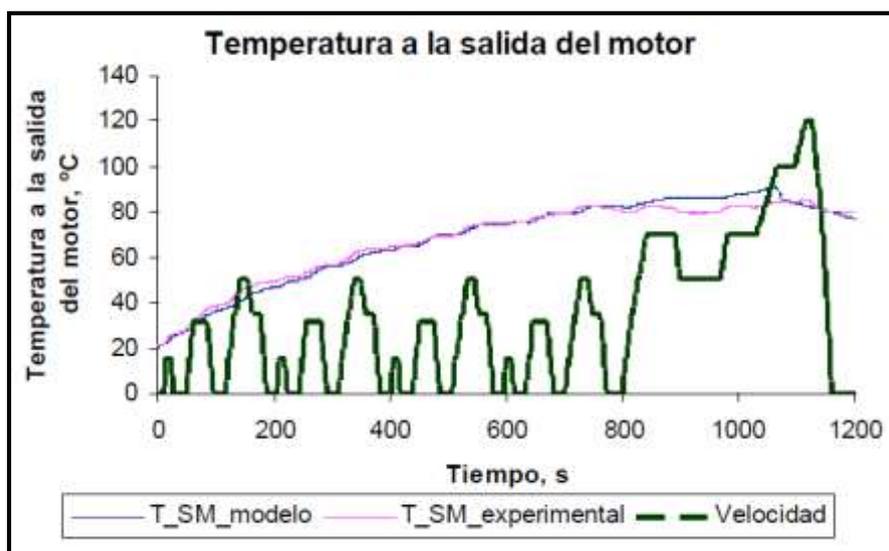


Figura 12. Temperatura salida de motor (Scientia et technica año XIII, 2007)

Un vehículo urbano se demora comúnmente en llegar a su destino un promedio de 40 – 60 minutos, por lo que la temperatura de 120°C puede mantenerse o elevarse durante este periodo de recorrido.

## 2.8. El alternador

El alternador es una máquina eléctrica que tiene como objetivo generar energía eléctrica. En el vehículo, el alternador forma parte del circuito de carga, por el motivo que se encarga de crear la electricidad necesaria para proveer a los distintos servicios y cargar la batería, esta carga del alternador se halla en un rango de 13,50V. a 14.50V, si esta carga llegase a superar el límite máximo se puede provocar una sobrecarga eléctrica

en la batería producto del exceso de corriente que llega a la misma.

Además en el caso de que la carga del alternador se encuentre por debajo del límite mínimo causará una descarga parcial o profunda en la batería, en ambos casos los daños provocados por la falla de la carga del alternador hacia la batería provoca daños internos como cortocircuitos y sulfatación. Como se puede observar en la figura 13. (Freta, 2009)



*Figura 13.* Alternador (Freta, 2009)

### **2.8.1. Identificación de los fallos**

No obstante muchas veces un alternador dañado puede confundirse con problemas en la batería, hay varias señales que indican en dónde está el inconveniente. La primera de ellas es la luz de aviso que se enciende en el tablero de instrumentos, que normalmente tiene forma de batería o las iniciales de GEN o ALT. Si se comienza a observar que las luces del automóvil se atenúan o incluso que empiecen a parpadear, ya sean los faros o las del tablero de instrumentos, es puesto que el alternador está perdiendo su amperaje para generar energía.

Si la batería está muerta o presenta fallos, puede ser además porque el alternador no está generando la energía necesaria para que no pierda potencia. Para conocer dónde está el daño, cuando esté pasando amperaje para arrancar el automóvil se le retira los

cables y se espera, si el problema es con el alternador el automóvil deja de funcionar y se vuelve a detener; si continúa funcionando lo más presumible es que falle la batería. Un alternador dañado no carga bien la batería.

## 2.9. Herramientas y equipos

### 2.9.1. Multímetro Fluke 289

Es compatible con la aplicación móvil de Fluke Connect y con todas las herramientas de prueba Fluke FC habilitadas, el cual trae conectores infrarrojo opcional en el ir3000 FC, permitiendo que su equipo se observe lo que se va a ver en un instante con la aplicación denominada ShareLive™ la cual trabaja como video llamadas (requiere la aplicación móvil de Fluke Connect y el conector inalámbrico ir3000 FC). (Cedesa, 2019), tal y como se muestra en la figura 14.



Figura 14. Multímetro Fluke 289 (Cedesa, 2019)

TrendCapture muestra de forma gráfica la sesión de registros de datos para establecer con agilidad si han ocurrido anomalías. El incremento de la vista de las tendencias proporciona una capacidad inigualable de visualización y análisis de los datos de TrendCapture; ampliación de hasta 14 veces. El filtro CA seleccionable (modo de

lectura gradual) ayuda a visualizar una lectura estable cuando la señal de entrada cambia rápidamente o presenta un excesivo ruido, como se observa la figura 11. (FLUKE, 2019)

Registro ajustable y umbrales de mantenimiento automático; especifica un cambio de porcentaje en las lecturas para comenzar una tarea nueva. Trae una gran pantalla de matriz de puntos 1/4 VGA con 50 000 unidades y retroiluminación de luz blanca. Función de registro con memoria ampliada para la supervisión desairada de señales a lo largo del tiempo. Mediante el programa TrendCapture que viene incorporado, los usuarios pueden analizar gráficamente las lecturas registradas sin requerir una PC. Almacena hasta 15.000 eventos registrados.

Guarda en la memoria varias sesiones de registro antes de que sea necesario descargar a un ordenador. Tiene un rango de 50 ohmios en dos terminales con una resolución de 1 milliohmio y una generación de corriente de 10 mA. Esto en efecto es útil para medir y analizar diferencias en la resistencia del devanado del motor o en la resistencia de los contactos. Tiene un filtro de paso bajo para mediciones precisas de voltaje y frecuencia al mismo tiempo, en accionadores de motor de velocidad ajustable y otros equipos eléctricamente avanzados.

Voltios (de baja impedancia). La función del voltaje de baja impedancia es eliminar voltajes, la función de medición con pantallas incorporadas. Para conocer datos de registro de cualquier función, vaya a dicha función y pulse el botón “i”. Reloj en tiempo real para mostrar en la base de datos la hora de las lecturas guardadas.

Modo relativo que excluye la resistencia del cable de prueba en las mediciones de capacidad y continuidad. Corriente y voltaje de AC con valor eficaz verdadero para obtener mediciones exactas en señales no lineales. Mediciones de hasta 10 amperios (20

A en 30 segundos). Rango de capacitancia de 100 mF. Se captura picos para registrar valores de transistores con una velocidad de 20us. Se incluyen las puntas de prueba de primera calidad y las pinzas de caimán. Se incluyen tapas cobertores de entradas. Correa magnética la cual es opcional para facilitar la instalación. El software opcional FlukeView Forms le permite almacenar, documentar y analizar lecturas individuales o conjuntos de lecturas, para luego ser transmitidas a documentos que parecen profesionales. (FLUKE, 2019)

### 2.9.2. JDiag BT-100

Este dispositivo ayuda a confirmar si el circuito es positivo o negativo, también abrir el circuito sin tener que volver a conectar un borne de la batería a otro, prueba la continuidad con el cable de tierra auxiliar incorporado, pulsando el interruptor de alimentación, la corriente ya sea negativa o positiva se llevará a cabo en la punta de la sonda para comprobar la función de un componente eléctrico sin el uso de cables de puente. Prueba los contactos de tierra pobre al instante sin realizar pruebas de caída de tensión. JDIAG BT-100 también está protegido por cortocircuitos, su interruptor de circuito interno se encenderá si se sobrecarga, sigue y localiza circuitos cortos sin perder fusibles, tal como se observa en la figura 15.



Figura 15. Jdiag BT100 (Aliexpress, 2019)

### 2.9.3. Sensor temperatura DATA LOGGER

El registrador de datos data logger USB para temperatura, cuenta con un sensor externo de acero inoxidable, terminado en punta y cable de 1m, muy útil para inmersión en líquidos o insertar en productos alimenticios.

Es re-utilizable y puede controlar productos sensibles a la temperatura durante el transporte, almacenamiento o en entornos de procesamiento. La conexión USB permite conectar al PC como si fuera un pen drive. Fácil configuración y descarga rápida de los datos a su computador. Las aplicaciones típicas para este producto incluyen el transporte y el almacenamiento de alimentos, medicamentos, farmacias, laboratorios, cadena de frío, frigoríficos, data centers por citar los más comunes.



Figura 16. Sensor datalogger

### 2.9.4. Densímetro ANTON-PAAR

Las características del densímetro Anton-Para son:

- Carcasa sellada a prueba de fugas resistente a condiciones hostiles en aplicaciones industriales y de campo.
- Protección de caucho adicional para seguridad de la celda de medición.
- Frente de vidrio resistente para trabajar durante mucho tiempo.
- Operación por medio de teclas capacitivas con una sensibilidad adecuada para trabajar con o sin guantes.

- Apto para usuarios diestros y zurdos.
- Lectura de etiquetas RFID e inicio o cancelación de mediciones desde el control gestual: una mano queda libre para sujetarse mientras se miden muestras de difícil acceso.
- Para temperaturas de muestras de hasta 100 °C, para tomar decisiones rápidas, p. ej., en el proceso de fermentación de la cerveza (medición en mosto caliente).
- Conexión inteligente patentada del oscilador (AT516421 B1) para su sustitución en caso de rotura de la celda.



Figura 17. Densímetro antonpaar (Antonpaar, 2019)

### 2.9.5. Cargador de batería

Para efectuar la carga de batería necesitaremos un cargador de baterías. Podemos clasificar a los cargadores de baterías en dos tipos, unos que son de pequeñas dimensiones y permiten efectuar una carga lenta de manera muy sencilla y otros de mayor tamaño que ofrecen la posibilidad de efectuar cargas rápidas de la batería. En caso de disponer de tiempo, siempre es recomendable efectuar una carga lenta de la batería, con uno u otro cargador. De esta manera, conseguimos que la mayor parte del sulfato de las placas reaccione con el agua del electrolito, formando de nuevo ácido sulfúrico manteniendo la capacidad de la batería en sus niveles más altos.

Un cargador de baterías consta básicamente de:

- Un transformador, encargado de transformar los 220 V de la red en los 12 V ó 24 V que necesitamos para nuestras baterías.
- Un puente de diodos, que es el que rectifica los 12 V de corriente alterna a corriente continua.
- Un conjunto de resistencias, que dependiendo de la cantidad que conectemos nos permitirán regular la intensidad de carga.



Figura 18. Cargador de batería (Freta, 2009)

Además, los cargadores que permiten una carga rápida de baterías disponen de un reloj con el que podremos seleccionar el tiempo que deberá estar suministrando electricidad a la batería, tal como se muestra en la figura 18. (Freta, 2009)

### 2.9.6. Comprobador BAT110

Algunas características del comprobador Bat110 son las siguientes:

- Comprueba las baterías de arranque de 6 V y 12V (ácido-plomo, gel y vellón/AGM)
- Baterías EFB

- Aplicación en vehículos de turismos, industriales y motocicletas;
- Cumple todas las normas de comprobación como CCA, JIS, EN, DIN, SAE, IEC, EN2

Múltiples posibilidades de documentación:

- La impresora está incluida en el suministro estándar
- Posibilidad de almacenamiento de hasta 100 procesos de comprobación
- Conexión USB para la descarga de resultados y futuras actualizaciones.



Figura 19. Comprobador Bat110 (Bosch, 2019)

### 2.9.7. Lector OBD II ELM 327

Se conecta mediante Bluetooth a tu terminal ANDROID, PC, SIMBIAN o terminal Windows. El dispositivo puede hacer diagnósticos completos del vehículo y visionar todo tipo de errores registrador en la centralita. Soporta todos los protocolos de OBDII, EOBD y CAN compatible con TORQUE, DASHCOMMAND, KIWI, SCANMASTER, entre otros.



Figura 20. Lector OBD II EKN 327 (Agrodeport, 2019)

Escanea las revoluciones del motor, muestra la temperatura del refrigerante, los niveles de combustible, velocidad del automóvil, presión del sistema de admisión, avance de encendido, temperatura del aire de admisión, caudal de aire, posición absoluta del acelerador, medición del oxígeno y muchos otros. Para automóviles equipados con conector de diagnóstico OBD-II de 16 pines. Se utiliza el ordenador o un smartphone para diagnosticar fallos en el automóvil, además de poder borrar los códigos de fallo (Check engine) y el testigo de fallo (dependiendo de la compatibilidad).

Incluye un CD con diversos programas para su utilización. Contiene un paquete x1 lector EML 327 x1 Mini CD para el ordenador.

## 2.10. Métodos de investigación

### 2.10.1. Método analítico

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio,

con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

Analizar significa desintegrar, descomponer un todo en sus partes para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como las relaciones entre sí y con el todo. La importancia del análisis reside en que para comprender la esencia de un todo hay que conocer la naturaleza de sus partes.

El análisis va de lo concreto a lo abstracto ya que mantiene el recurso de la abstracción puede separarse las partes (aislarse) del todo, así como sus relaciones básicas que interesan para su estudio intensivo (una hipótesis no es un producto material, pero expresa relaciones entre fenómenos materiales; luego, es un concreto de pensamiento). (Sites Google, 2019)

Así, la dialéctica consiste en trabajar un tema visualizado su evolución en tres momentos sucesivos: Tesis (planteamiento, primera idea) Antítesis (oposición, segunda idea) Síntesis (resultado o combinación de la Tesis y la Antítesis, tercera idea).

### **2.10.2. Método comparativo**

El método comparativo es un procedimiento de búsqueda sistemática de similitudes con el objeto de estudiar su parentesco.

Sólo se tiene un modo de demostrar que un fenómeno es origen de otro; es comparar los casos en que están simultáneamente presentes o ausentes y averiguar si las variaciones que presentan en estas diferentes combinaciones de circunstancias prueban que uno depende del otro. Cuando pueden producirse artificialmente, según el deseo del espectador, el método es de experimentación propiamente dicha. Por el contrario, cuando no está a nuestra disposición el análisis de los hechos y sólo se puede relacionar tal como

se producen espontáneamente, el método empleado es el de la experimentación indirecta o método comparativo. (Sites Google, 2019)

## **2.11. Norma SAE**

El Comité de baterías de almacenamiento SAE comisionó un grupo de trabajo para investigar alternativas por las altas temperatura ( $75^{\circ}\text{C}$ ). El objetivo del grupo de trabajo era desarrollar una prueba de ciclo de vida que produce los modos de falla que se encuentran en el servicio de alta temperatura para las tecnologías de fabricación de baterías de plomo-ácido de encendido y encendido de 12 V disponibles comercialmente más comunes. Este procedimiento de prueba es el resultado de tres años.

estudio patrocinado por la industria que incluye pruebas de laboratorio a gran escala y flota de vehículos. (SAE, 2013)

La norma SAE que rige el procedimiento de pruebas para las baterías automotrices es la SAE J2801.

### **2.11.1. Proceso de test de batería**

El proceso que se realiza a la batería para verificar su óptimo funcionamiento lo dicta la norma SAE, por ende, el proyecto como tal debe regirse a esta norma y adecuarse para poder acoplar el proyecto a dichas normas. La prueba comienza con una batería completamente cargada / acondicionada según SAE J537.

La batería se prueba en un baño de agua mantenido a  $75^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  ( $167^{\circ}\text{F} \pm 5^{\circ}\text{F}$ ), el nivel de agua del baño especificado en 3.2cm se mantendrá a una altura igual o superior al 75% del total altura del contenedor de la batería o dentro de 12 mm (1/2 pulg.) del casquillo metálico de las baterías de los terminales laterales.

El ciclo de prueba se realiza de la siguiente manera:

1. Descarga 18 s, 25 A

2. Carga 30 min, 14.2 V, máximo 25 A
3. Descarga 15 min, 3 A
4. Carga 30 min, 14.2 V, máximo 25 A
5. Descarga 18 s, 25 A
6. Carga 30 min, 14.2 V, máximo 25 A
7. Descarga 15 min, 3 A
8. Carga 30 min, 14.2 V, máximo 25 A
9. Descarga 15 min, 3 A
10. Carga 29 min 24 s, 14.2 V, máximo 25 A

La batería se realiza un ciclo continuo utilizando los pasos 1-10 durante un total de seis ciclos. Cada ciclo durará 3.25 segundos Después del sexto ciclo, descargue 15 min, 10 A seguido de un período de carga de 255 min a 14.2 V, máximo de 25 A.

Repita los pasos 1-10, cuatro veces más, repita el paso 1-9, cuatro veces adicionales, luego descarga 15 min, 10 A, carga 120 min, 14.2 V, máximo 25 A.

La prueba descrita en los pasos anteriores se registrará un total de 34 ciclos por cada semana de prueba exitosa.

Se permite un retraso de conmutación de no más de 10 s desde la finalización de la carga hasta el inicio de la descarga y la finalización de descarga al inicio de carga. La batería recibe un soporte de circuito abierto de 28 a 33 h en el baño de agua a  $75^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  ( $167^{\circ}\text{F} \pm 5^{\circ}\text{F}$ ).

Con la batería a la temperatura obtenida en 3.6 s, descargue a una velocidad de 200 A a 7.2V, o una descarga mínima tiempo de 10 s, lo que ocurra primero. La prueba a la batería se considerará completa si se produce una o más de las siguientes condiciones:

- La aceptación de corriente de la batería es superior a 15 A al final de cualquier paso de carga (verifique la aceptación de carga en el último segundo de cada paso de carga).

- La batería no puede mantener un mínimo de 7.2V en cualquier paso de descarga.
- El voltaje del terminal de la batería cae por debajo de 12.0V al final del período de descanso.
- Se debe agregar agua al electrolito según sea necesario durante la prueba, excepto a las baterías descritas como libre de mantenimiento. No se debe agregar agua al electrolito durante la prueba a estas baterías.

Todo este proceso se efectuará en las baterías que se van a analizar en el proyecto.

## 2.12. Vehículos con baterías grupo 42

En el Ecuador los vehículos que más se venden son los automóviles, los cuales suelen venir con motor de 1.5 hasta 1.8 y en ellos vienen instalados las baterías del grupo 42, como se puede observar en la figura 21.

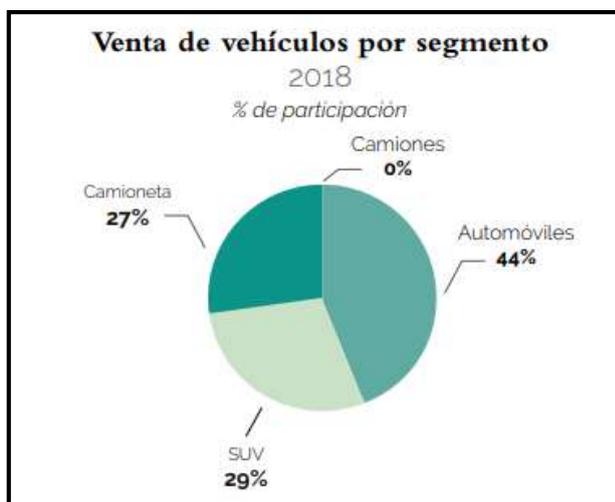


Figura 21. Venta de vehículos por segmento (Aeade, 2018)

Para el análisis respectivo dentro de la investigación se toma como objeto de prueba la batería del grupo 42 y el vehículo modelo Aveo, marca Chevrolet, sin embargo, se puede aplicar la metodología de prueba en vehículos con características similares a las antes mencionadas, como requisito primordial es que tenga instalada la batería grupo 42.

Debido a que en el país lo que más se ha vendido son automóviles y la que tiene mayor venta es la ensambladora Omnibus BB la cual es conocida en el mercado como GM ECUADOR, se tomó referencia el vehículo antes mencionado para las pruebas correspondientes, tal como se observa en la figura 22.

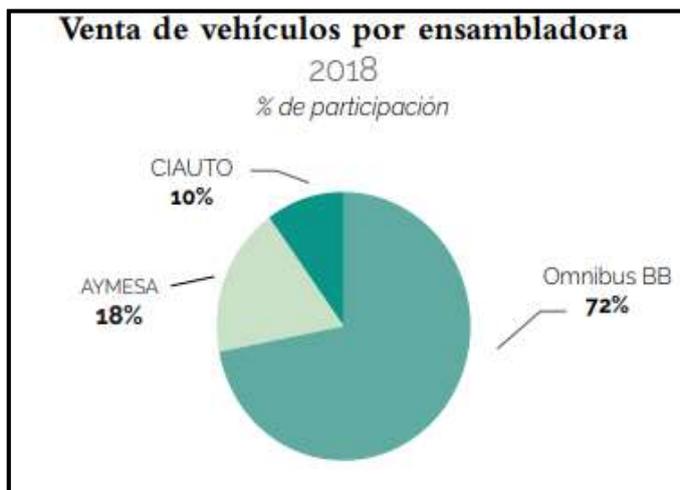


Figura 22. Venta de vehículos por ensambladora (Aeade, 2018)

- **Cifras INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSO)**

Consolidando los datos obtenidos del INEC, se muestra en la tabla 3 la cantidad de automóviles matriculados en cada región como Costa y Sierra, mostrando el porcentaje de cada una en el año 2017. (Inec,2019)

**Tabla 3.**  
Automóviles matriculados

AUTOMÓVILES MATRICULADOS		
Region	Cantidad	Porcentaje
Costa	260.917	41%
Sierra	375.379	59%

Aun observando que se tiene un porcentaje mayor en la región sierra de vehículos matriculados, la metodología se aplica a vehículos que se encuentra en la región costa, por las altas temperaturas que se llegan alcanzar en esta región.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Introducción**

El proyecto se centra en el desarrollo de la metodología de experimentación el cual se basa en evidenciar mediante equipos y herramientas las condiciones de funcionamiento al que es sometida una batería mientras permanece instalada en el vehículo, además de tomar en cuenta la temperatura ambiente en la circula el vehículo para luego validar por medio de un procedimiento de revisión de baterías si estas condiciones son determinantes para reducir la vida útil de la batería y que esta no cumpla con el tiempo cobertura de garantía estipulados por el fabricante de baterías automotrices con tecnología plomo-ácido.

#### **3.2. Metodología de experimentación**

La metodología de experimentación se realizará siguiendo el siguiente procedimiento:

1. La batería grupo 42 será sometida a una prueba durante 2 semanas, estará instalada en un vehículo marca Chevrolet modelo Aveo año 2015. El cual fue elegido como objeto de prueba en esta investigación, cabe recalcar que la metodología de prueba puede ser aplicada en distintos tipos de vehículos que posean baterías de grupo 42.

Serán instalados en la batería y en el vehículo sensores y equipos para poder determinar parámetros de funcionamiento del motor y de la batería tales como temperatura de motor, revoluciones del motor, temperatura de la batería, voltaje de la batería además de la temperatura ambiente.

2. La ruta del vehículo será en la ciudad de Guayaquil, la cual comienza desde el norte de la ciudad hasta el sur yendo por las avenidas más transitadas, la misma que posee una temperatura promedio de la región costa. Se medirán los parámetros iniciales de batería, voltaje, potencia y densidad.
3. Luego el vehículo realizará una prueba de ruta de alrededor de 300km diarios. Al culminar la primera semana se obtendrán los parámetros de funcionamiento al que fue sometida la batería de los datos obtenidos por los sensores y equipos.
4. Los sensores y equipos serán instalados de la siguiente manera.

Sensor de temperatura data logger con entrada USB, estará asilado de la temperatura propia del motor, será instalado en la parte lateral de la caja de batería ya que la misma es un punto de referencia debido a que el material ayuda a la transferencia de calor hacia el sensor, tal y como se puede observar en la figura 23.



*Figura 23.* Instalación del sensor de temperatura USB

El sensor data logger instalado en la batería tomará la temperatura cada 40 min. Los datos serán enviados por USB al software especial del dispositivo para luego descárgalos a una base de datos. Además, se tomará como referencia la temperatura en el historial climático el cual es necesario para determinar la temperatura ambiente en el que se

desarrollarán las pruebas, los datos serán tomados de la página oficial del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Como se puede observar en la figura 24.

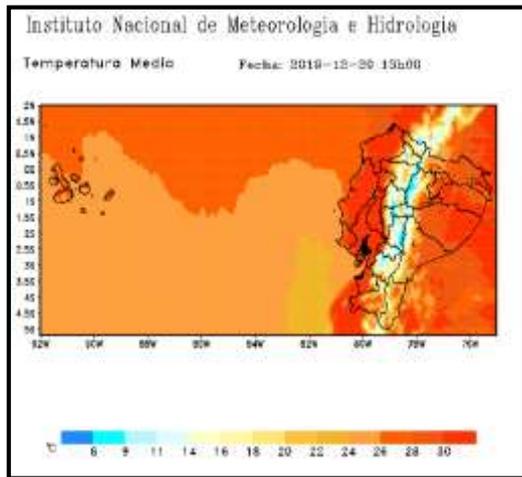


Figura 24. Meteorología Ecuador (Inamhi,2019)

Para medir el voltaje (V) con el que estará trabajando la batería, tanto con la carga del alternador y los arranques, se utilizará un multímetro marca FLUKE modelo 289, este almacena la información. Se conectarán las pinzas a la batería y el equipo estará ajustado con amarras plásticas y se colocará en un espacio del habitáculo del motor el cual permite cerrar el cofre (capot).



Figura 25. Medición de voltaje con multímetro

Las pulsaciones de voltaje se almacenarán en el equipo cada 10 minutos. Este multímetro también cuenta con un software donde se descargan los datos obtenidos por medio de conexión USB para luego exportarlos a un archivo de hoja de cálculo con extensión “xlsx”, el cual se utiliza con el programa Excel Microsoft office.

Para tomar los datos de Temperatura de motor y RPM motor se utilizará el equipo OBD II ELM327 el cual enviará la data por señal Bluetooth a un Smartphone en el cual estará instalada la aplicación “Torque”, esta aplicación se encarga de almacenar la información para luego ser convertida a un archivo de hoja de cálculo con extensión “xlsx”, el cual se utiliza con el programa Excel Microsoft office para su análisis, como se observa la figura 26.



*Figura 26.* Conexión del OBDII ELM327

Una vez obtenida toda la información se llevará a cabo el análisis por medio de un método analítico comparativo de variables. El objetivo es tener el mayor grado de confiabilidad de los datos. La metodología de prueba se adecuo para poder realizar de una forma más versátil y viendo factores como la temperatura ambiental y del motor, como también el comportamiento de la batería ciclando para realizar las pruebas y la recolección de datos de temperatura de acuerdo a las normas SAE J2801 y J537 el cual se basa en ciclos de vida de la batería. Estas normas tienen como objetivo realizar cargas

y descargas con equipos especializados de alto costo. Sin embargo, este efecto de ciclaje se provoca también cuando la batería está instalada dentro del vehículo, además de tener condiciones adicionales de temperatura ambiente, temperatura de motor y RPM motor.

### 3.2.1. Proceso de revisión de batería Plomo-ácido

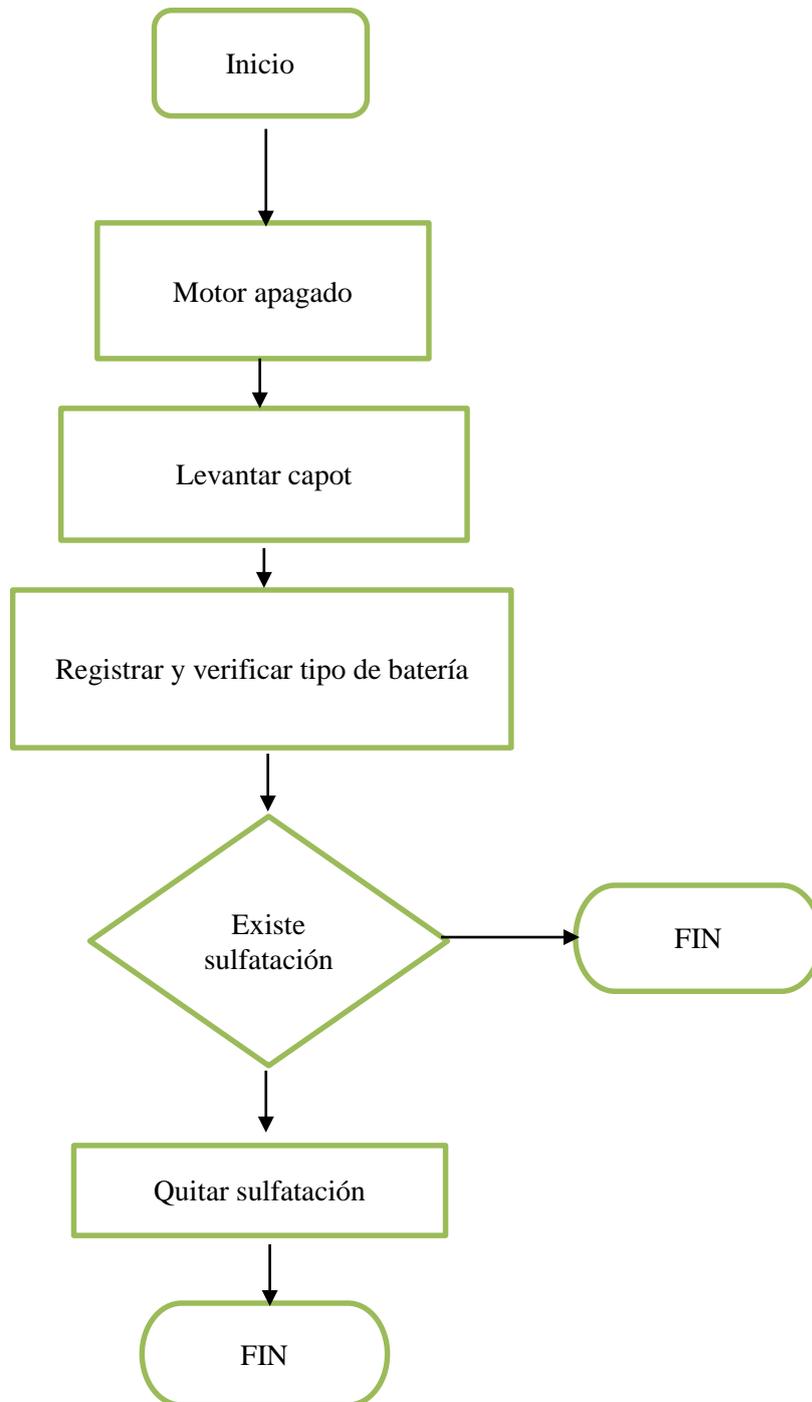


Figura 27. Proceso de revisión de baterías

### 3.2.1.1. Procedimiento de revisión de batería tecnología plomo-ácido

Para proceder a revisar la batería tecnología plomo-ácido, o la denominada comúnmente batería de bajo mantenimiento se debe seguir los siguientes pasos:

1. Se procede a apagar el motor del vehículo.
2. Se levanta el cofre (capot) del vehículo.
3. Registrar el tipo de batería



Figura 28. Chequeo de la batería físicamente

4. Verificar que la batería está instalada de forma correcta, de manera horizontal, no presente objetos punzantes que puedan provocar daños en la batería. Verificar la existencia y correcto ajuste de “bracket” (faja, ajustador metálico) y que éste mantenga a la batería firme e inmovilizada. Figura 29



Figura 29. Ajuste correcto del bracket

5. Verificar que la batería está conectada de forma correcta, estado de terminales, ajustes correctos, ausencia de sulfatación. En caso de presentar sulfato, se lo debe de remover de la siguiente manera:

- a) Previo a desconectar la batería asegurarse que no existan cargas posibles, como accesorios encendidos (luces, motor, radio, otros) y que la llave esté retirada del switch.
- b) Se debe desconectar primero el cable negativo y después el cable positivo de los bornes de la batería, tal como se puede observar en la figura 30.



Figura 30. A. Borne negativo B. Borne positive

- c) Se procede con la limpieza de los terminales y bornes con la ayuda de un cepillo de cerdas metálicas, de esta forma retiramos toda suciedad que se haya adherido a la superficie y nos ocasione error en las muestras que vayamos a tomar.



Figura 31. Limpieza de bornes con cepillo de cerdas metálicas

- d) Luego se conecta la batería; primero se debe de conectar el cable positivo y luego el cable negativo.

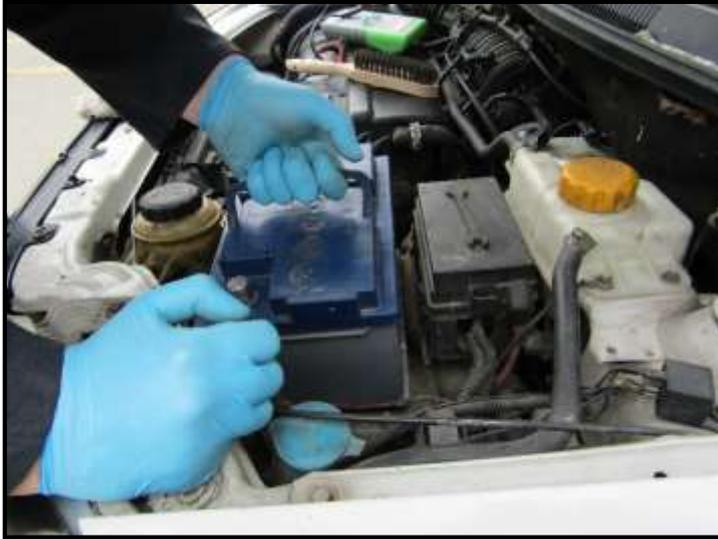


Figura 32. Conexión de la batería

### 3.2.2. Análisis eléctrico de la batería en vehículo:

Para proceder a la Medición de Voltaje (V) y capacidad de arranque (CCA):  
Conectar el equipo de comprobación BAT110, seguir lo siguientes pasos:

1. Colocar la pinza positiva (color rojo) en terminal positivo (+) y la pinza negativa (color negro) en terminal negativo (-). Figura 33



Figura 33. Conexión del BAT110

2. Presionar el botón “V” con este tendremos la medición de voltaje

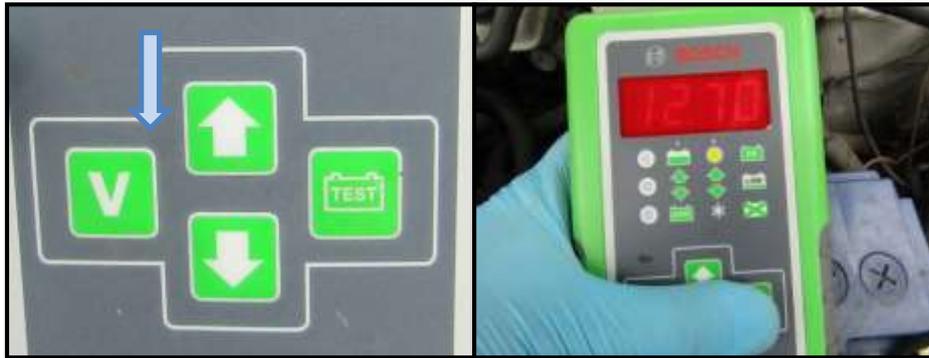


Figura 34. Medición de voltaje con el BAT110

3. Al colocar el equipo BAT110 Presionar el botón “Test” por 2 ocasiones y luego seleccionar la medición SAE presionando el botón “Test”.

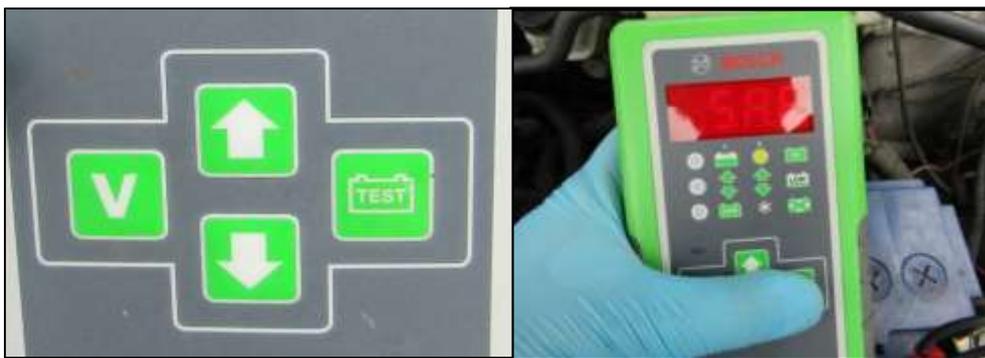


Figura 35. Operando el BAT110

4. Con la ayuda de los botones “Up” “Down” arriba- abajo, se debe seleccionar la capacidad de arranque descrita en la etiqueta de la batería a  $-18^{\circ}$ , se presiona el botón “test” y el equipo arroja el valor del CCA que tiene la batería. Figura 36

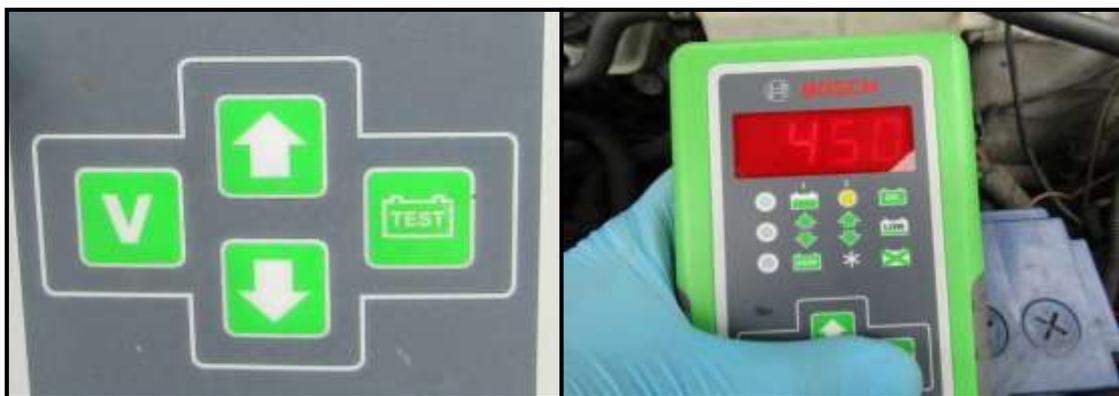


Figura 36. Medición de CCA con el BAT110

5. A continuación, con el densímetro se procede con la revisión de niveles de electrolito y medición de densidades.
6. Se procede a retirar los tapones de la batería para realizar la revisión visual con ayuda de una linterna ver los niveles de electrolito y estado de los puentes, tal como se puede observar en la figura 37.



*Figura 37.* Orificios de tapones en la batería

7. Se realiza la medición de densidad en cada celda. Para ello se empleará el densímetro. El promedio obtenido se reportará como el valor de la densidad. (Se registra el resultado, densidad optima 1.230-1.260, requiere carga 1.180 – 1.230, menor a 1.180 posible falla en batería).



*Figura 38.* Medición de la densidad del electrolito

**Nota:** En caso de que la batería se evidencie con los puentes en buen estado y con niveles bajos de electrolito, se debe completar los niveles con agua desmineralizada; caso contrario en el que se evidencie corrosión y sulfato en los puentes se debe completar los niveles con agua desmineralizada y registrarlos como observaciones.

8. Luego con el motor del vehículo apagado y sin consumidores (accesorios encendidos), se procede a revisar el sistema eléctrico del vehículo para verificar que no exista consumo alguno, utilizando un Amperímetro de gancho.
9. Se debe encender el equipo antes de colocarlo.
10. Se coloca el gancho en el cable negativo.
11. Una vez efectuada la revisión, los valores no deben de exceder de 0.07 amperios para que no exista descarga en la batería. (Se registra el resultado).



*Figura 39.* Medición de consumo en el circuito del vehículo

12. Con el motor del vehículo encendido, determinar el voltaje de carga del alternador usando el equipo BAT110 o multímetro, para ello el vehículo debe de estar encendido y acelerar por 15 segundos, a 2,000 rpm. Luego se solicita prender luces,

A/C, radio y demás accesorios. Los valores deben de estar entre 13.30 V a 14.50 V. Si se encuentra por debajo de 13.30 V, el vehículo no carga la batería y si es superior a 14.50 V, el vehículo sobrecarga a la batería. Finalmente, se registra el resultado, como se puede observar en la figura 40.



Figura 40. Registro de carga del alternador en la batería

**Nota:** En vehículos modernos se puede presentar el caso de que el alternador cargue a más de 14.50 V; verificar con el manual del fabricante.

13. Con ayuda del Multímetro se debe verificar la caída de tensión al momento del arranque. El multímetro debe estar en la posición de Voltaje (DC), colocando la pinza positiva al terminal positivo y pinza negativa al terminal negativo, se le da arranque al vehículo y el voltaje no debe ser menor a 9.4 V.

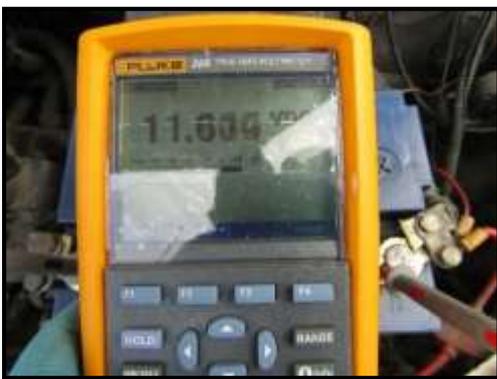


Figura 41. Caída de tensión del motor de arranque con multímetro

### 3.2.2.1. Proceso

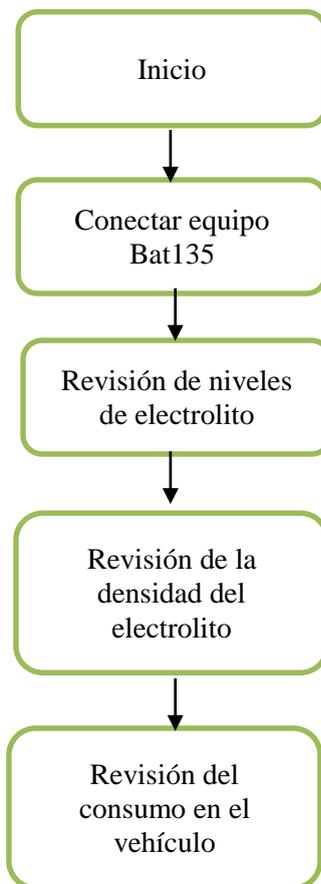


Figura 42. Proceso de análisis de electrolito en batería

Según los parámetros que arrojen las mediciones se puede determinar el estado eléctrico en el que se encuentra la batería.

**Tabla 4.**  
Característica batería con buena carga

<b>BATERÍA CON BUENA CARGA</b>
Voltaje: 12,8 V hasta 12,4 V
CCA: 100% hasta 80% de su capacidad a -18°C
Densidades: 1280 hasta 1230 gr/cm <sup>3</sup>

**Tabla 5.**  
Característica de batería necesita carga

<b>Batería necesita carga</b>
Voltaje: menor a 12.4V hasta 11.4 V
CCA: 80% hasta 50% de su capacidad a -18°C
Densidades menor a 1230 hasta 1150 gr/cm <sup>3</sup>

**Tabla 6.**  
Característica de batería con grupo malo

<b>Batería con grupo malo o descarga profunda:</b>
Voltaje: menor a 11.5V hasta 0V
CCA: menor 50% hasta 0% de su capacidad a -18%
Densidad: menor a 1150 gr/cm <sup>3</sup>

Para determinar un grupo malo se realiza la siguiente prueba:

- Con ayuda del comprobador de resistencia, esta toma como referencia el voltaje de la batería y crea una resistencia provocando ebullición en la celda que se encuentra defectuosa y así determinar el grupo malo (cortocircuito).



Figura 43. Resistencia

## CAPÍTULO IV

### RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Introducción

Luego de haber aplicado la metodología de prueba estipulada en el capítulo anterior, se obtuvo datos los cuales fueron procesados para su posterior análisis, el cual se enfocará en el método comparativo entre la temperatura de la batería y sus capacidades eléctricas, donde también se ve la influencia de la temperatura del motor, temperatura ambiente y estado eléctrico del vehículo.

#### 4.2. Análisis de la batería del grupo 42

Para el análisis correspondiente dentro de la metodología de prueba se utilizó la batería del grupo 42 la cual es instalada comúnmente en vehículos con motor de cilindrada entre 1.4 – 1.6, el vehículo utilizado en esta prueba es el Chevrolet Aveo, sin embargo esta metodología de prueba puede ser aplicada a distintos tipos de vehículos que utilicen baterías grupo 42, uno de los motivos por el cual se realizó la metodología en el Chevrolet Aveo es debido a que en el 2018 se vendió una cantidad de 6976 unidades del modelo de vehículo antes mencionado el cual representa el 52% de los vehículos más vendidos en Ecuador, según la Asociación de Empresas automotrices del Ecuador.

**Tabla 7.**  
Principales modelos Chevrolet CAJA 42

<b>Principales Modelos automóviles Unidades 2017-2018</b>		
<b>Modelo</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Aveo Family 1.5L STD	6629	6976
ACCENT 1.6 4P TM	337	1856
Rio sedan 4p	559	1128
Volex C30	954	965
Versa sense MT AC	635	491

Para esto se debe conocer los parámetros iniciales de las baterías que van a ser sometidas a la metodología de prueba para diagnosticar sus fallos.

**Tabla 8.**  
Datos de batería

<b>DATOS DE BATERÍA</b>				
Densidad	Voltaje de	Voltaje del	Consumo con Pinza	CCA
[g/cm <sup>3</sup> ]	Batería [V]	Alternador [V]	Amperométrica [A]	Bat-110
				[A]
1,269	12,69	13,85	0,02	600

#### 4.2.1. Análisis en batería sometida a mantenimiento

En este caso durante el desarrollo de la prueba se realizó mantenimiento a la batería con los procedimientos establecidos en la metodología, mediante dispositivos de diagnósticos se obtuvieron los siguientes parámetros para el respectivo análisis: temperatura de batería, temperatura del ambiente, voltaje del alternador, temperatura y revoluciones del motor.

- **Temperatura de batería**

La temperatura de batería como se puede observar en la figura 44, es tomada entre los días del 18 hasta el 30 de noviembre del 2019, el cual se evidencia que la temperatura promedio de la batería llega hasta los 105°C, en horas de la mañana con el vehículo en funcionamiento.

Tomando en cuenta el historial de temperaturas del INAMHI, el cual indico que en estos días en cuestión tienen una temperatura promedio aproximada de 31°C, y los valores recolectados por el sensor de temperatura Data logger instalado en la batería, se

determinó lo siguiente; la batería no tuvo un incremento de temperatura significativo debido a que estuvo sometida a mantenimientos como se puede observar en la figura 44.

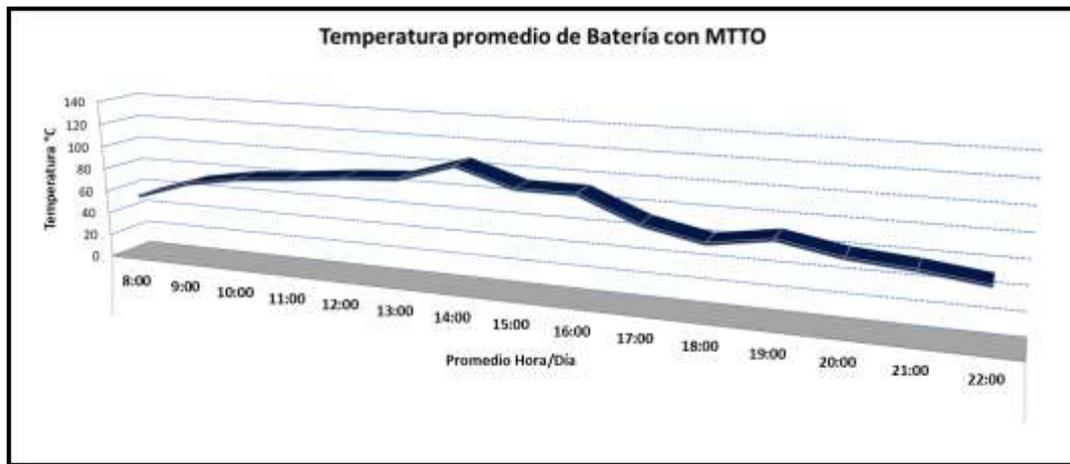


Figura 44. Temperatura de batería

- **Temperatura del motor**

La temperatura del motor también es crucial al momento de realizar análisis en el funcionamiento de las baterías, porque transmite calor a la misma, en la figura 45 se observa como al aumentar las revoluciones del motor su temperatura también lo hace, transmitiendo calor a la batería del mismo modo, como se muestra en la figura 45.

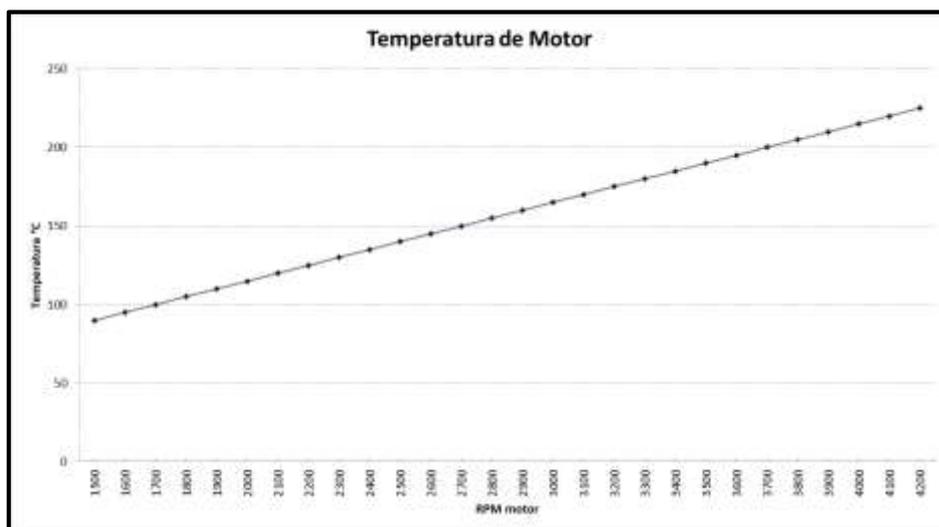


Figura 45. Temperatura del motor

En esta figura 45 se puede apreciar como el motor alcanza temperaturas elevadas

que sondean los 250 grados Celsius, toda esta energía calorífica que emane queda dentro del habitáculo del motor transmitiendo a las partes que lo conforman incluyendo la batería.

- **Voltaje del alternador**

El voltaje del alternador como se puede observar en la figura 46, comienza a variar de acuerdo a las revoluciones del motor, por ende, se observa como carga la batería con toda normalidad.

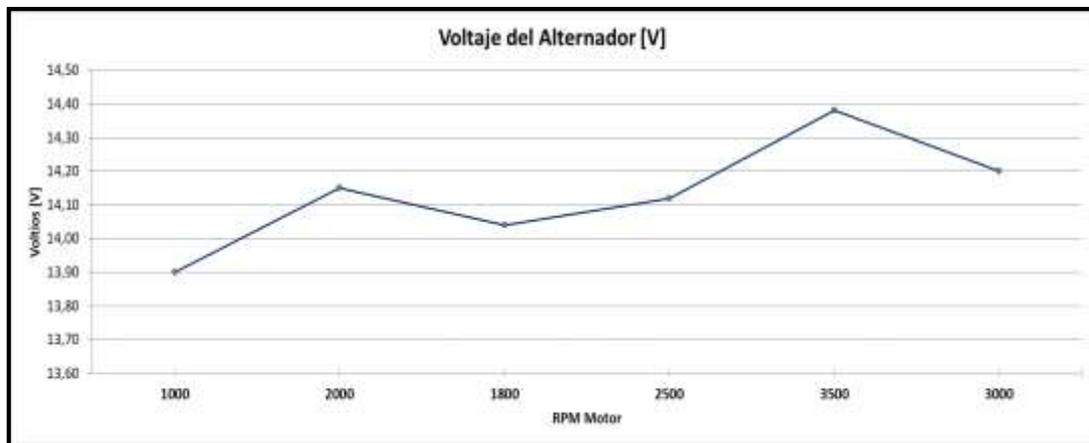


Figura 46. Voltaje del alternador

Además, se muestra como hay picos de voltaje y a su vez caídas en ciertas revoluciones que alcanza el motor, donde comienza con una generación de aproximadamente 13.90 voltios y busca un voltaje de 14.20 voltios, recordando que la batería es un estabilizador de voltaje por ende se muestra como siempre busca estar en el voltaje óptimo de carga para su buen funcionamiento, dando a entender que el alternador está cargando correctamente.

- **Relación temperatura con potencia**

Para el correcto análisis se toman las curvas de potencia de batería y temperatura, las cuales se comparan, para proceder al análisis correspondiente. En la figura 47 se refleja como la temperatura de la batería va aumentando constantemente y la potencia de la misma dada en amperios decrece levemente hasta llevar a generar aproximadamente 400 amperios.

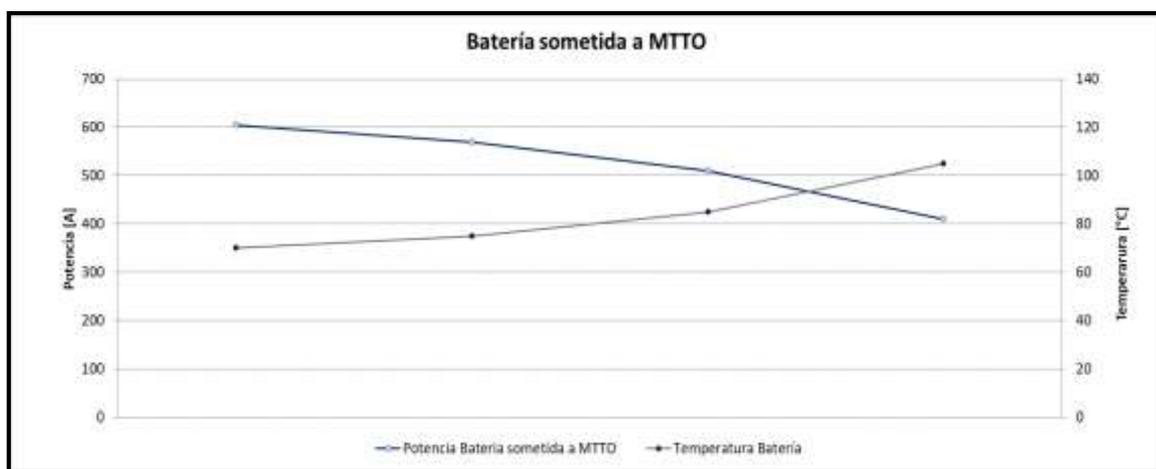


Figura 47. Relación potencia y temperatura batería MTTO

La figura 47 da a entender como la potencia es directamente proporcional a la temperatura de la batería, por ende, a mayor grado de temperatura que está sometida la batería su generación de amperaje disminuye.

#### 4.2.2. Análisis en batería sin mantenimiento

La siguiente prueba se realiza a una batería que no se le ha realizado ningún tipo de mantenimiento preventivo como es debido, por ende, se analizará los mismos parámetros que con la anterior para que posteriormente se comparen y se vea reflejado la influencia de la temperatura y otros factores para el funcionamiento óptimo de la misma.

- **Temperatura de batería**

De la misma forma que con la batería anterior se realiza las pruebas

correspondientes, y como se observa en la figura 48, la temperatura se eleva por los 130 grados Celsius, en el promedio de días desde el 18 hasta el 30 de noviembre del 2019.

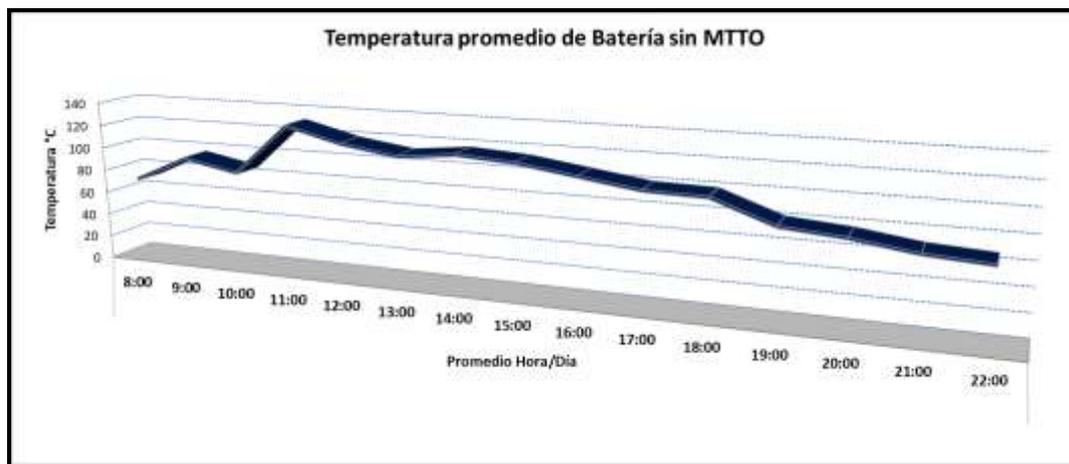


Figura 48. Temperatura de batería sin mantenimiento

Además, se muestra un pico de temperatura promedio la cual tiende a mantenerse sobre los 100 grados Celsius a partir del meridiano, recordando que a esas horas el INAMHI tiene registrado en su historial un promedio de temperatura de hasta 32 grados Celsius.

Al analizar el grafico se muestra que la batería sin mantenimiento tiende a aumentar su temperatura de una forma excesiva debido al bajo nivel de electrolito el cual aumenta el nivel de acidez provocando corrosión y desgaste interno.

- **Temperatura del motor**

La temperatura del motor como se conoce por medio de la recolección de datos que se obtuvo de las pruebas respectivas, y esto se plasma en la figura 49, mostrando como aumenta la temperatura drásticamente sobrepasando los 200 grados Celsius a manera que las revoluciones del motor van aumentando.

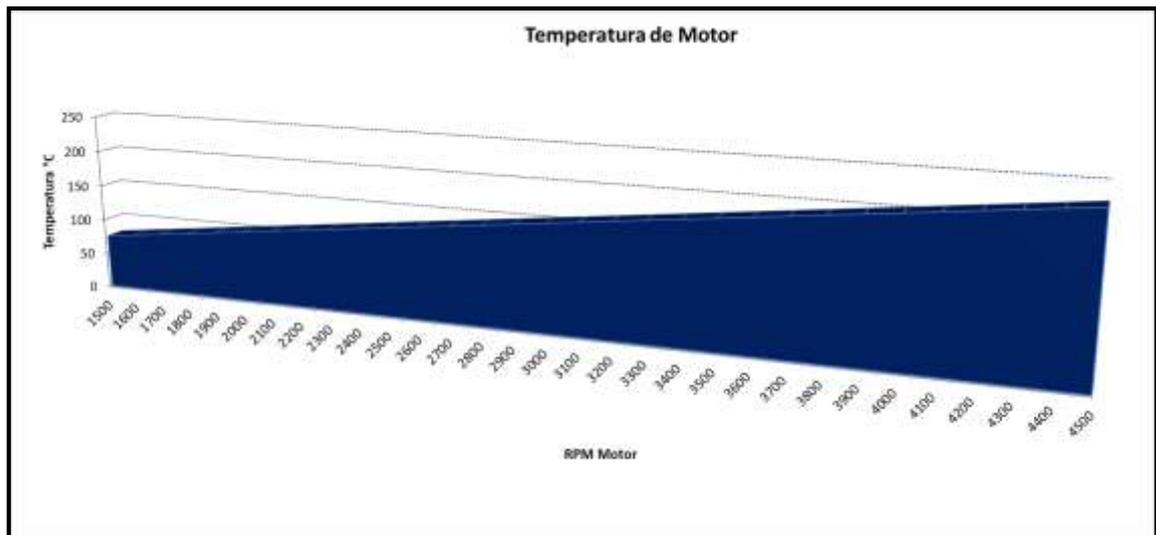


Figura 49. Temperatura del motor

- **Voltaje del alternador**

El voltaje de alternado como se observa en la figura 50 no tiene un flujo constante, el cual decae a las 1000 revoluciones, dando a entender que el voltaje del alternador está fallando y no está cargando como debe ser.

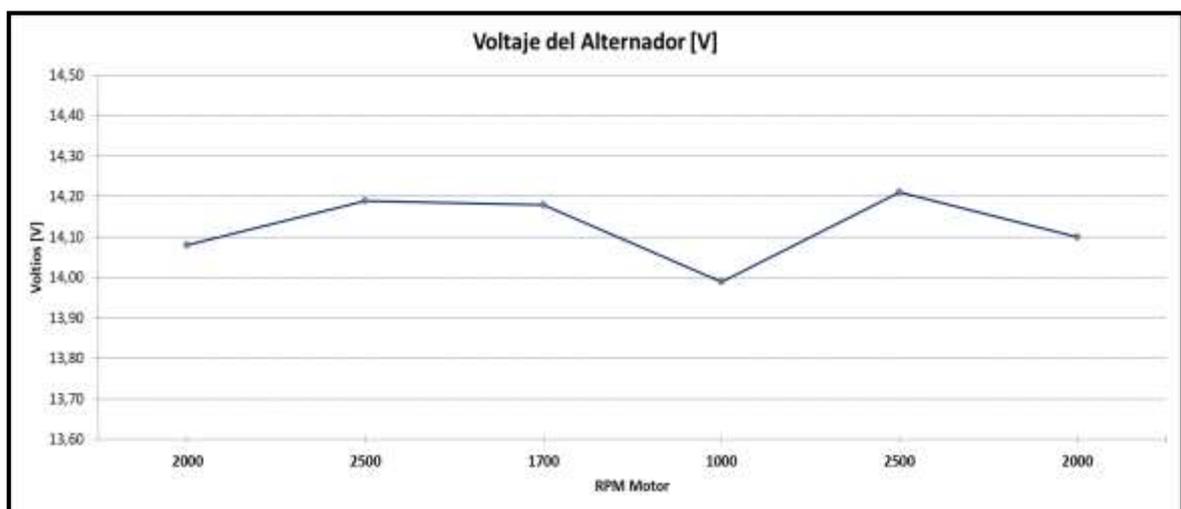


Figura 50. Voltaje del alternador

- **Relación temperatura con potencia**

En este caso se puede observar en la figura 51 como la potencia de la batería decae al estar sometida a temperaturas elevadas, quiere decir que su suministro de amperaje disminuye haciendo que se vuelva menos operativa al pasar el tiempo.

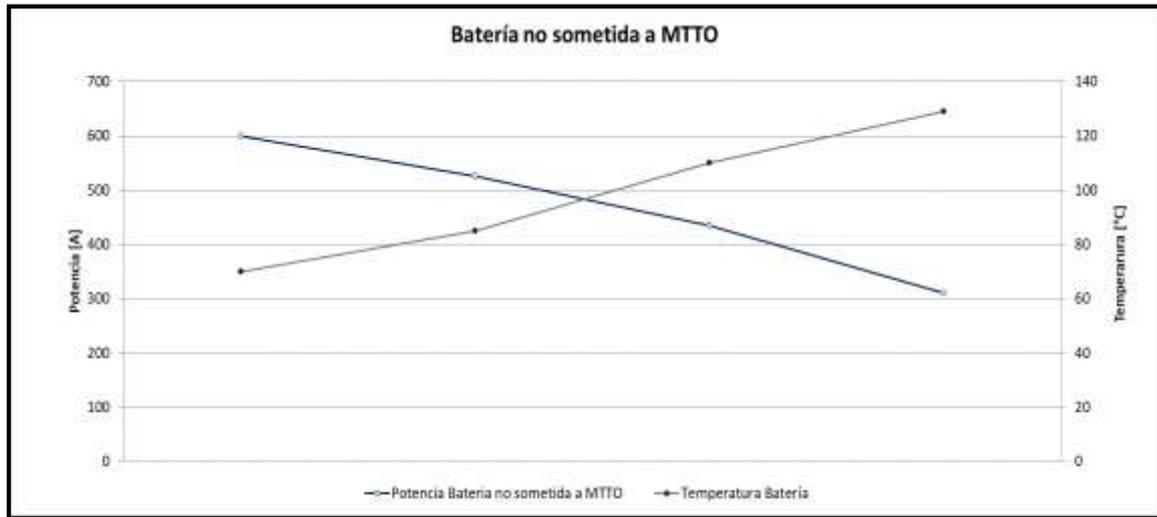


Figura 51. Relación potencia y temperatura Batería sin MTTO

#### 4.2.3. Comparación entre baterías

Para el estudio de fallos que se presentan en la batería del grupo 42, se analizará el comportamiento de dos tipos de baterías, una que es sometida a mantenimientos continuos y otra que no ha tenido ningún mantenimiento hasta la actualidad, para lo cual se realiza las pruebas pertinentes y se obtuvieron los gráficos anteriormente prescritos, para lo cual se tomó dos parámetros importantes para el análisis, los cuales fueron la temperatura y la potencia de las mismas.

- **Temperatura de batería**

Se aplica el método comparativo con los datos de las baterías sin mantenimiento y la batería con mantenimiento, donde se compara las curvas obtenidas en las pruebas realizadas, y al analizar las curvas se obtiene que la batería sin mantenimiento alcanza grados de temperatura mucho más elevadas, que su contraparte.

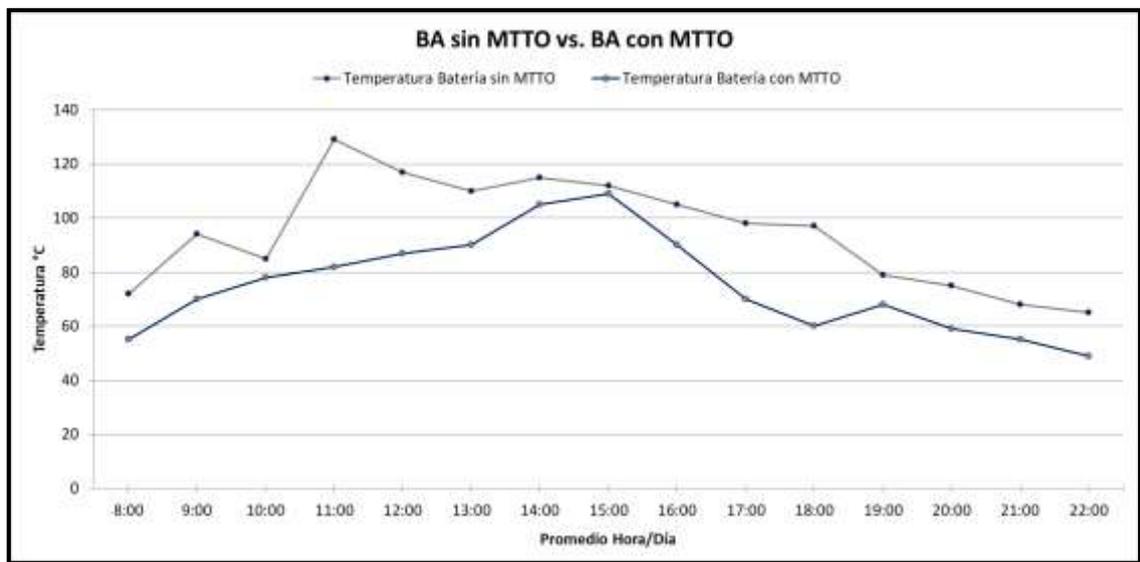


Figura 52. Relación curvas temperatura

Estas curvas fueron obtenidas en el mismo promedio de días, así se puede observar en la figura 52, mostrando que, aunque la temperatura del ambiente era alta, no afecta en gran escala a la batería que había sido sometida a mantenimiento.

- **Potencia de batería**

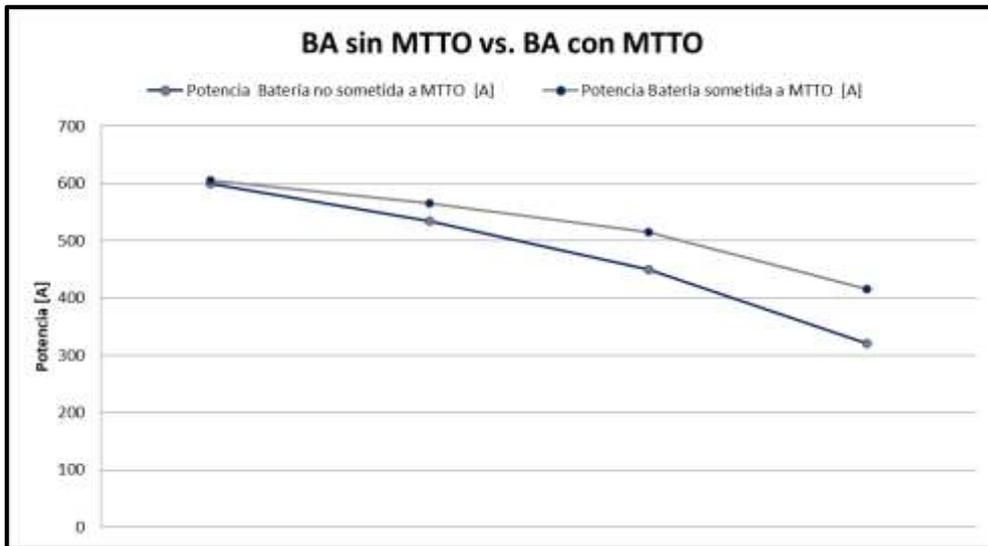


Figura 53. Relación potencia de baterías

En la figura 53 se observa las curvas respectivas de la batería sin mantenimiento y con mantenimiento de acuerdo a la potencia de cada una de ellas, dando a entender que la capacidad de arranque o potencia desciende significativamente al no estar sometida a un mantenimiento por eso es importante la comprensión de la electroquímica de la batería y el conocimiento en los sistemas eléctricos del vehículo el cual se puede utilizar para desarrollar diversas estrategias para la gestión de la batería y el diagnóstico de la misma.

Los mantenimientos en la batería cumplen un papel importante en los sistemas de almacenamiento de energía electroquímica en el cual se debe tener en cuenta que existen reacciones parásitas de gasificación como el oxígeno, la evolución de hidrógeno y recombinación de ellos, esto se focaliza aún más en ciudades con temperaturas calientes, teniendo como desventaja el poco espacio dentro de los habitáculos de motor.

## CONCLUSIONES

- Se determinó los parámetros para el análisis de fallos en la batería de grupo 42 los cuales fueron la temperatura de motor, la temperatura del ambiente y la temperatura de batería, estos ayudan a conocer como la potencia de la batería va decayendo parcialmente conforme pasan los días, también los equipos que se utilizaron para las pruebas mencionadas en el presente trabajo son el Data logger, el BAT 110, multímetro Fluke, lector OBD II ELM327, densímetro, amperímetro de gancho, todos estos son necesarios para obtener datos y analizarlos como es debido.
- Se estableció el método de prueba que consistió en el monitoreo de los parámetros con almacenamiento de datos para su posterior análisis sobre estado de las capacidades eléctricas de la batería con tecnología plomo-ácido grupo 42 con las variables de potencia y temperatura, donde se determina que si la temperatura en la batería supera los 70°C se produce la ebullición del agua desmineralizada provocando que la mezcla electrolítica acelere la corrosión debido al incremento de la acidez.
- Se concluye que la temperatura en la batería con tecnología plomo-ácido es un parámetro con efecto crucial sobre el rendimiento de cada componente de la electroquímica de almacenamiento de energía y los electrodos positivos y negativos. Se evidencia en los resultados de las pruebas realizadas que afecta el rendimiento del electrolito en términos de conductividad iónica, de difusión eficientes, la viscosidad, la congelación y puntos de ebullición. La velocidad de las reacciones electroquímicas depende de la temperatura de manera exponencial ya sean estas temperaturas ambientales como la del habitáculo del motor.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para contrarrestar los fallos de las baterías se debe realizar un mantenimiento periódico a la batería, como también al sistema eléctrico del vehículo, el revisar de manera periódica el sistema eléctrico nos ayuda a identificar fallos presentes y posibles fallos a futuro de esta manera se puede optimizar el funcionamiento de las baterías con tecnología plomo-ácido, lo que aumenta la vida útil y la fiabilidad de la misma.
- Se recomienda realizar una prueba más prolongada para ver como es el comportamiento de la batería en meses o en el año de garantía que se estipula al comprar una, para que de esta forma se observe con mejor detalle otros factores que también incurren en el desgaste prematuro de la potencia de las baterías del grupo 42.
- Se recomienda en las baterías plomo-ácido del grupo 42 las cuales tienen una tendencia al sobrecalentamiento excesivo, probar con otros diseños de polímero de la caja de la batería, donde se disminuya la temperatura y se pueda obtener un mejor cuidado y prolongación del tiempo de vida útil.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aeade. (2018). *www.aeade.net*. Obtenido de <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2019/03/Anuario%202018.pdf>
- Agrodeport. (2019). Obtenido de <http://www.agrodeport.es/lector-diagnosis/245-lector-diagnosis-centralita-de-coche-bluetooth-obdii-obd2.html>
- Aliexpress. (2019). *Es.aliexpress.com*. Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/32841100864.html>
- Antonpaar. (2019). Obtenido de <https://www.anton-paar.com/es-es/productos/detalles/densimetro-dmatm-4500-m/>
- Bardo, S. (2015). Baterías de plomo ácido.
- Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico: Pearson.
- Blogspot. (2015). *Labateriadeplo*. Obtenido de <http://labateriadeplo.blogspot.com/2009/08/proceso-electro-quimico-de-carga-y.html>
- Bosch. (2019). *Boschecuador*. Obtenido de <https://boschecuador.com/catalogos/baterias>
- Bosch. (2019). *Superprofesionales*. Obtenido de [www.superprofesionalesbosch.com](http://www.superprofesionalesbosch.com)
- Calsina, M. (2009). *Sistemas de carga y arranque*. Mcmillian Iberia S.A.
- Cedesa. (2019). Obtenido de <https://www.cedesa.com.mx/fluke/multimetros/digitales-portatiles/289/>
- Cesar, C. (2 de Diciembre de 2019). *Ucm*. Obtenido de <http://www.ucm.es/info/eurotheo/diccionario/M/>
- Crouse, W. H. (s.f.). *Mecánica del automovil*. Marcombo.
- Elola, L. N. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Marcombo.
- Escudero Secundino, J. G. (2009). *Motores*. Macmillan Iberia, S.A.

- Federico. (18 de abril de 2018). *Auto y tecnica*. Obtenido de [www.autoytecnica.com](http://www.autoytecnica.com)
- Fleta, M. C. (2009). *Circuitos electrotécnicos básicos: sistema de carga y arranque del vehículo*. Mcmillan Iberia S.A.
- FLUKE. (2019). *Fluke.com*. Obtenido de <https://www.fluke.com/es-mx/producto/comprobacion-electrica/multímetros-digitales/fluke-289>
- Melcho, J. C. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto*. IC Editorial.
- Mira, A. R. (2004). Metodo de analisis comparativo.
- Pancha, J. (2019). Analisis del electrolito del acumulador automotriz a diferentes temperaturas en condicion de encendido. *Ingenius*, 7.
- Pceinstruments*. (2019). Obtenido de [https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/registrador-de-datos-pce-instruments-registrador-de-datos-de-temperatura-y-humedad-log110-exf-det\\_388441.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/registrador-de-datos-pce-instruments-registrador-de-datos-de-temperatura-y-humedad-log110-exf-det_388441.htm)
- Postdeldia*. (2019). Obtenido de <http://postdeldia.com/post/15120/Cargador-Para-Bater%C3%ADas-De-12v-Con-Corte-Autom%C3%A1tico-Hazlo-Tu-Mismo>
- SAE. (Agosto de 2013). *SAE Internacional*. Obtenido de <http://www.sae.org>
- Scientia et technica año XIII. (2007). Modelado de calentamiento de motores de combusticon. *Scientia et technica año XIII*.
- Van Zandweghe Hnos. (2018). *Manual de baterias automotrices*. Obtenido de [www.baterias.com.ar](http://www.baterias.com.ar)

## **ANEXOS**

## **Anexo 1.** Características técnicas del JDiag BT-100

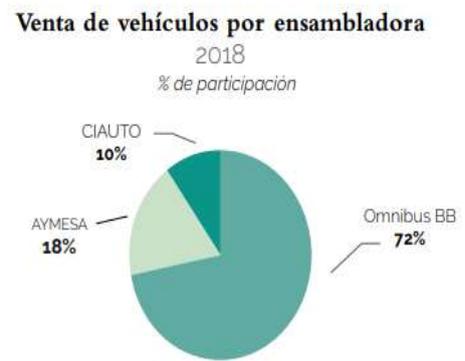
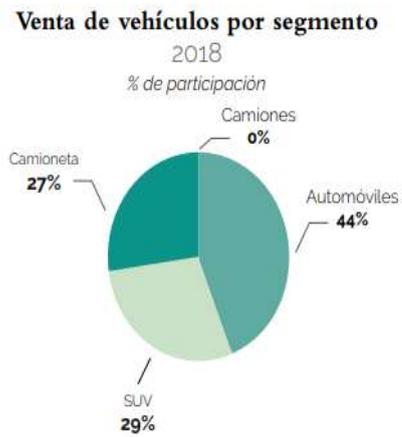
Las características del JDiag BT-100 son:

- Pantalla: Pantalla TFT en color (160x128 ppp),
- Temperatura de funcionamiento: 0 a 60 °C (32 a 140 °),
- Temperatura de almacenamiento: -40 a 70 °C (-40 a 185 °),
- Potencia externa: potencia de 12,0 o 24,0 V proporcionada a través de la batería del vehículo.
- Dimensiones: longitud 165mm \* ancho 40mm \* altura 27mm
- Herramienta de prueba de las especificaciones
- Rango de voltaje DC: 0-65 V + 1 dígitos
- Rango de resistencia: 0-200 K ohm
- Respuesta de frecuencia del paso del tono
- 0Hz a 10 K hz
- Disyuntor de Circuito
- Corriente nominal: 1-10 Amp
- Corriente 100%: sin viaje
- Corriente 150%: viaje en una hora
- Corriente 200%: Viaje en 3-30 segundos.

## **Anexo 2.** Características técnicas de sensor de temperatura data logger

- Rango: -40°C/105°C
- Resolución: 0.1 °C
- Precisión:  $\pm 0.5$  °C/°F
- Memoria: 3823 registros
- Batería: CR2032 3V

### Anexo 3. Venta de vehículos por segmento y ensambladora

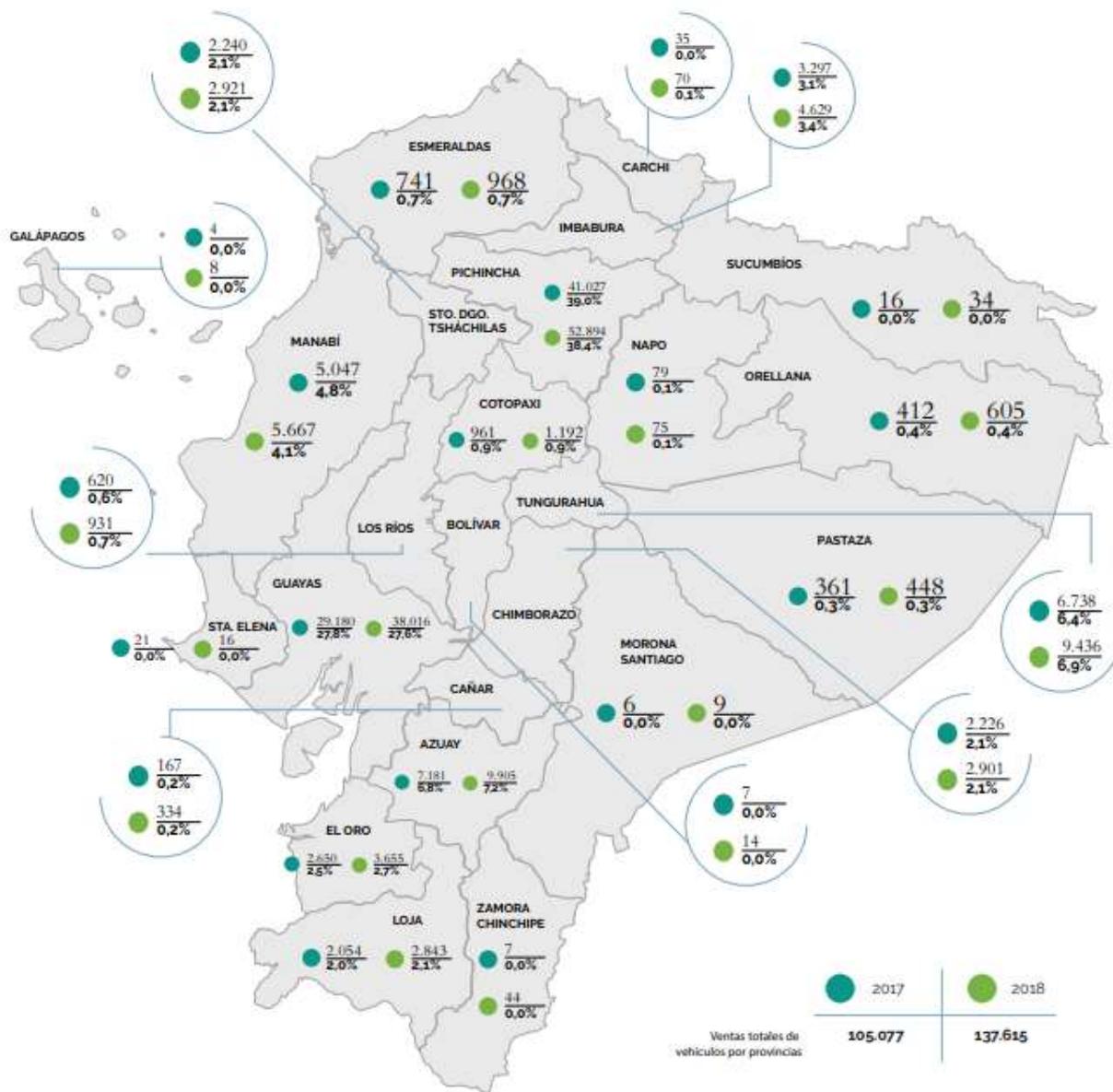


Venta anual de vehículos ensamblados en unidades por ensambladora y segmento, 2015-2018																				
Ensambladora <sup>1</sup>	Automóviles				SUV				Camionetas				Camión				Total			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
AYMESA	1.631	975	995	294	2.836	2.103	5.356	5.633	-	-	-	773	-	-	-	16	4.467	3.078	6.351	6.716
CIAUTO	-	-	-	-	1.159	1.718	2.187	2.562	1.005	797	1.361	1.143	55	-	-	-	2.219	2.515	3.548	3.705
MARESA	-	-	-	-	-	-	-	-	3.375	2.079	144	-	-	-	-	-	3.375	2.079	144	-
OMNIBUS BB	17.862	14.396	18.500	15.899	8.544	3.647	3.631	2.462	7.743	6.023	7.964	8.036	-	-	-	-	34.149	24.066	30.095	26.397
<b>Total</b>	<b>19.493</b>	<b>15.371</b>	<b>19.495</b>	<b>16.193</b>	<b>12.539</b>	<b>7.468</b>	<b>11.174</b>	<b>10.657</b>	<b>12.123</b>	<b>8.899</b>	<b>9.469</b>	<b>9.952</b>	<b>55</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>44.210</b>	<b>31.738</b>	<b>40.138</b>	<b>36.818</b>

## Anexo 4. Venta de vehículos por provincia

### Ventas de vehículos por provincia

En unidades / porcentaje de participación 2017-2018



## Anexo 5. Registro de temperatura INAMHI

### 3. Registro diario de temperaturas extremas durante el mes de noviembre de 2019

