



*Análisis de la incidencia térmica en acumuladores de energía vehiculares con la implementación de aislantes automotrices*

*Analysis of the thermal incidence in vehicular energy accumulators with the implementation of automotive insulators*

*Análise da incidência térmica em acumuladores de energia veicular com a implantação de isoladores automotivos*

Guillermo Gorky Reyes Campaña <sup>I</sup>  
[gureyesca@uide.edu.ec](mailto:gureyesca@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-7133-9509>

Martin Andrés Cazco Ordoñez <sup>II</sup>  
[macazcoor@uide.edu.ec](mailto:macazcoor@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0710-9709>

Luis Enríquez Moreno Pijal <sup>III</sup>  
[lumorenopi@uide.edu.ec](mailto:lumorenopi@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5926-1892>

**Correspondencia:** [gureyesca@uide.edu.ec](mailto:gureyesca@uide.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de diciembre de 2022 \* **Aceptado:** 12 de enero de 2023 \* **Publicado:** 08 de febrero de 2023

- I. Ingeniero Mecánico Automotriz, Magíster en Sistemas Automotrices, Doctorado en Educación Superior. UIDE, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Ingeniería Automotriz, UIDE, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- III. Ingeniería Automotriz, UIDE, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.



## Resumen

Los acumuladores de energía transforman la energía química en energía eléctrica y uno de los factores principales que limita el tiempo de trabajo del dispositivo es la temperatura, con estos antecedentes se analizó la incidencia de calor existente en la batería implementando diferentes aislantes térmicos ofertados en el ámbito automotriz con el fin de reducir la temperatura y así poder evitar el deterioro prematuro en la batería del vehículo. Se utilizó una metodología bibliográfica referencial para la elaboración del marco teórico y una metodología práctica experimental para las pruebas de campo, en las cuales se analizó la incidencia termodinámica que percibe la batería en distintas pruebas de carácter estático y dinámico en un vehículo de categoría M1. Dando como resultados una reducción de 23,9 °C con el mejor elemento a la temperatura funcional en pruebas estáticas y en las pruebas dinámicas se redujo 19 °C, esto equivale a una reducción aproximada del 30% de la temperatura en toda la batería del vehículo. Se concluye que, gracias al revestimiento en la batería del vehículo con protectores aislantes automotrices se alcanzó temperaturas más bajas y estables, además de incrementar la vida útil de la misma en un 25%, esto gracias a una importante reducción de temperatura en su estructura y componentes internos.

**Palabras Clave:** Acumuladores de energía; Incidencia térmica; Aislantes térmicos.

## Abstract

The energy accumulators transform chemical energy into electrical energy and one of the main factors that limits the working time of the device is the temperature, with this background the incidence of existing heat in the battery was analyzed by implementing different thermal insulators offered in the field. automotive in order to reduce the temperature and thus be able to avoid premature deterioration in the vehicle battery. A referential bibliographic methodology was used for the elaboration of the theoretical framework and an experimental practical methodology for the field tests, in which the thermodynamic incidence perceived by the battery in different static and dynamic tests in an M1 category vehicle was analyzed. Resulting in a reduction of 23.9 °C with the best element at the functional temperature in static tests and in the dynamic tests it was reduced by 19 °C, this is equivalent to an approximate reduction of 30% of the temperature in the entire battery of the vehicle. It is concluded that, thanks to the coating on the vehicle battery with automotive insulating protectors, lower and more stable temperatures were reached, in addition to

increasing its useful life by 25%, this thanks to a significant temperature reduction in its structure and internal components.

**Keywords:** power accumulators; Thermal incidence; Thermal insulation.

## Resumo

Os acumuladores de energia transformam energia química em energia elétrica e um dos principais fatores que limitam o tempo de funcionamento do aparelho é a temperatura, com esse pano de fundo foi analisado a incidência de calor existente na bateria implementando diferentes isolantes térmicos oferecidos em campo. automotivo, a fim de reduzir a temperatura e, assim, poder evitar a deterioração prematura da bateria do veículo. Foi utilizada uma metodologia bibliográfica referencial para a elaboração do referencial teórico e uma metodologia prática experimental para os testes de campo, em que foi analisada a incidência termodinâmica percebida pela bateria em diferentes testes estáticos e dinâmicos em um veículo da categoria M1. veículo. Conclui-se que, graças ao revestimento da bateria veicular com protetores isolantes automotivos, foram alcançadas temperaturas mais baixas e estáveis, além de aumentar sua vida útil em 25%, isso graças a uma redução significativa de temperatura em sua estrutura e componentes internos.

**Palavras-chave:** power accumulators; Thermal incidence; Thermal insulation.

## Introducción

Cuando se toma en cuenta el diseño de vehículos M1, específicamente en la parte del compartimiento del motor se aprecia que el espacio es reducido para la ubicación de los componentes operativos, lo que obliga a que los distintos elementos del automóvil en esa parte se encuentren muy cerca uno del otro generando un inconveniente al momento de disipar la temperatura debido a la incidencia de estos elementos al recibir variaciones termodinámicas que genera un proceso isobárico desencadenando un daño prematuro de los distintos elementos que se encuentran cerca del motor, esto en condiciones normales de funcionamiento incluyendo pruebas dinámicas y estáticas. Para este proyecto y en este caso específico el elemento de estudio el acumulador de energía del vehículo, los cuales, dependiendo de los materiales internos que posea como: ácido, placas, recipiente y tapa; va ser más o menos susceptibles a las altas temperaturas. Para esto se tomó en cuenta la estructura y características de los disipadores de calor los cuales mantendrán una temperatura de funcionamiento adecuada en el acumulador de energía, teniendo

en cuenta que la temperatura ideal de funcionamiento es de 20 - 25 °C. Por cada 9,4° C por encima de 25° C, la vida útil de la batería se reduce a la mitad según (CTEP, 2018). Entonces el objetivo de este artículo es analizar el comportamiento termodinámico en los acumuladores de energía utilizando diferentes tipos de aislantes térmicos; para ello se registró la incidencia de temperatura del motor en los acumuladores de energía, se examinó la utilidad que brindan los reductores de temperatura y se desarrolló un análisis termodinámico en la batería en relación a los materiales propuestos, para finalmente realizar una comparación entre las variables propuestas

La termodinámica ha tenido una influencia muy grande en la física general y ha logrado esclarecer muchas sombras sobre los fenómenos del calor; sus principios tienen mucha influencia en el campo de la fisiología y la química que han logrado esclarecer muchos problemas relacionados con el comportamiento de los gases y el trabajo de las máquinas térmicas, logrando así una revolución en las ciencias físicas y fisiológicas. **(Rojas, 1876)**

En pruebas de laboratorio realizadas por el fabricante Federal Mogul al producto Protexx-Shield ®3007 de Federal-Mogul se determinó que la temperatura del ácido de la batería subió casi tres veces más rápido en una batería desprotegida que en una con cubierta Protexx-Shield ®3007. En un entorno a 100°C, una batería sin protección tardó apenas 55 minutos en alcanzar los 75°C, mientras que, con una prueba con cubierta, lo hizo a los 153 minutos. **(Federal-Mogul, 2015)**

En vehículos con nuevas tecnologías es muy común que se use un cobertor de baterías, ya que la gestión del calor es un elemento clave para garantizar un rendimiento óptimo y la vida útil de los paquetes de baterías, así como para reducir la distribución desigual de la temperatura en el paquete, lo que conduce a una reducción de la eficiencia **(Moreau, 2022)**.

En este caso, por cada aumento de 15 °F en la temperatura de funcionamiento de la batería, la batería experimentará una pérdida del 50 % en su vida útil, por ejemplo, una batería diseñada para una vida útil de 10 años proporcionará solo 5 años de utilidad. **(C&D Technologies, 2012)**.

La temperatura normal de funcionamiento del motor es de 90°C, pero otros órganos mecánicos internos trabajan con mucho más calor, por ejemplo: en la cámara de combustión del motor se alcanzan entre los 2.000 y 2.500 °C, en las válvulas de escape 800 grados, en las paredes de los cilindros 200 grados y el turbo llega a los 1.000°C.

En el cofre motor existen algunos elementos que conforman todo lo que un vehículo necesita para funcionar, como: motor, batería, reservorios de líquidos, alternador, bomba, radiador, turbo, etc. Todos diseñados con distintos materiales, por ende, una diferente resistencia a la temperatura, a

continuación, se muestra la forma de calcular la incidencia de temperatura de los materiales más utilizados.

El Índice de temperatura ( $\alpha$ ) en algunos elementos se determinan con la siguiente fórmula:

$$\alpha(T) = \frac{\Delta R}{R_0(\Delta T)} \quad [\text{Ec. 1}]$$

$\alpha$ : Coeficiente de temperatura

$\Delta R$ : Variación de la resistencia

$R_0$ : Resistencia inicial

$\Delta T$ : Variación de la temperatura

**Tabla 1.** *Coeficiente de temperatura en algunos materiales*

Material	Coeficiente ( $\alpha$ )
Cobre	3,9 x10-3
Aluminio	3,9 x10-3
Acero	5,0 x10-3
PP	150 x10-6
PVC	75 x10-6

**Nota:** Elaboración propia a partir de datos de (Bastian, P.; 2001).

### Materiales aislantes

Los materiales aislantes tienen diversas funciones, desde aportar el confort necesario para desplazarse sobre ruedas hasta conservar en perfectas condiciones los componentes que componen el coche. También suele servir para amortiguar los ruidos externos y reducir la sensación de vibración cuando se está en movimiento, también es muy utilizado para proteger distintas partes del auto de las altas temperaturas producidas por el motor.

La medida de la resistencia térmica o lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente, se expresa, en el Sistema Internacional de Unidades (SI) en  $W/m^2 \cdot K$  (metro cuadrado y kelvin por vatio). Se considera material aislante térmico cuando su coeficiente de conductividad térmica:  $\lambda$  es inferior a  $\lambda < 0.10 W/m^2 \cdot K$  medido a  $23^\circ C$ .

Todos los materiales oponen resistencia, en mayor o menor medida, al paso del calor a través de ellos, algunos muy escasos como los metales por lo que son buenos conductores; los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media. Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta, se llaman aislantes térmicos específicos o más sencillamente, aislantes térmicos, como pueden ser: lana de roca, la fibra cerámica o la fibra de vidrio. Para determinar la resistencia térmica de un material mediante cálculos hay que separarlos por homogéneos y heterogéneos y se realiza de la siguiente manera y con la siguiente simbología, de acuerdo a (**ABC Geotechnical Consulting, 2020**).

La resistencia térmica se representa de la siguiente manera (**R**):

Materiales homogéneos:

$$R = e / \lambda \quad \text{[Ec. 2]}$$

e: el espesor de la capa de material. (m)

$\lambda$ : la conductividad térmica del material. W / (K·m)

Materiales heterogéneos:

$$R = 1/C \quad \text{[Ec. 3]}$$

C: la conductancia térmica. W / (K·m<sup>2</sup>)

## Materiales y Métodos

### Método

La metodología utilizada en esta investigación se dividió en dos, una es bibliográfica referencial para la elaboración del marco teórico y la otra práctica experimental en la que se desarrollaron las pruebas de campo. Utilizando el método experimental se analizó la incidencia termodinámica hacia el acumulador de energía utilizando diferentes tipos de reductores de aislantes térmicos, con el fin de proponer el uso de disipadores de calor en las baterías y crear las bases para futuros estudios sobre la existencia de alguna mejora en el rendimiento de la batería a corto y largo plazo. El alcance que tiene este proyecto es de tipo exploratorio con la idea de que puedan usar estos datos base para continuar investigaciones sobre el comportamiento termodinámico que afecta a diferentes componentes del cofre del vehículo.

Se realizaron cuatro pruebas de 20 min cada una, se determinó este rango de tiempo debido a que el motor alcanza su temperatura de funcionamiento (90°C) y después de esto se mantiene en ese rango de temperatura. También usamos tres diferentes elementos aislantes: lana de vidrio, espuma de poliuretano y thermolon, en modalidad estacionaria y dinámica, teniendo en cuenta que después de los 10 minutos de prueba los valores llegan a estabilizarse y no hay mucha variación. Las mediciones consisten en que la sonda del termómetro esté colocada entre la batería y la fuente de calor (motor) para analizar el comportamiento termodinámico. Las pruebas iniciarán con el vehículo en su temperatura de funcionamiento (85 - 95 °C) y estarán monitoreadas en tiempo real por un escáner, cada prueba cuenta con tres modalidades, una estática y dos dinámicas. Para las pruebas estáticas se procuró mantener las mismas condiciones ambientales y protocolos en todos los ensayos y de igual manera para las pruebas dinámicas, pero con la implementación un ciclo de conducción describiendo un ciclo combinado entre zona urbana y carretera, basado en las normativas INEN 2204 y 2207.

## Materiales

Los materiales que se utilizaron para la elaboración de los ensayos del presente artículo están detallados en la tabla 3, así como la descripción del qué y por qué fueron estos los materiales seleccionados.

**Tabla 2.** *Justificación de los materiales utilizados*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Vehículo, Chevrolet Sail 2018 1.5cc de 16v	Uno de los vehículos más cotizados para brindar el servicio de Uber en la ciudad de Quito al tener un convenio con la marca Chevrolet, por lo que son un buen segmento de investigación al estar sometidos a periodos de funcionamiento exigentes y así tener resultados relevantes.
Batería Bosch, S4 Full Equipo, 12v, 43 Amh	Esta batería es una de las más comerciales para los vehículos M1 debido a su precio y características en el mercado, y al estar presente en la mayoría de autos de la marca Chevrolet es una opción bastante buena para realizar los distintos ensayos.






Máquina de medición de temperatura que integra una sonda externa Medidor de temperatura capaz de obtener datos en distintos rangos de tiempo y se usa en Elitech RC-4 lugares de difícil acceso como es el caso de la batería que se encuentra dentro del cofre motor.

CAT S61 (FLIR Systems Inc. 2656403) versión 2.2.13 cat El teléfono CAT S61 tiene una de las mejores versiones de cámara térmica incorporada, esto hace que las mediciones e imágenes tengan un rango muy preciso de temperatura, lo cual nos ayuda a tomar datos casi exactos en cada prueba.

Veepeak (OBD2 Herramienta de uso fácil y bajo costo que nos permite ver todos los scanner bluetooth)- Car datos del motor en tiempo real, los cuales se representan en gráficas scanner ELM OBD2 que se pueden comparar ya archivar.

**Fuente: Autores, 2022**

**Tabla 3. Justificación de los elementos aislantes**

Material	Imagen	Resistencia térmica
Thermolon		0.048 W/m <sup>2</sup> ·K
Lana de Vidrio		0.040 W/m <sup>2</sup> ·K
Espanja de Poliuretano		0.032 W/m <sup>2</sup> ·K

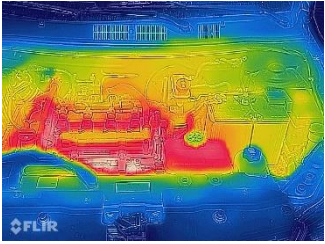
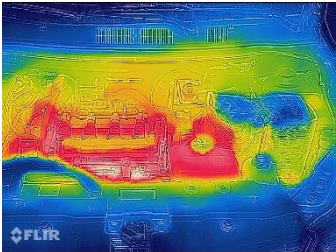
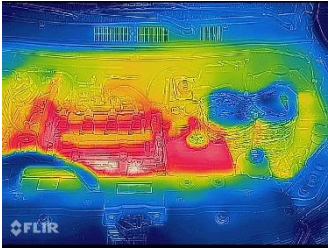
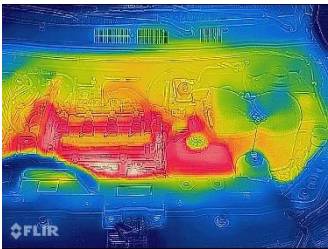
**Fuente: Autores, 2022**

## Resultados y Discusión

### *Datos cámara termográfica*

En la tabla 4 se aprecia la radiación térmica que proporciona el motor del vehículo a la batería. Esta serie de imágenes se las tomaron con una cámara termográfica cuando el vehículo estaba en su temperatura de funcionamiento, esto con el fin de demostrar la incidencia de temperatura a la que la batería del vehículo puede estar sometida al estar en un ambiente estándar o al estar protegida por un aislante térmico.

**Tabla 4.** *Imágenes de radiación térmica en los ensayos estudiados*

Modalidad Original	Cámara Térmica
Estándar	
Thermolon	
Lana Vidrio	
Esponja Poliuretano	

Fuente: Autores, 2022

### Datos de Entrada

En la tabla 5 se describen los parámetros utilizados para la elaboración de las pruebas de campo. Se realizó en un horario nocturno para evitar el tránsito vehicular en la ruta establecida y el vehículo debe estar en temperatura de funcionamiento. La ruta se estableció para simular la topografía normal del distrito metropolitano de Quito.

**Tabla 5.** *Parámetros establecidos para las pruebas*

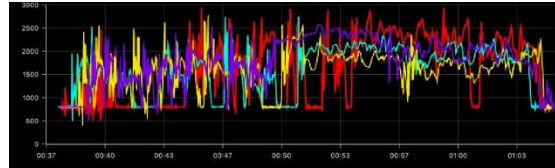
<b>Parámetros</b>	<b>Datos</b>
Horario	Nocturno
Ubicación	Quito, Buenos Aires (S 0° 8' 56.376")(O78° 27' 31.491") 23.078")
Temperatura ambiental	Cumbayá (S 0° 11' 49.713")(O 78° 26' 23.078")
Voltaje funcionamiento	11 - 13 °C
Distancia	13.4 - 13.6 V
Voltaje apagado	16 km
Amperaje	12.35 - 12.40 V
Altitud	43 Ah
Temperatura motora	2400 - 2850 msnm
Tipo de conducción	90 - 95 °C
	Combinada (urbana - carretera)

**Fuente: Autores, 2022**

En las figuras 1 y 2 se visualiza las revoluciones de los distintos ensayos que demuestran la similitud del ciclo de conducción empleado en el estudio en rangos aproximados entre 1000 a 3000 RPM, esta consiste en una mezcla entre zona urbana y carretera como se explica en el trabajo de

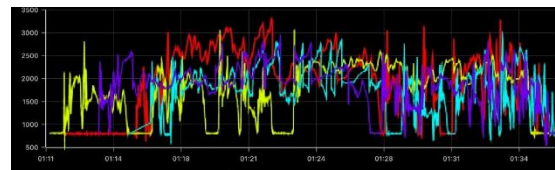
titulación de (Rodríguez, M., 2021), además para la elaboración de la ruta se tomó en cuenta las pendientes de los tramos están calculadas en el (Anexo 1).

**Figura 1.** *Revoluciones en los ciclos de conducción de descenso*



**Fuente:** Scanner OBDII Veepeak

**Figura 2.** *Revoluciones en los ciclos de conducción de ascenso*

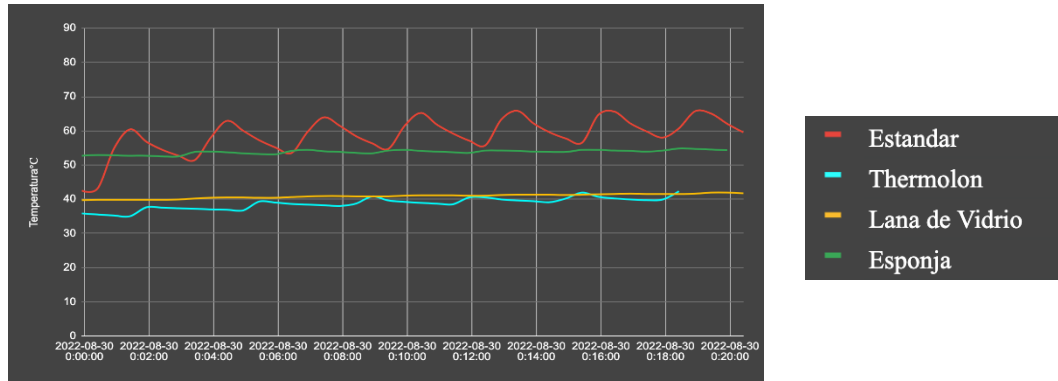


**Fuente:** Scanner OBDII Veepeak

### Modalidad Estática

La figura 3 indica la variación térmica medida por el sensor Elitech RC-4HC. En las pruebas estándar no se usó ningún protector y varían de 50 a 67°C, existen muchas variaciones y niveles altos de temperatura. En las pruebas de esponja de poliuretano se empieza mantener un rango estable de temperatura, pero aun alto que va desde los 52 a 55°C. En las pruebas con lana de vidrio ya empiezan a bajar los niveles de temperatura llegando a ser de 40 a 41°C y para las pruebas de thermolon los niveles de temperatura bajan entre 37 a 40°C, lo que indica una clara reducción de temperatura en la batería y con niveles más estables.

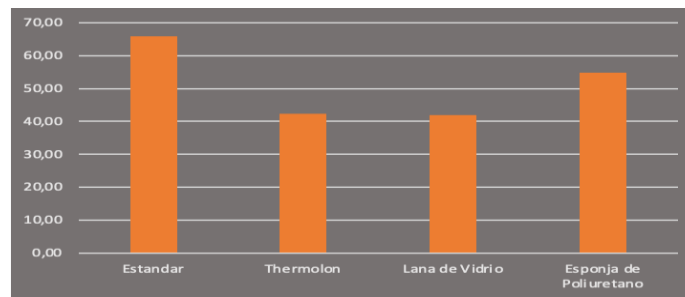
**Figura 3.** *Variación térmica de la batería en las pruebas con respecto al tiempo en modalidad estática*



Fuente: Sensor Elitech RC-4HC

En la figura 4, se aprecia los rangos de temperatura alcanzados en las pruebas estáticas, la mayor temperatura alcanzada fue de 65,8 °C en el ensayo estándar, mientras que, para el Thermolon(A) hay una reducción de temperatura del 35,71%, para la Lana de Vidrio(B) un 36,32% y una reducción del 16,71% para la Esponja de Poliuretano(C). Esto influye directamente en el aumento de la vida útil de la batería al reducir su temperatura como lo expresa C&D Technologies en su investigación.

Figura 4. Rangos de temperatura en modalidad estática



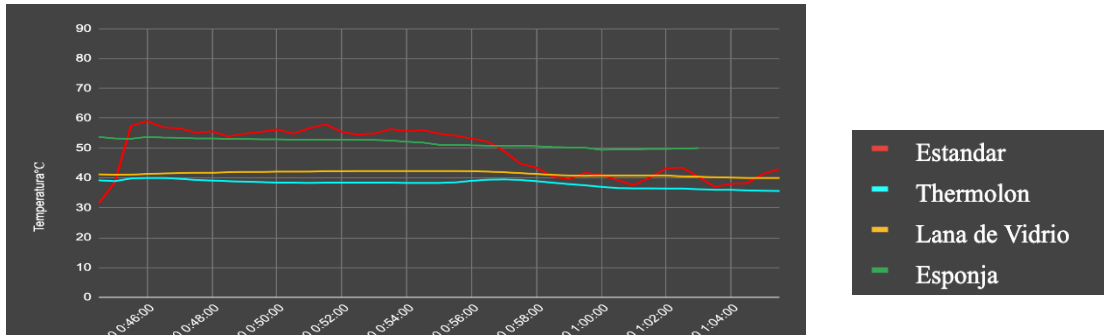
Fuente: Autores

### Modalidad Dinámica de Descenso

La figura 5 indica la variación térmica medida por el sensor Elitech RC-4HC. En las pruebas estándar hay un rango de temperatura de 50°C a 60°C esta vez los rangos disminuyen un poco debido al flujo de aire que entra al cofre motor. Para las pruebas de esponja de poliuretano hay un descenso de temperatura que va de los 53°C a los 50°C. Con lana de vidrio también hay una

disminución de temperatura que va desde los 41°C a los 39°C y en las pruebas de thermolon los rangos van desde 39°C a 37°C.

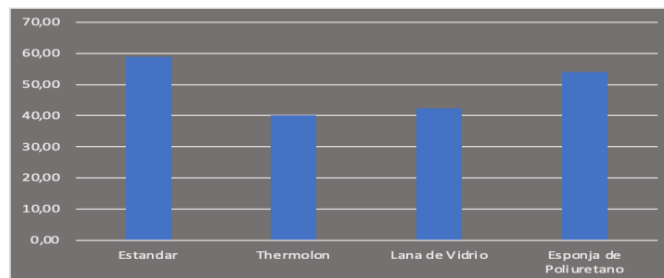
**Figura 5.** Variación térmica de la batería en las pruebas dinámica de descenso



**Fuente:** Sensor Elitech RC-4HC

En la figura 6 se aprecia los rangos de temperatura alcanzados en las pruebas dinámicas de descenso, la mayor temperatura alcanzada fue de 59 °C en el ensayo estándar, mientras que, para el Thermolon(A) hay una reducción de temperatura del 32,2%, para la Lana de Vidrio(B) un 28,3% y una reducción del 8,3% para la Esponja de Poliuretano(C).

**Figura 6.** Rangos de temperatura en modalidad dinámica de descenso



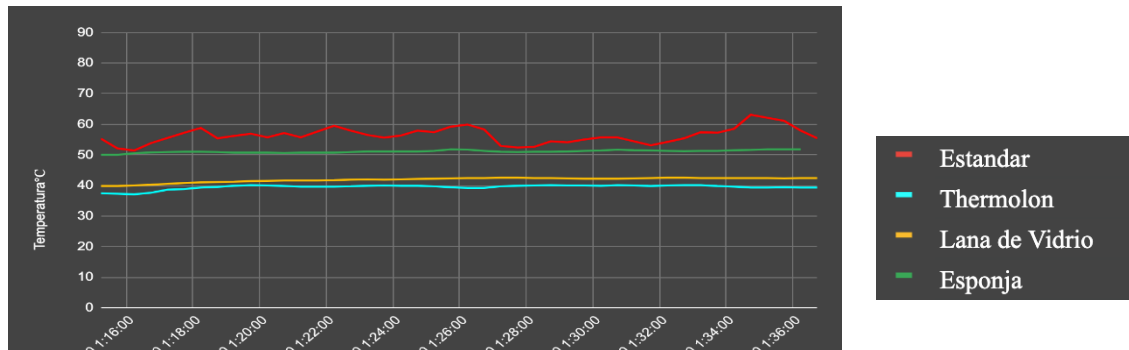
**Fuente:** Autores

### Modalidad Dinámica de Ascenso

La figura 7 indica la variación térmica medida por el sensor Elitech RC-4HC. En las pruebas estándar se mantienen rangos elevados de temperatura que van desde los 52°C a los 60°C al igual que en la anterior prueba está influenciado por el flujo de aire que entra al cofre motor. Las pruebas de esponja de poliuretano alcanzan rangos de temperatura de los 50°C a 51°C manteniendo un

comportamiento estable. Las pruebas con lana de vidrio tienen rangos de temperatura que bajan y se mantienen entre 40°C y 42°C y finalmente las pruebas con thermolon van de 39°C a 40°C, lo que indica una clara reducción de temperatura en la batería y con niveles más estables.

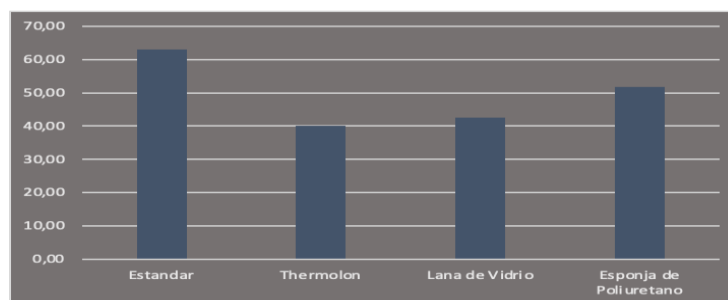
**Figura 7.** Variación térmica de la batería en las pruebas dinámica de ascenso



**Fuente:** Sensor Elitech RC-4HC

En la figura 8 se aprecia los rangos de temperatura alcanzados en las pruebas dinámicas de ascenso, la mayor temperatura alcanzada fue de 63,1 °C en el ensayo estándar, mientras que, para el Thermolon(A) hay una reducción de temperatura del 36,45%, para la Lana de Vidrio(B) un 32,49% y una reducción del 17,9% para la Esponja de Poliuretano(C). Por lo que la vida útil de la batería se ve directamente influenciada al reducir su temperatura, como lo expresa C&D Technologies en su investigación.

**Figura 8.** Rangos de temperatura en modalidad dinámica de ascenso



**Fuente:** Autores

## Comparativa de Pruebas

En la tabla 10 están los valores de temperatura del sensor colocado en la batería, están determinados por un valor máximo de temperatura alcanzada y un valor mínimo durante las diferentes pruebas para poder contrastar la variación de temperatura entre todos los materiales y las modalidades empleadas en los ensayos. Hay que tomar en cuenta que las pruebas se realizaron en un horario nocturno por lo que las temperaturas ambientales son bajas y los resultados arrojan valores relativamente bajos, lo contrario a las temperaturas que alcanza la ciudad en horas de la mañana o al medio día, pero aun así se reduce la incidencia de temperatura en valores significativos.

**Tabla 6.** *Comparativa de temperatura de todos los ensayos*

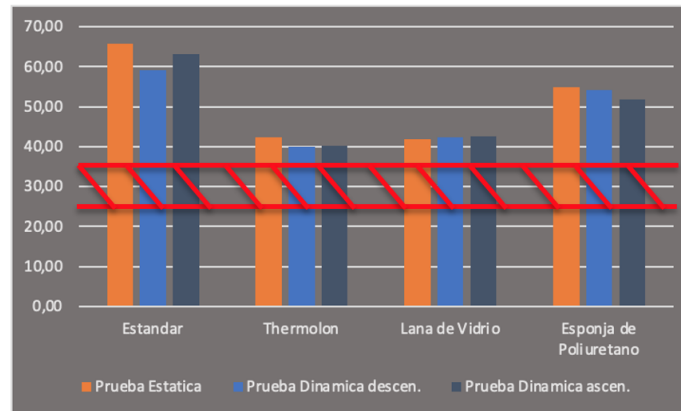
Aislantes	Estática		Dinámica Descen.		Dinámica Ascen.	
	T. Max	T. Min	T. Max	T. Min	T. Max	T. Min
Estándar	65.8 °C	42.5 °C	59 °C	31.4 °C	63.1 °C	51.4 °C
Thermolon	42.3 °C	35 °C	40 °C	35.6 °C	40.1 °C	37.1 °C
Lana de Vidrio	41.9 °C	39.7 °C	42.3 °C	40 °C	42.6 °C	39.8 °C
Esponja de Poliuretano	54.8 °C	52.5 °C	54.1 °C	49.4 °C	51.8 °C	50 °C

**Fuente: Autores, 2022**

En la figura 12 se aprecia una comparativa entre las temperaturas alcanzadas en las pruebas, la mayor temperatura alcanzada fue en los ensayos estándar de 65,8 °C en modalidad estática, mientras que, los ensayos con los elementos aislantes Thermolon y Lana de Vidrio fueron los más prometedores al reducir en más de 30% la temperatura de la batería. Además, se establece un precedente en el que no hay diferencia entre las dos modalidades dinámicas ya que cuentan con valores muy parecidos a excepción de las pruebas estándar debido a que al recibir más flujo de aire en descenso existe una ligera variación entre estas modalidades, pero nada relevante para contrastar una diferencia.

**Figura 9.** *Comparación de temperaturas de todas las variables en las distintas modalidades*



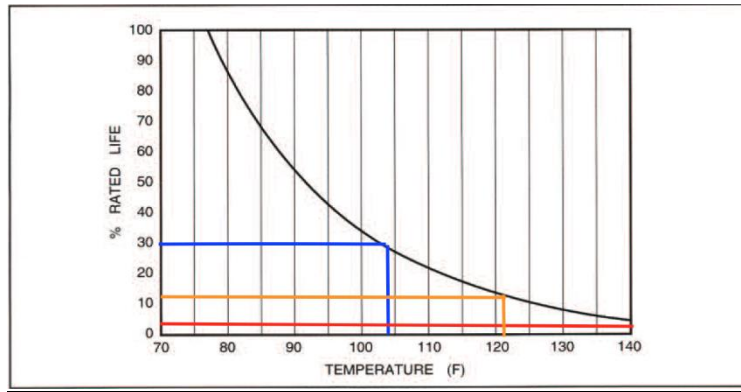


Fuente: Autores

La línea roja de la figura 9 representa el rango de temperatura en el que la batería debería funcionar, 25-35°C es el estado normal de funcionamiento del elemento, sin embargo, podemos observar que todos los valores sobrepasan la franja. En mayor cantidad la batería en estado normal y con la esponja de poliuretano, pero con elementos como lana de vidrio o thermolon vemos que la batería no excede mucho al rango de temperatura adecuado de funcionamiento.

Como lo indica (C&D Technologies, 2015) en su investigación, y si nos manejamos con las características tomadas de las pruebas realizadas y las relacionamos como se muestra en la figura 10 podemos determinar que: Con una vida útil de diseño de 10 años y trabajando a 62°C su vida útil real sería de 0.4 años. Si utilizamos Thermolon(A) o Lana de vidrio(B) como recubrimiento, la batería trabaja a 40°C y su vida útil real sería de 3 años, lo que significa que su vida útil aumentó en un 7.5%. Si utilizamos Esponja de poliuretano(C) como recubrimiento, la batería trabaja a 50°C y su vida útil real sería de 1.2 años, lo que significa que su vida útil aumentó en un 3%.

Figura 10. Relación temperatura y vida útil



Fuente: C&D Technologies

Por lo tanto queda demostrado que mantener a la batería del vehículo en temperaturas muy elevadas reduce la longevidad del elemento, esto debido a que por el calor el electrolito eleva su temperatura y como lo indica (Yesid D., 2013) en su estudio, a 35°C el electrolito empieza a evaporarse afectando a las placas internas y a 45°C se acelera drásticamente la corrosión en las placas por la porosidad provocada de la evaporación, además de que con el calor podemos disminuir la resistencia interna de la batería además si se lo utiliza en un largo periodo de tiempo terminamos acortando su vida útil al exigir más de los rangos que está diseñada para entregar.

**Tabla 11.** Elementos internos susceptibles a daños por altas temperaturas

Elemento	Temperatura	Descripción
Electrolito (agua destilada y ácido sulfúrico)	Desde 35°C en adelante	Evaporamiento o consumo de electrolitos.
Rejillas (plomo calcio plata)	Desde 45°C en adelante	La corrosión de la placa disminuye la capacidad protectora debido a la porosidad.

**Nota:** Elaboración propia a partir de datos de (Yesid D., 2013)

## Conclusiones

En el caso de los materiales aislantes se consideró el costo, accesibilidad y funcionalidad, esto con el fin de no mezclar elementos de aislamiento acústico con los de aislamiento térmico esto debido a que en apariencia son similares, pero en cuanto a funcionamiento son totalmente distintos.

Según las investigaciones realizadas la refrigeración de la batería por la entrada de aire hacia el cofre motor no es muy efectiva, esto debido a que el flujo de aire se dispersa de manera general dentro del cofre motor dejando así ciertas partes expuestas a mantener altas temperaturas. Pero sabemos que la reducción de temperatura es muy importante en este elemento ya que por cada 20 °C que se reduzca la temperatura de la batería automotriz se puede aumentar la vida útil de la misma en un 25% nominal, aun estando en un ambiente de temperaturas bajas de 11-13 °C como es el caso de los ensayos realizados. Por lo que la batería del vehículo aumentará su vida útil de funcionamiento un cuarto más de lo que había planeado.

Gracias a los elementos protectores aislantes automotrices implementados en la batería se logró incrementar la vida útil de la misma en casi un 25% más de su duración en el caso de mantener al vehículo en una modalidad estándar, teniendo en cuenta que la vida útil real de la batería de prueba es de 3 años. Todo debido a la reducción de temperatura del elemento que ahora pueden operar a una temperatura de 45°C en promedio en todas las pruebas realizadas, teniendo en cuenta que las dos pruebas dinámicas se pueden considerar como una sola al no tener variaciones relevantes en sus resultados.

## Referencias

1. Rojas y Caballero Infante, F. D. P. (1876). Termodinámica: su historia, sus aplicaciones y su importancia. Barcelona: Luis Tasso, 1876.
2. Pancha J., Rojas V., Romero V., Nejer J. (2019). Análisis del electrolito del acumulador automotriz a diferentes temperaturas en condición de encendido. INGENIUS revista de ciencia y tecnología.
3. Grupo Sadeco. (01 de junio de 2019). Tipos de batería de coche. <https://www.gruposadeco.com/blog/tipos-bateria-coche/>

4. AutoTecnica. (16 de abril de 2018). La Batería Del Auto: Funcionamiento Y Componentes. <https://autoytecnica.com/la-bateria-del-auto-funcionamiento-componentes/>
5. Acebes S., (2022). Motores 2022. Editex
- 6.
7. Lendizabal M., (2019). Análisis de la transferencia de calor en operaciones de moldeo de plástico utilizando diferencias finitas. CIATEQ
8. Rodríguez M., (2021). Desarrollo de ciclos de conducción en la ciudad de Quito-Ecuador para un vehículo categoría M1. Universidad Internacional SEK
9. ABC Geotechnical Consulting (2020). Definición: ¿Que es la Resistividad o Resistencia térmica al calor? Generate Press
10. Palomo M., (2017). Aislantes Térmicos: Criterios de selección por requisitos energéticos. Universidad Politécnica de Madrid

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).